



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN REHABILITACIÓN ORAL
MENCIÓN IMPLANTOLOGÍA.

EFEECTO DE SELLADOR DE SUPERFICIE DE RESINA EN LA VARIACIÓN DE
COLOR DE RESINAS COMPUESTAS: ESTUDIO IN VITRO.

TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN
REHABILITACIÓN ORAL MENCIÓN IMPLANTOLOGÍA.

CRISTIAN ANDRÉS AGUILÓ ARMSTRONG
DOCENTE GUÍA: DR. DANIEL BRAVO CAVICCHIOLI.

TALCA – CHILE
2016

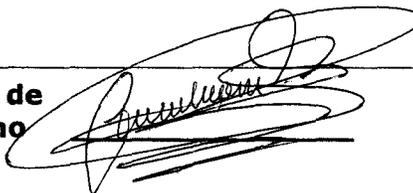
**AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN
DE MEMORIAS DE PREGRADO Y TESIS DE POSTGRADO**

Yo, **Cristian Andrés Aguiló Armstrong** cédula de Identidad N° 16.478.573-4 autor de la memoria o tesis que se señala a continuación, autorizo a la Universidad de Talca para publicar en forma total o parcial, tanto en formato papel y/o electrónico, copias de mi trabajo.

Esta autorización se otorga en el marco de la Ley N° 20.435 que modifica la Ley N° 17.336 sobre Propiedad Intelectual, con carácter gratuito y no exclusivo para la Universidad.

| | |
|---|--|
| Título de la memoria o tesis: | EFFECTO DEL SELLADOR DE SUPERFICIE DE RESINA EN LA VARIACIÓN DE COLOR DE RESINAS COMPUESTAS: ESTUDIO IN VITRO |
| Unidad Académica: | FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD |
| Carrera o Programa: | PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN REHABILITACIÓN ORAL MENCION IMPLANTOLOGÍA |
| Título y/o grado al que se opta: | ESPECIALISTA EN REHABILITACIÓN ORAL MENCION IMPLANTOLOGÍA |
| Nota de calificación | 6,0 |

**Firma de
Alumno**



Rut: 16.478.573-4

Fecha: 30 / 09 / 2016

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, en especial a mis padres Eugenio y Elizabeth por su incondicional apoyo en el proceso de mi formación.

Al Dr. Daniel Bravo Cavicchioli, por su asesoría y apoyo fundamental en la elaboración del presente trabajo.

INDICE

| | |
|---|-----------|
| 1.- INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. HIPOTESIS | 3 |
| 3. OBJETIVOS | 4 |
| 3.1 Objetivo General..... | 4 |
| 3.2 Objetivos Específicos | 4 |
| 4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 5 |
| 4.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS RESINAS COMPUESTAS | 5 |
| 4.2 CLASIFICACIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS..... | 8 |
| 4.3 PROPIEDADES DE LAS RESINAS COMPUESTAS..... | 10 |
| 4.4 TINCIONES EXTRÍNSECAS..... | 12 |
| 4.5 COLOR | 14 |
| 4.5.1 Dimensiones del color | 14 |
| 4.5.2 Importancia del color en Odontología | 16 |
| 4.6 EVOLUCIÓN DE LA MEDICIÓN DEL COLOR EN ODONTOLOGÍA | 17 |
| 4.6.1 ΔE y sus variables:..... | 18 |
| 4.6.2 Medición de color | 19 |
| 5. MATERIAL Y METODOS | 23 |
| 5.1 DISEÑO EXPERIMENTAL..... | 23 |
| 5.2 CONFECCIÓN DE LAS MUESTRAS..... | 24 |
| 5.3 PREPARACIÓN DEL MEDIO DE TINCIÓN..... | 26 |
| 5.4 CONSERVACIÓN Y EXTRACCIÓN DE LAS MUESTRAS | 26 |
| 5.5 MEDICIÓN DEL COLOR..... | 27 |
| 6. RESULTADOS | 29 |
| 7. DISCUSIÓN | 35 |
| 8. CONCLUSIONES | 38 |
| 9. RESUMEN | 39 |
| 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 41 |
| 11. ANEXOS | 44 |

RESUMEN

Introducción: El color resulta decisivo en la aceptación del paciente para el tratamiento Odontológico recibido. La resistencia a tinciones se vuelve importante para mantener la apariencia estética de las restauraciones dentales. Selladores de superficie promueven mejorar la resistencia ante agentes cromógenos extrínsecos ya que permitirían reducir la porosidad de la superficie, sin embargo, podrían producirse variaciones en el color inicial que podrían ser clínicamente perceptibles. Uno de los últimos lanzamientos a sido Biscover Lv[®]. Por su reciente aparición y en virtud de la poca evidencia científica independiente respecto de su real comportamiento clínico, se estudió el efecto en la variación del color al ser aplicado sobre resinas compuestas utilizando té como medio cromógeno.

Objetivo: Analizar el efecto del uso de un sellador de superficie de resina sobre la variación del color de resinas compuestas.

Material y Método: Estudio experimental *in vitro*. Se confeccionaron 60 discos de resina compuesta de nanorelleno Filtek Z350 XT. Las muestras fueron divididas en 6 grupos principales (n=10). A los Grupos 1 y 2 se realizó un pulido con discos Sof-Lex; a los Grupos 3 y 4, además del pulido con discos, se le aplicó una capa del sellador de superficie de resina Biscover Lv (Bisco, Lombard, Illinois USA) y a los Grupos 5 y 6 fueron sometidos a los mismos procedimientos ya mencionados para los Grupos 3 y 4, pero se les aplicó una segunda capa del sellador de superficie. Los Grupos 1, 3 y 5 fueron conservados en suero fisiológico y los Grupos 2, 4 y 6 fueron expuestos a un medio de solución de té. Finalmente todos los grupos fueron evaluados en distintos periodos de tiempo (0, 1, 6 y 12 días).

Resultados: Al aplicar 1 ó 2 capas de sellador de superficie de resina, se observaron variaciones de color clínicamente imperceptibles para ambos grupos ($\Delta E = 0,87$ $\Delta E = 1,93$ correspondientemente). El ΔE para los grupos sumergidos en suero fisiológico para los distintos tiempos de inmersión no superaron el umbral de perceptibilidad para todos los tratamientos de superficie, y todos los grupos evidenciaron un aumento del valor ΔE mientras más días se expusieron al medio de inmersión. Los grupos expuestos al té, desde la primera medición, el Grupo 2 supera el umbral de perceptibilidad y aceptabilidad descrito por Douglas ($\Delta E = 8,81$). Los grupos donde se aplicó 1 ó 2 capas de sellador de superficie de resina se encontraron bajo el umbral de perceptibilidad clínica tras un día de inmersión en té. Al sexto día, todos los grupos aumentaron su diferencia de color al ser comparados con la medición inicial (ΔE Grupo 2= 9,89, Grupo 4= 5,01 y Grupo 6= 4,03). Para el día 12 todos los grupos aumentaron la diferencia de color (ΔE Grupo 2= 10,02, Grupo 4= 5,31 y Grupo 6= 4,11).

Conclusión: La aplicación del sellador de superficie de resina Biscover Lv, ya sea en 1 ó 2 capas produce una variación de color imperceptible clínicamente. La aplicación del sellador de superficie de resina Biscover Lv, presentó una menor variación de color al ser comparado con el grupo control, durante los 3 periodos de tiempo analizados.

1.- INTRODUCCIÓN

El propósito de una restauración de resina compuesta es reemplazar la estructura dental perdida de una manera que se mimetice con los dientes vecinos (Lee et. Al 2005). Se ha reportado que el color es un factor decisivo en la aceptación del paciente durante el tratamiento odontológico, pero la concordancia de éste siempre ha sido un paso crítico en Odontología restauradora (Dudea et al. 2012).

La resistencia a las tinciones es una propiedad deseable para mantener la apariencia estética de las restauraciones dentales; éstas pueden ser el resultado de la interacción química entre la superficie de la resina y el agente de tinción (Lingard et al. 1978). Las superficies rugosas pueden tener variaciones de color por la absorción de agentes de tinción extrínsecos, aunque cabe destacar que no siempre hay una correlación entre la rugosidad de la superficie y el grado de tinción (Smales et al. 1992). Además, una pobre polimerización de la superficie del composite se traduce en una superficie más reactiva, facilitando así las tinciones ante diferentes medios cromógenos. Campanille et al. (1992), mediante un estudio in vitro, demostraron que una resina recién polimerizada puede ser más susceptible a las tinciones al ser comparada con una superficie envejecida.

Se ha demostrado en resinas en base a metacrilatos y dimetacrilatos que el uso de selladores de superficie pueden mejorar la resistencia ante agentes cromógenos extrínsecos como el café, jugo de arándanos y vino tinto (Doray et al. 2003). Éstos podrían proporcionar una resistencia mejorada a la tinción mediante mecanismos como la reducción de la porosidad de la superficie y en teoría una superficie polimerizada en su totalidad (Doray et al. 2003). Sin embargo, el efecto que tiene la aplicación del sellador de superficie de resina en la variación de color inicial de la resina aún no se ha probado.

Esto es importante, ya que la aplicación de estos selladores, podría traducirse en una variación de color inicial que podría llegar a ser clínicamente perceptible, y esto podría también verse afectado además por la cantidad de capas del sellador de superficie de resina, debido que el fabricante, deja a elección del odontólogo la aplicación de una segunda capa.

2. HIPOTESIS

El uso de selladores de superficie disminuye la variación de color de resinas compuestas.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

- Analizar el efecto del uso de un sellador de superficie de resina sobre la variación del color de resinas compuestas.

3.2 Objetivos Específicos

- I. Determinar el efecto del tratamiento de superficie en la variación del color de resinas compuestas.
- II. Determinar el efecto de la solución de inmersión en la variación del color de resinas compuestas.
- III. Determinar el efecto del tiempo de inmersión en medios de tinción en la variación del color de resinas compuestas.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Durante más de 40 años, las resinas compuestas han proporcionado y ayudado a los dentistas a lograr importantes avances en cuanto a resultados estéticos, lo cual vendría siendo un factor de suma importancia en la Odontología moderna, a la hora de elegir un material y tratamiento restaurador (Paravina & Powers, 2004). Las resinas compuestas han aportado y solucionando un sinnúmero de problemas tanto para el profesional como para el paciente, siendo uno de los aportes más significativos de las últimas décadas, proveyendo no sólo estética, sino que también conservación de la estructura dentaria (Rodríguez, 2008).

Si bien la salud y la función del sistema estomatognático que se quiere recuperar son de suma importancia, la estética de los tratamientos de restauración dental ha demostrado tener un importante efecto psicológico positivo en la autoestima del paciente; es por ello que la evolución que han tenido las resinas compuestas en el tiempo, sumado a la creciente demanda de los pacientes que requieren de restauraciones, las resinas dentales han dominado el campo de la estética, por medio de las variaciones de tonalidades y opacidades, según la necesidad. (Karaarslan et al. 2013).

4.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS RESINAS COMPUESTAS

Las resinas compuestas dentales son una mezcla de resinas polimerizables unidas con rellenos inorgánicos. Para unir las partículas del relleno inorgánico a la matriz orgánica es necesario de un agente de conexión como lo es el silano. El relleno se enlaza a los grupos silanos de un extremo de la molécula y los grupos metacrilatos que posee se enlazan

en el otro extremo a través de una unión covalente con la matriz de resina. A estos componentes principales se les suma una serie de otros elementos que influyen en la polimerización como lo son fotoactivadores/ inhibidores, pigmentos y aditivos que ajustan viscosidad (Gargallo, Martinez, & Celemín, 2011).

Dentro de los componentes principales de las resinas compuestas se encuentra la matriz orgánica, la cual es la parte activa, siendo la responsable de la masa del material y que posee dobles enlaces en los monómeros los que son rotos por los radicales libres que se liberan durante el proceso de fotoactivación y se continúa con una cadena de nuevos radicales libres en los polímeros. La matriz orgánica forma el 30- 40% en volumen del total de la resina compuesta . La matriz se conforma por dimetacrilatos aromáticos, siendo el monómero más usado el Bis-Gma, debido a su menor contracción de polimerización en comparación con los metilmetacrilatos. Ello se explica por su mayor peso molecular y cadenas más largas; no obstante, esto le confiere una alta viscosidad, comprometiendo negativamente su manipulación, por lo que con el tiempo se ha ido mezclando con otros monómeros funcionales como el UDMA y TEGDMA que al tener una menor viscosidad, una mayor flexibilidad, y mayor polimerización mejoran la resistencia de la resina además de permitir la incorporación de una mayor cantidad de relleno en la mezcla (Fong, Dickens, & Flaim, 2005). Es por ello que en la actualidad se mezclan muchas veces estos monómeros con el fin de mejorar las características requeridas para cada situación.

La matriz, además de su contenido en moléculas de dimetacrilatos mono, di- o tri- funcionales, contiene un sistema iniciador de la polimerización mediante radicales libres, un sistema acelerador que actúa sobre el iniciador y permite la polimerización en un intervalo clínicamente aceptable, un sistema de estabilizadores o inhibidores de polimerización, como por ejemplo el éter monometílico de hidroquinona, cuya función es maximizar la durabilidad del producto durante el almacenamiento antes de la polimerización y tras la misma, mantener su estabilidad química y finalmente absorbentes

de la luz ultravioleta por debajo de los 350 nanómetros, que proveen estabilidad del color (Leinfelder, 1985).

Otro de los componentes principales de las resinas compuestas es el relleno, conformado por partículas inorgánicas como sílice y cuarzo, logrando gracias a éste un menor coeficiente de expansión térmica, contracción de polimerización, absorción de agua y aumento de la resistencia mecánica, entre otros. Sin embargo, tan importante como la magnitud de la contracción de polimerización, es la tensión o el estrés de contracción de polimerización, que es la tensión que ejerce el material sobre las paredes de la cavidad durante este proceso, es decir, la relación entre la contracción de la resina, su módulo de elasticidad (rigidez). Con esto, las resinas con altísima incorporación de relleno acaban contrayendo menos, pero causando mayor estrés de contracción lo que conlleva a mayor filtración, por ser demasiado rígidas (Rodríguez, 2008).

Este grupo de moléculas, conocida como vinilsiloxano se considera como el agente acoplante, el cual permite la unión química entre la matriz y el relleno, lográndose esto por medio del órgano silano, que es una molécula bifuncional, que contiene grupos silanos (Si-OH) en un extremo y metacrilatos (C=C) en el otro extremo (Sarkar, Karmaker, & Shih, 1999). La incorporación mejora las propiedades del material resultante por medio de la transmisión de las tensiones en los componentes de las resinas compuestas, ya que se describió que el éxito de las resinas, se debía en parte a una fuerte unión entre la matriz y el relleno, teniendo las resinas compuestas habitualmente rellenos a base de sílice (Leinfelder, 1985).

4.2 CLASIFICACIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS

Una de las varias clasificaciones que existen para las resinas compuestas dentales se basa en el tamaño de las partículas del relleno, en donde se encuentran:

- Macrorelleno: En una primera etapa fueron las únicas disponibles en el mercado, las que carecían de calidad en el pulido debido al distinto ritmo de desgaste entre las partículas del relleno y la matriz, por su distinto grado de dureza sumado a que tenían una pobre gamma de colores. Éstas ya no se ocupan (Lutz et al. 1983).
- Microrelleno homogéneo: Contienen partículas de sílice entre 0.1 y 0.05 micrones que se distribuyen homogéneamente en la matriz. Carecía de propiedades mecánicas necesarias (Lutz, 1983).
- Microrelleno heterogéneo: En ellos las partículas de microrelleno se incorporan en forma de complejos que pueden ser aglomerados, y tratados con calor. Tienen excelentes propiedades ópticas (Toledano, 2003).
- Híbridas: Mezcla propiedades de las macro y microrelleno con el fin de combinar las propiedades físicas y mecánicas de los sistemas de partículas convencionales y la capacidad de pulido y estética de los sistemas de microrelleno (Toledano, 2003).

- Microhíbridas: Constituyen materiales muy similares a las resina híbridas, el tamaño de partículas promedio oscila entre los 0.4 y 0.8 micrómetros. Con esto se logró aumentar la carga de relleno, disminuir los cambios dimensionales, aumentar la resistencia mecánica y al desgaste, y mejorar la capacidad de pulido, asemejándose más en este aspecto a las resinas de microrrelleno. Actualmente, la mayoría de las resinas compuestas en el mercado nacional y mundial corresponden a este tipo.

- Nanorrelleno: Hicieron su aparición en el mercado a fines del 2002 y su innovación fue poseer partículas esféricas de 5 a 100 nanómetros como adición al relleno. Se incorporan al composite en los espacios existentes entre las partículas de relleno para otorgarle radiopacidad sin alterar sus propiedades ópticas, mejorando además la resistencia al desgaste y aumentando el porcentaje de relleno de los composites, lo que mejora las propiedades físicas y disminuye la contracción de polimerización.

- Nanohíbridas: Son resinas compuestas híbridas que contienen como relleno inorgánico, partículas esféricas de nanorelleno, en forma prepolimerizada. Poseen propiedades como reducida contracción de polimerización, propiedades mecánicas aumentadas, comportamiento óptico, gran capacidad de pulido y estética mejoradas (Toledano, 2003).

4.3 PROPIEDADES DE LAS RESINAS COMPUESTAS

- **Resistencia al desgaste:** Capacidad de oponerse a la pérdida de material como consecuencia del roce que se produce por alimentos. Depende de varios factores entre ellos tamaño de la partícula de relleno, contenido, cantidad entre otros (Rodríguez, 2008).
- **Coefficiente de expansión térmica:** Velocidad con la que se provoca un cambio dimensional por unidad de cambio de temperatura. Se ha demostrado que un bajo coeficiente de expansión térmica se asocia a una mejor adaptación marginal. Esto es importante ya que existe una diferencia entre el coeficiente de las resinas dentales y la estructura dental (Song, Yu, & Lee, 2008).
- **Sorción acuosa y expansión higroscópica:** Se relaciona con la cantidad de agua que se absorbe por la superficie y la que es absorbida por la masa de la resina compuesta. El agua afecta de manera negativa a la resina, solubilizando la matriz orgánica de modo que se disminuyen las propiedades de éstas. Esto se relaciona con conceptos como la cantidad de relleno y de matriz propia de cada resina en particular. Dado que la sorción es una propiedad de la fase orgánica, a mayor porcentaje de relleno, menor será la sorción de agua. Algunos autores hablan que la expansión que se produce por la sorción de agua sería capaz de compensar la contracción de polimerización (Song, Yu, & Lee, 2008).

- **Módulo de elasticidad:** Se relaciona con el tamaño y cantidad de relleno, siendo directamente proporcional.
- **Radiopacidad:** Para facilitar la visión radiográficamente, logrando esto por medio de sustancias químicas como el Bario y Estroncio, entre otros.
- **Estabilidad del color:** Las resinas compuestas sufren cambios en su coloración producto de factores extrínsecos como el té, café, otros, y factores intrínsecos propios de las resinas como sería una oxidación de algunos componentes, entre ellos las aminas terciarias (Song, Yu, & Lee, 2008).
- **Textura superficial:** Uniformidad de la superficie del material restaurador, la cual se relaciona con el acabado y pulido además del tamaño de las partículas de relleno que posee. Cuando se produce rugosidad superficial se favorecen las tinciones, acúmulo de placa bacteriana y defectos anatómicos. Esto se debe a que existe una alta energía superficial y una capa inhibida lo que sigue provocando reacciones químicas producto de los radicales libres existentes favoreciendo lo descrito anteriormente (Song, Yu, & Lee, 2008).

Estos dos últimos puntos son claves para el desarrollo del presente trabajo, ya que la estética del material se relaciona al color, lo cual es de suma importancia tanto para el odontólogo como para el paciente. El hacer coincidir el color de una resina antes de polimerizar con el color natural del diente es un desafío de complejidad; una vez que esta coincidencia se logra el objetivo es que se mantenga post polimerización y por el mayor tiempo posible. Pese a ello las propiedades ópticas de las resinas van cambiando producto

de la polimerización sumado e influenciado por la marca, grado de tonalidad de la resina compuesta y la longitud de onda de las luces de curado (Karaarslan et al. 2013).

4.4 TINCIONES EXTRÍNSECAS

Las tinciones extrínsecas como son capaces de modificar el color de una resina en el tiempo. Tinciones como colorantes, té, vino tinto, entre otros, están dentro de los hábitos alimenticios más comunes dentro de la población. En el caso del té, después del agua es lo más consumido en el mundo (Arévalo M., 2012). Para ayudar a disminuir la modificación del color se debe realizar un buen acabado y pulido, para así lograr una uniformidad de la superficie, ya que una resina rugosa favorece el acúmulo de placa bacteriana, con una consecuente penetración de los colorantes y por medio de reacciones químicas se produce la decoloración de éstas. Por ello es que la finalidad de pulir es dejar la superficie lo más lisa posible para así disminuir la energía superficial y que se provoque la menor cantidad de reacciones posibles.

Otro factor que influye en el cambio de color de las resinas compuestas y que también da razones para hacer un tratado de la superficie es la formación de una Capa inhibida de Oxígeno, la cual se forma producto de la polimerización. Los radicales libres que se producen en esta reacción se activan más en presencia de Oxígeno, impidiendo así la polimerización radical y por ende formando esta capa parcialmente polimerizada en la parte superficial de la resina que produce efectos negativos en cuanto a la estética y color, una mayor proporción de desgaste, entre otros efectos adversos (Bergmann P., 1991).

Esto se contrarresta por distintas formas de acabado y pulido que existen en el mercado como por ejemplo para el acabado de la superficie existe instrumental rotatorio como fresas de grano fino y extrafino, bandas abrasivas para los márgenes, discos flexibles (como el sistema Sof-Lex) entre otros; y gomas de silicona blanda impregnadas con distintos abrasivos, cepillos, fieltros con óxido de aluminio y pastas diamantadas.

Sumado a todo esto con el tiempo en el mercado se han introducido selladores de superficie como coadyudante, los cuales son cada vez más usados ya que se sugiere que éstos mejoran las propiedades de las resinas compuestas, aumentando su resistencia al desgaste, mejorando la estabilidad de color debido a la obtención de una superficie más lisa y brillante. Estos selladores de superficie a base de resina, son fluidas con poco relleno y baja viscosidad, en el caso del Fortify o Permaseal, los cuales son a base de metacrilatos sin cargas, los cuales aportarán en la estética y en el futuro y duración de la restauración sellando micro fisuras que se producen en la interfase diente- restauración (Ferreira, 2007).

Como se dijo anteriormente la estética dental ha ido en un aumento sustancial los últimos años, por lo que crear sonrisas y restauraciones más atrayentes y armoniosas es uno de los fines de estos días, es por ello que estética, cantidad de luz reflejada y color son términos que deben relacionarse íntimamente para poder entender y aplicar todo el conocimiento en favor del paciente.

4.5 COLOR

El color es una percepción visual generada por el cerebro humano al interpretar las señales nerviosas que envían los fotorreceptores de la retina del ojo, que a su vez, interpretan y distinguen las distintas longitudes de onda del espectro electromagnético visible (haz de luz), es decir, las longitudes de onda que corresponden a un estrecho segmento y que percibimos como los colores del arco iris (Chu, Trushkowsky, & Paravina, 2010).

Todo cuerpo iluminado absorbe una parte de las ondas electromagnéticas y refleja las restantes. Las ondas reflejadas son captadas por el ojo e interpretadas en el cerebro como distintos colores según las longitudes de ondas correspondientes (Wee, Kang, Johnston, & Seghi, 2000). Si ésta corresponde con la de un color del arco iris, veremos dicho color, si contiene las longitudes de onda combinadas de dos colores, se percibe un color nuevo compuesto por ambas, y cuando las contiene todas se observa el color resultante como blanco y el color negro sería la ausencia de radiación visible.

4.5.1 Dimensiones del color

En 1905, el pintor norteamericano Albert Munsell propuso un sistema de color denominado HSV [Hue: matiz; Saturation: Cromo y Value: valor - luminosidad], el cual es utilizado actualmente (Vichi et al. 2010).

El Valor o Luminosidad es la propiedad que distingue los colores claros de los oscuros. El blanco es el color de mayor brillo, el negro es el opuesto y entre ambos existe una gama de grises cuyo valor dependerá de la proporción de su combinación. Cuanto más gris es un color, menor será su Valor; por el contrario, cuanto más se aproxime al blanco, será más brillante, reflejando más luz y obteniendo así un mayor Valor. El Matiz, o Tono (Hue) son sinónimos, y designan un intervalo de longitud de onda del espectro en que se descompone la luz blanca. Ellos son el rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, índigo y violeta. El rojo, azul y amarillo son los colores primarios que dan origen a los demás y se presentan sin combinación de ninguna clase. La Saturación o Chroma, se refiere a la intensidad de un tono. La pureza de un tono expresa la vivacidad o palidez del mismo. Esta dimensión hace referencia a las diversas diluciones del color base del que partimos (Jarad et al. 2007).

Estas dimensiones han sido aplicadas y homologadas al sistema de medición de color CIELab. Se basa en un modelo tridimensional de tres axis, los cuales se encuentran representados por las coordenadas $L^*a^*b^*$. Las tres coordenadas representan respectivamente la luminosidad del color, su posición entre rojo o verde y su posición entre amarillo o azul (Figura 1 - Anexos).

El valor L^* es el grado de luminosidad de color. El eje “L” cambia vertical, desde el centro que determina la luminosidad del color (+blanco), hasta la periferia que determina la oscuridad del color (+negro). El eje “a” (eje X) distribuye el color desde el rojo (+a) hasta el verde (-a). Finalmente en eje “b” (eje Y) distribuye el color desde el amarillo (+b) hasta el azul (-b).

Matiz (H: Hue) representa el componente radial de las coordenadas cilíndricas. Por lo tanto se define a través de la fórmula : $h = b^*/a^*$. El Croma o saturación representa el componente radial de las coordenadas cilíndricas CIELab*, y se define a través de la fórmula: $C = \left[(a^*)^2 + (b^*)^2 \right]^{1/2}$

4.5.2 Importancia del color en Odontología

Una restauración técnicamente correcta, puede fracasar clínicamente si no se consigue la integración estética que demanda hoy en día el paciente. La selección del tono ha sido objeto de varias investigaciones, y como no puede ser considerado un solo procedimiento científico, es usualmente considerada como uno de los enlaces más débiles en el logro de una excelencia estética (Vichi, 2010).

El color en odontología se ve influenciado por la interacción de una serie de factores, tales como la percepción individual del color (observador), la fuente de iluminación, la superficie y forma del objeto observado y las características estructurales del material (Chu et al. 2010).

Por lo tanto, el éxito en la selección y reproducción del color en odontología, va a depender de un adecuado conocimiento de teoría del color, un correcto uso de los materiales de restauración y una buena comunicación con el laboratorio encargado. Además se debe comprender la complejidad de la naturaleza estética de los dientes, que involucran tejidos con diversas características ópticas como opacidad, translucidez, opalescencia, fluorescencia y brillo.

Éstos determinan una alta complejidad de procedimientos a llevar a cabo en la selección y coincidencia de color (Chu et al. 2010).

4.6 EVOLUCIÓN DE LA MEDICIÓN DEL COLOR EN ODONTOLOGÍA

No es fácil comunicar información sobre color, de hecho, aún existen muchos desafíos por superar para poder llegar a describir con exactitud la diversidad de colores existentes.

Las longitudes de onda que son visibles para el ojo humano oscilan entre las 385nm a 720nm, pero el problema es que todos los colores están hechos de una mezcla de ondas de luz de diferentes frecuencias. Por esto, se desarrolló una fórmula para describir estas mezclas de color, a través del CIELab (*Commission Internationale de l'Eclairage, 2004*). Este sistema describe el color través de un modelo tridimensional, representados por las coordenadas ya descritas L*a*b*.

Utilizando estas tres coordenadas, se puede determinar la posición en el espacio de color CIELab; lo que resulta de utilidad en los casos donde se quiera buscar la diferencia de color entre un punto y otro dentro de este espacio. Esta diferencia o distancia entre estos dos puntos fue llamada ΔE por la CIE. La fórmula postulada por la CIE en 1976 (*Commission Internationale de l'Eclairage, 2004*) para calcular el DeltaE corresponde a:

$$\Delta E_{ab} = \left[(L1 - L2)^2 + (a1 - a2)^2 + (b1 - b2)^2 \right]^{1/2}$$

El valor ΔE se convirtió en el eje principal de la ciencia del color. Siguiendo estos fundamentos científicos, se desarrollaron instrumentos para la medición y evaluación de éste, como colorímetros y espectrofotómetros. Desafortunadamente, el campo de la Odontología no se vio beneficiado inmediatamente por estas tecnologías, ya que las guías de selección visual siguieron siendo consideradas el mejor acercamiento. Esto se debe principalmente a que la percepción del color no es resultado único de las variables propuestas por el sistema CIELab*. Atributos como la forma geométrica, el brillo, opacidad, fluorescencia y opalescencia no formaban parte de la ecuación.

4.6.1 ΔE y sus variables:

Como se mencionó con anterioridad, el sistema CIELab define el color numéricamente mediante un modelo tridimensional, el cual posiciona el color de acuerdo al grado de rojo o verde a lo largo del eje a^* , amarillo o azul a lo largo del eje b^* y luminosidad a lo largo del eje L^* (Figura 1 - Anexos).

$$\Delta E = [(L1 - L2)^2 + (a1 - a2)^2 + (b1 - b2)^2]^{1/2}$$

ΔE es la diferencia de color, la cual se determina midiendo la distancia de las coordenadas entre dos colores. Si bien este valor ha sido tradicionalmente usado, para poder interpretar los resultados frente a la comparación de los colores, es importante entender que la variación de color obtenida es visualmente perceptible por el ojo humano, y al ser así, se debe evaluar si es clínicamente relevante. A lo largo del tiempo, numerosos estudios han buscado establecer este parámetro, pasando desde valores E1, E1.6, E2, 2.72, 3.3 y E3.7, llegando a la conclusión de que un sólo valor no es completamente

representativo. Por lo mismo, se logró diferenciar dos fenómenos distintos, la perceptibilidad y aceptabilidad (Anusavice, 2004).

La perceptibilidad es definida como la diferencia de color que puede ser percibida por el ojo humano, mientras que la aceptabilidad es definida como la diferencia de color considerada tolerable clínicamente. Diversos estudios han intentado establecer estos umbrales, obteniendo valores diferentes, sin embargo las condiciones han sido *in vitro* en especímenes monocromáticos, por lo que los resultados obtenidos no han sido de mucha ayuda. Sin embargo, basado en un escenario clínico, Douglas reportó diferencias de color para los umbrales establecidos, en los cuales el 50% de los odontólogos pudo percibir una variación de color a ΔE 2.6 unidades; mientras que el valor al cual el 50% de los odontólogos repetiría la restauración debido a la falta de coincidencia de color fue de ΔE 5.5 unidades.

Sin embargo, a pesar de los esfuerzos, establecer el valor ΔE para diferencias clínicamente aceptables sigue siendo controversial. Basado en la literatura y en los estudios comparables, se decidió utilizar los umbrales establecidos por Douglas et al. (2007) como referentes.

4.6.2 Medición de color

A) Guías de selección visual

El primer paso para la reproducción estética de un diente es la selección del color, que tradicionalmente se lleva a cabo con guías de colores dentales. Este método consiste en

comparar una muestra (diente natural) con los modelos tridimensionales de distintos colores, que incluye la guía *Vita Classical* y *Vita 3D Master*. A pesar de los avances tecnológicos, estas guías siguen siendo muy populares dentro del área Odontológica. La guía *Vita Classical* es considerada como “*Gold Standard*” entre los especialistas, ya que ha sido utilizada desde 1956 (Chu et al. 2010).

Hace ya más de 50 años los dentistas han utilizado *Vita Classical* o *Vitapan Classical*, guía de colores para la selección de color. Los 16 tonos de esta guía se han ganado un lugar permanente en el léxico internacional de la terminología dental. La guía de colores *Vita Classical* A1-D4, permite la determinación segura del color dental. Los colores son los A1-A4 (Marrones), B1-B4 (Amarillos), C1-C4 (Grisáceos), D2-D4 (Rojizo-Gris).

Con este muestrario de color, sólo es posible seleccionar dos dimensiones del color: el Matiz y el Croma. («*VITA Classical Shade Guide*», s. f.) El problema de esta guía, es la falta de una distribución lógica del mapa de color, lo que resulta en un peor desempeño al momento de seleccionar la coincidencia de color. Es por esto que se introdujo una nueva guía de selección denominada *Vitapan 3D master*.

Este guía cubre prácticamente todos los colores de dientes que se producen en la naturaleza y está diseñado para proporcionar una cobertura sistemática de todo el espacio del color del diente. El concepto se basa en un principio de clasificación de los colores, donde la luminosidad, croma y matiz se han posicionado a la misma distancia uno de otros. Por lo tanto, la determinación del color se puede llevar a cabo fácilmente de acuerdo con criterios sistemáticos.

Estudios reportan que la guía *Vita 3D master* es mejor para seleccionar coincidencia comparada con *Vita Classical*, esto debido a que contiene un mayor rango de colores y una distribución más uniforme (Paravina, 2009).

B) Espectrofotómetro

El espectrofotómetro es un instrumento digital formado por una unidad central con una pantalla táctil y un terminal (punta estrecha y acodada) con una fuente de luz y un lector. El espectrofotómetro *Easyshade (VITA)* compara con los 26 colores de la guía *Vita System 3D-Master*, así como con los 16 colores de la *Vita Classical*. Además, incorpora tres colores específicos del *Vita System 3D-Master* para los dientes blanqueados.

El *Easyshade* es potenciado con una fuente de luz interna y las condiciones de luz ambiental no influyen las medidas de color de éste. (Corciolani, 2010). Dentro de sus ventajas están la buena visualización, acceso a todos los dientes, resultados objetivos independientes de la iluminación y el usuario y el breve periodo de adaptación, la facilidad de su uso, el ahorro de tiempo, la estandarización, la reproductibilidad, la rapidez y seguridad.

Además, este instrumento es capaz de medir una amplia gama de colores como la *VITA Linearguide 3D-MASTER*, *VITA Toothguide 3D-MASTER*, incluidos los colores de la *BLEACHED SHADE GUIDE*, y *VITA Classical A1-D4*.

Con *Easyshade Advance*, los profesionales dentales pueden verificar el grado de coincidencia del color de la restauración cerámica con el color especificado. Se pueden

verificar tanto los 29 colores y los 52 colores interpolados del *VITA SYSTEM 3D-MASTER* como los 16 colores *Vita Classical A1–D4* (*VITA Easyshade® Advance* Manual de usuario).

Actualmente se ha establecido que para lograr una mayor concordancia del color se recomienda complementar ambos medios de selección de color . El instrumento que mejor emula la esta capacidad del ojo humano es el espectrofotómetro. Tales instrumentos se basan en el sistema de color CIEL a^*b^* , y proveen mediciones en cualquier sistema de tonos dental. Su tecnología permite convertir la percepción en números, haciendo más fácil y confiable para el clínico realizar la selección de color y la comunicación de éste (Wee et al. 2000), dentro de los cuales es el *Easyshade*, se considera el *Gold Standar* en el área clínica, investigativa y experimental del color oral (Pegoraro, 2001).

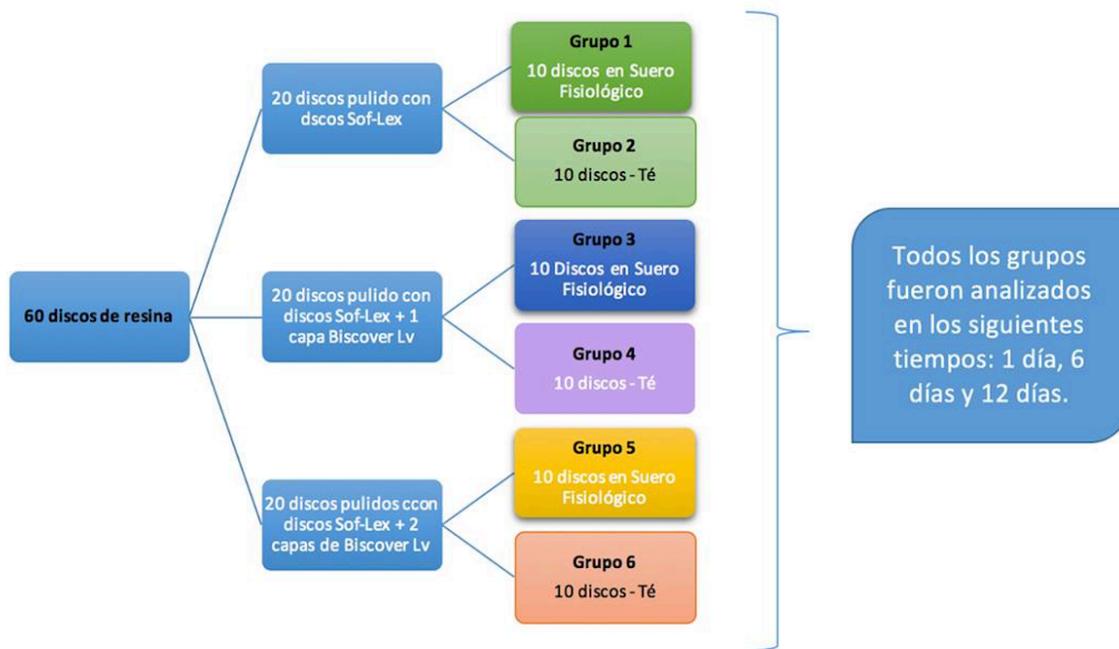
5. MATERIAL Y METODOS

5.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

El modelo a utilizar consiste en un estudio experimental *in vitro*. Se confeccionaron 60 discos de resina compuesta en base a metacrilatos. Debido a su tamaño de partículas de relleno nanométrica, se seleccionó, la resina Filtek Z350 XT (3M ESPE, St. Paul, Minnesota, USA) color A2.

Estas 60 muestras, fueron divididas en 3 sub-grupos principales (n=20). Al primer grupo se le realizó un pulido con discos Sof-Lex; al segundo grupo, además del pulido con discos, se le aplicó una capa del sellador de superficie de resina Biscover Lv (Bisco, Lombard, Illinois USA) y el tercer grupo, fue sometido a los mismos procedimientos ya mencionados para el Grupo 2, pero se le aplicó una segunda capa del sellador de superficie de resina Biscover Lv. Luego, los 20 especímenes de cada grupo se subdividieron en 2 grupos de 10 muestras, de acuerdo al medio al cual fueron sometidos: té o agua destilada (control) .

Finalmente, cada grupo fue evaluado en distintos periodos de tiempo (0, 1, 6 y 12 días) como lo indica la siguiente imagen.



5.2 CONFECCIÓN DE LAS MUESTRAS

Para la confección de los 60 discos de resina, se utilizó un molde circular estandarizado de silicona pesada (Speedex; Coltene, Altstätten, Switzerland) de 8 mm de diámetro y 2mm de grosor. El molde fue colocado sobre una loseta de vidrio de 5 cm x 5 cm cubierta por una lámina de acetato de las mismas dimensiones. Luego se procedió a llenar completamente el molde con la resina. Posteriormente se colocó una nueva loseta de vidrio con las mismas dimensiones a la ya mencionada también cubierta con una lámina de acetato para la base. Se ejerció una presión en la superficie de 5 kg con un disco de pesa (Masterfit Cia. Ltda. Santiago-Chile) durante un minuto para obtener una masa homogénea y una superficie lisa.

La polimerización de los discos se realizó mediante fotopolimerizado en base a una lámpara LED, con una potencia de 1400 mw/cm² (LEDmetron I, Kerr, Orange, CA,

USA), por cada cara, durante 20 segundos. La potencia de la lámpara fue controlada por un radiómetro. Posterior a la polimerización, cada muestra fue marcada en la base con un número para ser distribuidas de manera aleatoria (www.random.org), a cada uno de los seis grupos descritos. Enumeradas las muestras, se procedió al tratamiento de superficie, que constaba de:

- **Pulido:** Se aplicó, durante 15 segundos, cada disco del sistema de acabado y pulido Soflex XT de 13mm (3M ESPE, St. Paul, Minnesota, USA) siempre bajo irrigación constante. Se utilizó un micromotor NSK, a una 22.000 PPM. Para cada muestra se utilizó un disco nuevo.
- **Pulido + Biscover Lv:** Se utilizó el procedimiento anteriormente descrito, sumándose, a través de un microaplicador desechable fino de 1,5mm (Original Microbrush, Microbrush International, WI, USA) la aplicación del sellador de superficie de resinas BisCover Lv (BISCO, Schaumburg, IL, USA) según las indicaciones del fabricante. En el caso del grupo que se realizaron dos aplicaciones del sellador de superficie de resina, se repitió la aplicación ésta segunda siguiendo la misma secuencia.

Todos los discos, distribuidos por grupo, fueron colocados en recipientes individualizados de vidrio templado, con suero, a una temperatura de 37°C, en una estufa bacteriológica (Odontobras Ind. E com.euip.medico.odont. Ltda. EBC. Ribeirão Preto, Brazil) por 24 horas para lograr la rehidratación y simular el primer día de las resinas en el medio ambiente oral. Luego se procedió a obtener los registros iniciales del color (Hue, Chroma, Value, a y b) para las muestras con un espectrofotómetro (Vita Easyshade 3D Master; VITA Zahnfabrik, Germany). La toma de color inicial, para evaluar la variación de color que podría producir la aplicación del sellador de superficie de resina se realizó antes

de la aplicación del sellador y luego aplicado, tanto en el caso donde se aplicó una o dos capas de sellador.

5.3 PREPARACIÓN DEL MEDIO DE TINCIÓN

La solución de té (Yellow Label Tea; Lipton, Rize, Turkey) se preparó con una bolsa de té de 2 gramos, para una solución de 100 ml de agua destilada hervida durante 5 minutos (Yanikoglu et al. 2009). El té se dejó reposar durante 3 minutos antes de ser extraído. Cada solución fue preparada con una nueva bolsa de té. Ésta se dejó enfriar hasta los 37°C, momento en el cual los discos de resina fueron inmersos.

5.4 CONSERVACIÓN Y EXTRACCIÓN DE LAS MUESTRAS

Las muestras fueron colocadas en recipientes etiquetados de vidrio templado de 10 cm x 5 cm para cada uno de los grupos de estudio, las muestras no se debían encontrar superpuestas y se ubicaron en el fondo de éste. Fueron retiradas a las 24 horas, a los 6 días y a los 12 días para la toma de color (Al-Samadani, 2013), no obstante las soluciones fueron preparadas y cambiadas diariamente. Cada vez que se retiraron los discos del recipiente para ser cambiada la solución, los especímenes fueron sometidos a un lavado individual con una jeringa triple por 30 segundos. En caso de que sean fueron para la toma del color, además del lavado, se secaron suavemente con papel absorbente.

5.5 MEDICIÓN DEL COLOR

Para evaluar el color se utilizó el espectrofotómetro Vita Easyshade 3D master, el cual se encuentra basado en el sistema de medición de color CIELab (Commission Internationale de l'Eclairage, 2004). Éste consiste en un modelo tridimensional de tres ejes, representados por las coordenadas $L^*a^*b^*$. Las tres coordenadas representan respectivamente la luminosidad del color, su posición entre rojo o verde y su posición entre amarillo o azul.

Utilizando estas tres coordenadas, se puede determinar la posición en el espacio de color CIELab. En los casos donde se quiera buscar la diferencia de color entre un punto y otro dentro de este espacio, se utiliza una ecuación que cuantifica esta diferencia o distancia entre estos dos puntos, llamada ΔE por la CIE (Commission Internationale de l'Eclairage, 2004). Teniendo en consideración que la literatura clásica y publicaciones recientes aún utilizó la fórmula de 1976 como ecuación de análisis y estudio para el problema propuesto:

$$\Delta E = [(L1 - L2)^2 + (a1 - a2)^2 + (b1 - b2)^2]^{1/2}$$

En el análisis del color, se pueden diferenciar dos fenómenos distintos, que serán analizados; perceptibilidad y aceptabilidad (Anusavice, 2004). Sobre aquello, Douglas reportó diferencias de color para los umbrales establecidos, en los cuales el 50% de los odontólogos pudo percibir una variación de color ΔE 3.7 unidades (perceptibilidad); mientras que el valor al cual el 50% de los odontólogos repetiría la restauración debido a la falta de coincidencia de color fue de E 5.5 unidades (aceptabilidad) (Douglas, Steinhauer, & Wee, 2007). Estos mismos valores serán utilizados como parámetros en el presente

estudio. La toma de color se realizará tres veces para cada disco, calibrando el espectrofotómetro cada tres tomas, según el manual de usuario.

6. RESULTADOS

En la Tabla 1 se observan los valores obtenidos para Lab para los grupos 3 y 4 y en la Tabla 2 se observan los valores obtenidos para Lab para los grupos 5 y 6. La medición del color se realizó antes y después de la aplicación de superficie

Tabla 1: Promedios de los valores L, C, H, a y b para los 20 discos previa aplicación de una capa de sellador para grupos 3 y 4.

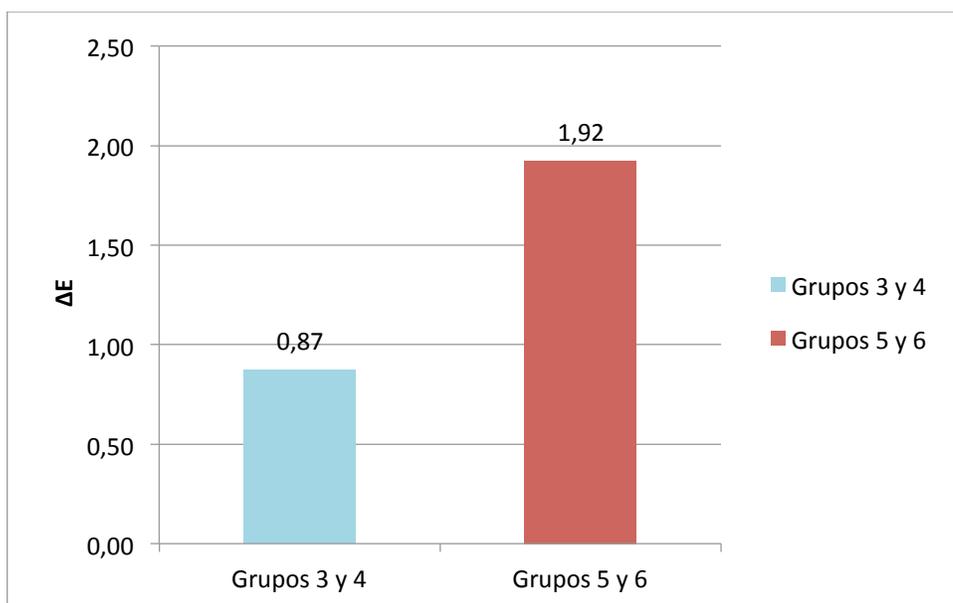
| Discos | PREVIA APLICACIÓN SELLADOR | | | | | POST APLICACIÓN 1 CAPA DE SELLADOR | | | | |
|-----------------|-------------------------------|-------------|-------------|------------|-------------|---------------------------------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| | L | C | H | a | b | L | C | H | a | b |
| 1 | 89,9 | 29,8 | 87,1 | 1,5 | 29,8 | 89,5 | 27,6 | 87,6 | 1,2 | 27,5 |
| 2 | 90,3 | 29,1 | 86,8 | 1,6 | 29,1 | 89,8 | 28,0 | 87,9 | 1,0 | 28,0 |
| 3 | 89,2 | 29,4 | 86,3 | 1,9 | 29,4 | 89,8 | 30,6 | 87,7 | 1,2 | 30,5 |
| 4 | 89,3 | 30,0 | 86,6 | 1,8 | 29,9 | 89,3 | 29,3 | 87,0 | 1,6 | 29,2 |
| 5 | 88,7 | 28,6 | 87,0 | 1,5 | 28,6 | 89,5 | 28,3 | 87,7 | 1,1 | 28,3 |
| 6 | 90,1 | 29,6 | 87,2 | 1,5 | 29,6 | 90,7 | 30,3 | 88,5 | 0,8 | 30,3 |
| 7 | 89,5 | 29,4 | 86,7 | 1,7 | 29,4 | 89,9 | 29,4 | 87,8 | 1,1 | 29,4 |
| 8 | 89,9 | 29,3 | 87,0 | 1,5 | 29,2 | 88,4 | 30,6 | 88,0 | 1,1 | 30,6 |
| 9 | 89,8 | 29,0 | 87,1 | 1,5 | 29,0 | 90,6 | 30,2 | 88,4 | 0,9 | 30,2 |
| 10 | 89,4 | 29,2 | 86,9 | 1,6 | 29,2 | 90,9 | 30,2 | 88,1 | 1,0 | 30,2 |
| 11 | 89,3 | 29,7 | 87,8 | 1,2 | 29,7 | 88,8 | 28,8 | 86,3 | 1,9 | 28,8 |
| 12 | 88,7 | 31,2 | 86,9 | 1,7 | 31,2 | 91,2 | 29,9 | 87,7 | 1,2 | 29,8 |
| 13 | 90,3 | 30,1 | 87,5 | 1,3 | 30,1 | 87,3 | 30,6 | 86,2 | 2,0 | 30,6 |
| 14 | 88,8 | 29,8 | 87,1 | 1,5 | 29,8 | 91,0 | 29,4 | 87,1 | 1,5 | 29,4 |
| 15 | 90,2 | 31,3 | 87,2 | 1,5 | 31,3 | 89,7 | 28,1 | 86,7 | 1,6 | 28,0 |
| 16 | 89,4 | 29,8 | 86,9 | 1,6 | 29,7 | 90,1 | 29,3 | 86,8 | 1,6 | 29,2 |
| 17 | 90,1 | 30,7 | 87,4 | 1,4 | 30,7 | 90,9 | 27,3 | 87,1 | 1,4 | 27,3 |
| 18 | 90,2 | 29,9 | 87,0 | 1,6 | 29,9 | 91,1 | 28,2 | 87,0 | 1,5 | 28,1 |
| 19 | 89,3 | 31,9 | 86,9 | 1,7 | 31,9 | 91,7 | 29,3 | 87,6 | 1,2 | 29,2 |
| 20 | 89,9 | 30,9 | 86,7 | 1,8 | 30,8 | 90,8 | 29,4 | 87,4 | 1,3 | 29,4 |
| Promedio | 89,6 | 29,9 | 87,0 | 1,6 | 29,9 | 90,1 | 29,2 | 87,4 | 1,3 | 29,2 |

Tabla 2: Promedios de los valores L,C,H, a y b para los 20 discos previa aplicación de dos capas de sellador para grupos 5 y 6.

| Discos | PREVIA APLICACIÓN SELLADOR | | | | | POST APLICACIÓN 2 CAPAS DE SELLADOR | | | | |
|-----------------|-------------------------------|-------------|-------------|------------|-------------|--|-------------|-------------|------------|-------------|
| | L | C | H | a | b | L | C | H | a | b |
| 1 | 91,0 | 30,1 | 87,8 | 1,2 | 30,0 | 90,3 | 28,4 | 87,8 | 1,1 | 28,4 |
| 2 | 89,2 | 30,6 | 87,1 | 1,5 | 30,6 | 86,9 | 29,6 | 87,4 | 1,4 | 29,6 |
| 3 | 88,0 | 31,2 | 86,9 | 1,7 | 31,2 | 91,0 | 28,0 | 87,5 | 1,2 | 27,9 |
| 4 | 87,9 | 30,3 | 87,0 | 1,6 | 30,3 | 90,2 | 28,8 | 87,8 | 1,1 | 28,7 |
| 5 | 87,4 | 29,1 | 87,3 | 1,4 | 29,1 | 90,8 | 28,3 | 87,6 | 1,2 | 28,3 |
| 6 | 89,6 | 30,9 | 87,9 | 1,2 | 30,9 | 90,8 | 29,1 | 87,5 | 1,3 | 29,1 |
| 7 | 89,4 | 29,3 | 87,9 | 1,1 | 29,3 | 89,9 | 28,8 | 87,5 | 1,3 | 28,8 |
| 8 | 88,5 | 29,8 | 87,3 | 1,4 | 29,7 | 89,1 | 30,2 | 88,8 | 0,7 | 30,2 |
| 9 | 90,0 | 30,1 | 87,6 | 1,2 | 30,1 | 90,8 | 29,0 | 86,8 | 1,6 | 28,9 |
| 10 | 90,2 | 30,6 | 87,1 | 1,6 | 30,6 | 91,2 | 28,2 | 87,3 | 1,3 | 28,2 |
| 11 | 89,0 | 31,1 | 87,1 | 1,6 | 31,1 | 89,6 | 29,5 | 87,0 | 1,6 | 29,5 |
| 12 | 89,9 | 31,2 | 87,5 | 1,3 | 31,2 | 90,6 | 29,2 | 87,6 | 1,2 | 29,2 |
| 13 | 87,6 | 30,1 | 87,3 | 1,4 | 30,1 | 88,2 | 27,8 | 87,2 | 1,4 | 27,8 |
| 14 | 89,7 | 30,3 | 87,7 | 1,2 | 30,3 | 90,2 | 27,4 | 87,5 | 1,2 | 27,4 |
| 15 | 89,9 | 30,2 | 87,8 | 1,2 | 30,2 | 90,4 | 28,1 | 87,2 | 1,4 | 28,1 |
| 16 | 89,7 | 30,7 | 87,3 | 1,5 | 30,6 | 89,7 | 29,7 | 86,9 | 1,6 | 29,6 |
| 17 | 88,6 | 31,3 | 87,0 | 1,6 | 31,2 | 90,3 | 30,0 | 86,9 | 1,6 | 30,0 |
| 18 | 89,0 | 31,1 | 86,7 | 1,8 | 31,0 | 91,9 | 29,3 | 87,0 | 1,5 | 29,2 |
| 19 | 90,5 | 31,9 | 87,0 | 1,7 | 31,9 | 91,2 | 29,3 | 87,0 | 1,5 | 29,3 |
| 20 | 89,9 | 31,3 | 87,9 | 1,2 | 31,3 | 90,2 | 28,7 | 87,8 | 1,1 | 28,7 |
| Promedio | 89,3 | 30,6 | 87,4 | 1,4 | 30,5 | 90,2 | 28,9 | 87,4 | 1,3 | 28,8 |

En la Figura 1 se observa en unidades ΔE inmediatamente tras la aplicación de 1 ó 2 capas de Biscover Lv, utilizando promedios de los valores Lab para ambos grupos. Se observa que al aplicar dos capas de sellador los discos de los grupos 5 y 6 presentaron una mayor variación v/s los discos del grupo 3 y 4.

Figura 1: ΔE tras la aplicación de sellador para grupos 3, 4, 5 y 6 .

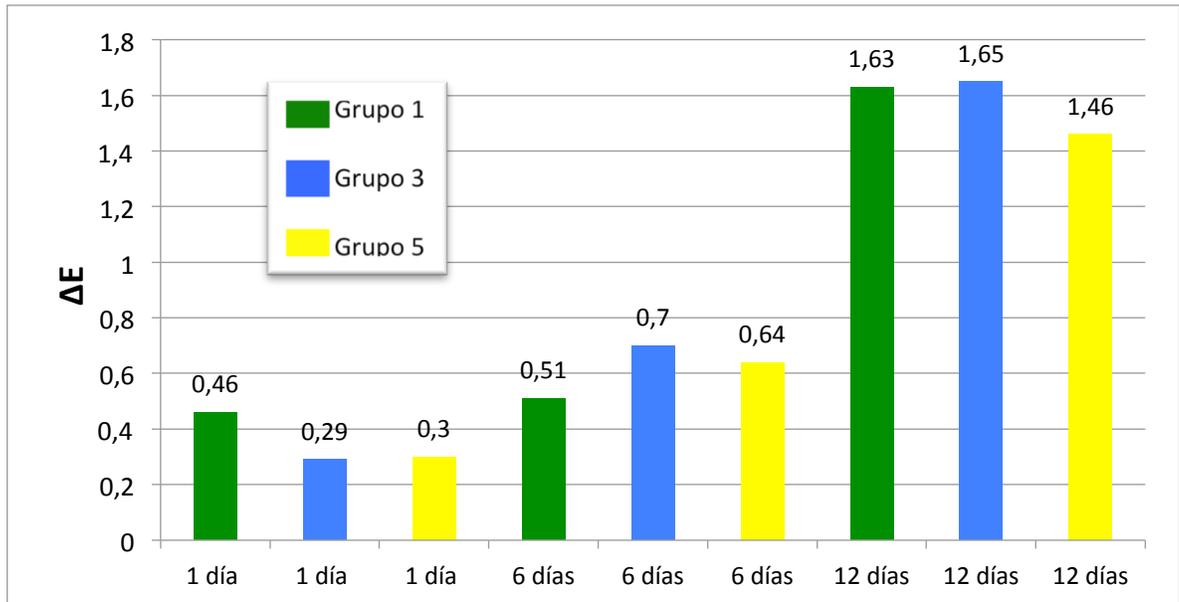


En la Tabla 3 y Figura 2 se observa que a mayor tiempo en el medio de inmersión todos los grupos aumentaron la variación de color, no obstante encontrándose todos los grupos bajo el umbral de perceptibilidad clínica (ΔE 3,7). El grupo que presentó una menor variación de color final fue el Grupo 5, mientras el que obtuvo valores ΔE más elevados fue el Grupo 3 transcurridos los 12 días.

Tabla 3: Valores ΔE promedio para Grupos 1, 3 y 5 en los diferentes periodos de tiempo

| Grupo/día | ΔE |
|----------------|------------|
| Grupo 1/día 1 | 0,46 |
| Grupo 1/día 6 | 0,51 |
| Grupo 1/día 12 | 1,63 |
| Grupo 3/día 1 | 0,29 |
| Grupo 3/día 6 | 0,7 |
| Grupo 3/día 12 | 1,65 |
| Grupo 5/día 1 | 0,3 |
| Grupo 5/día 6 | 0,64 |
| Grupo 5/día 12 | 1,46 |

Figura 2 : ΔE para grupos sumergidos en suero fisiológico para los distintos tiempos de inmersión.

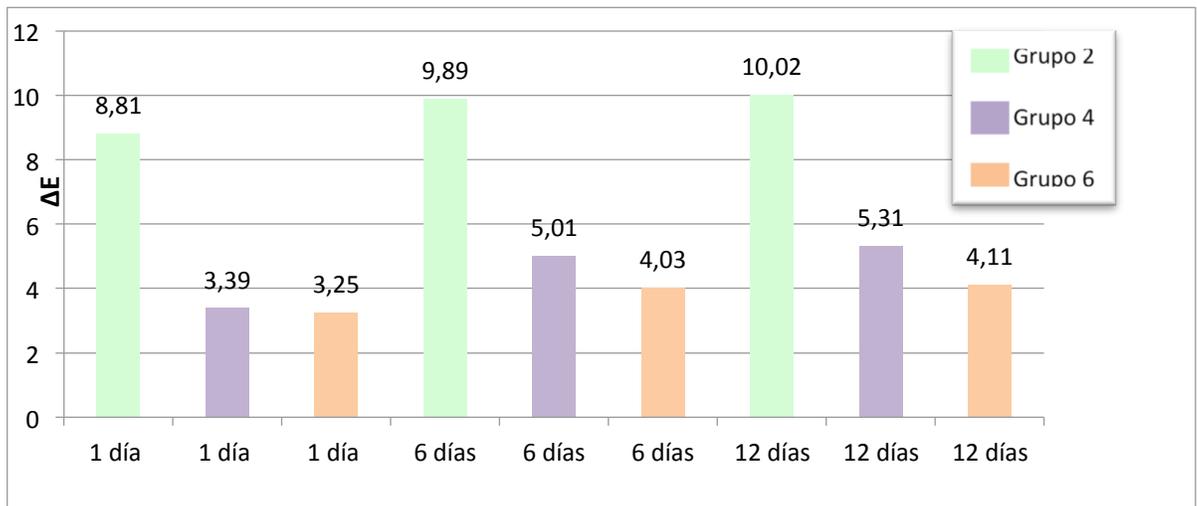


En la Tabla 4, Figura 3 se observa la variación en unidades ΔE de los grupos sometidos a un medio cromógeno (té), durante los tres periodos de tiempo: 1, 6 y 12 días. Para obtener estos valores se utilizaron los promedios Lab de cada grupo y fueron comparados con los valores iniciales Lab post hidratación durante 24 horas en suero fisiológico. Se observó una mayor variación ΔE en el Grupo 2, siendo 2,43 veces mayor a la variación de color del Grupo 6 y 1,88 veces mayor a la variación de color del Grupo 4 al cabo de 12 días. El único grupo que superó el umbral de perceptibilidad clínica fue el Grupo 2 desde el día 1, a diferencia de los Grupos 4 y 6 que lo hicieron al sexto día.

Tabla 4: Nos muestra los valores ΔE promedio de los discos del grupo 2, 4 y 6 sumergidos en té para los distintos tiempos.

| Grupo/día | ΔE |
|----------------|------------|
| Grupo 2/día 1 | 8,81 |
| Grupo 2/día 6 | 9,89 |
| Grupo 2/día 12 | 10,02 |
| Grupo 4/día 1 | 3,39 |
| Grupo 4/día 6 | 5,01 |
| Grupo 4/día 12 | 5,31 |
| Grupo 6/día 1 | 3,25 |
| Grupo 6/día 6 | 4,03 |
| Grupo 6/día 12 | 4,11 |

Figura 3: Nos muestra la variación en unidades ΔE de los grupos sometidos a un medio cromógeno (té), durante los tres periodos de tiempo: 1, 6 y 12 días.



7. DISCUSIÓN

Los resultados que obtuvo Douglas en su estudio, manifestaron que variaciones de color de 3,7 unidades para ΔE , son percibidas por el 50% de los profesionales que participaron en el estudio (perceptibilidad). Por otro lado con valores ΔE superiores a 5.5, el 50% de los profesionales del estudio repetirían la restauración (aceptabilidad), porque el cambio de coloración resultaba muy evidente, comprometiendo el éxito de la rehabilitación. (Douglas et al. 2007).

Al analizar los valores de la figura 1, donde se observa la variación de color al aplicar 1 ó 2 capas de sellador de superficie de resina, se observaron variaciones de color clínicamente imperceptibles para ambos grupos (ΔE 0,87 - ΔE 1,93 independientemente), descartando que la aplicación del sellador de superficie de resina utilizado en este estudio afecte el color significativamente de manera inicial tras su aplicación, ya sea luego de 1 ó de 2 capas.

Al analizar los valores de la figura 2, donde se observan los valores ΔE para los grupos sumergidos en suero fisiológico para los distintos tiempos de inmersión, se observaron valores ΔE que no superaron el umbral de perceptibilidad para todos los tratamientos de superficie, y todos los grupos evidenciaron un aumento del valor ΔE mientras más días se encontraron en el medio de inmersión.

En base a los mismos parámetros de perceptibilidad y aceptabilidad, al analizar los resultados de los discos de resina con diferentes tratamientos de superficie (pulido disco

Soft-Lex[®], pulido discos Soft-Lex[®] más una capa de Biscover Lv, pulido discos Soft-Lex[®] más 2 capas de Biscover Lv), y tras los diferentes tiempos analizados (1 día, 6 días, 12 días) bajo un medio cromógeno (té), fue posible observar que desde la primera medición el grupo 2 supera el umbral de perceptibilidad descrito por Douglas (ΔE 8.81). Además es posible observar que el mismo grupo fue el único en esta etapa en superar el umbral de aceptabilidad de 5.5 unidades de ΔE , mientras los grupos a los cuales se les aplicó 1 ó 2 capas de sellador de superficie de resina se encontraron bajo el umbral de perceptibilidad clínica tras un día de inmersión en té.

Al analizar los resultados de las mediciones tras el sexto día en té, todos los grupos aumentaron su diferencia de color al ser comparados con la medición inicial (ΔE 9.89, 5.01, 4.03 correspondientemente). El grupo que menor variación presentó en esta etapa fue en N^o6 que se le aplicaron dos capas de sellador de superficie de resina (ΔE 4,03), seguido tras el Grupo 5 al que se le aplicó una capa de sellador de superficie de resina (ΔE 5.01), observándose que ambos grupos, aún se encuentran dentro del umbral de aceptabilidad clínica descrito (Douglas et al. 2007).

Para el día 12 todos los grupos aumentaron la diferencia de color (ΔE Grupo 2 10.02/ Grupo 4 5.31 y Grupo 6 4.11). Aún así, los grupos con 1 ó 2 capas de sellador de superficie de resina mostraron valores bajo el umbral de aceptabilidad clínica tras 12 días en la solución de té. Los resultados obtenidos en el presente estudio coinciden con los resultados de Doray et al (2003), donde a través de un estudio *in vitro* concluye que los selladores de superficie de resina pueden mejorar la resistencia a la tinción de las resinas compuestas almacenadas bajo diferentes medios cromógenos (café, vino tinto, jugo de arándano), debido a mecanismos como la reducción de la porosidad de la superficie y una superficie teóricamente polimerizada en su totalidad. Sin embargo Soares et al. (2007), concluyó en su estudio *in vitro* a través de un análisis de reflectancia que las superficies teñidas con café fueron mayores en los grupos a los cuales les aplicó el sellador de

superficie de resina. Por otro lado, Lee & Powers (2005) reportaron que los cambios de color de los grupos con sellador de superficie de resina sometidos a tinción en un medio con mucina, clorhexidina y té no fueron significativamente diferentes al ser comparados con el grupo control (no sellados). Esto se puede explicar debido a diferencias en la composición química, modos de polimerización y grosor de la capa del sellador (Doray et al. 2003).

Con los resultados obtenidos, es posible inferir que a mayor tiempo expuesto a un medio cromógeno la variación de color va siendo cada vez mayor y además que la aplicación de sellador de superficie de resina disminuye la variación del color de los discos de resina compuesta al ser comparado con los grupos donde no se usó un sellador de superficie.

8. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y considerando las limitaciones del estudio *in vitro*, es posible concluir que:

1. La aplicación del sellador de superficie de resina Biscover Lv, ya sea en 1 ó 2 capas produce una variación de color imperceptible clínicamente.
2. El té produce una mayor variación de color al ser comparado con el suero fisiológico en todos los grupos estudiados y tiempos de inmersión.
3. A mayor tiempo de inmersión en un medio, mayor variación de color se observa.
4. La aplicación del sellador de superficie de resina Biscover Lv, presentó una menor variación de color al ser sometido a un medio cromógeno (té), al ser comparado con el grupo control, durante los tres periodos de tiempo analizados.

9. RESUMEN

Introducción: El color resulta decisivo en la aceptación del paciente para el tratamiento Odontológico recibido. La resistencia a tinciones se vuelve importante para mantener la apariencia estética de las restauraciones dentales. Selladores de superficie promueven mejorar la resistencia ante agentes cromógenos extrínsecos ya que permitirían reducir la porosidad de la superficie, sin embargo, podrían producirse variaciones en el color inicial que podrían ser clínicamente perceptibles. Uno de los últimos lanzamientos a sido Biscover Lv[®]. Por su reciente aparición y en virtud de la poca evidencia científica independiente respecto de su real comportamiento clínico, se estudió el efecto en la variación del color al ser aplicado sobre resinas compuestas utilizando té como medio cromógeno.

Objetivo: Analizar el efecto del uso de un sellador de superficie de resina sobre la variación del color de resinas compuestas.

Material y Método: Estudio experimental *in vitro*. Se confeccionaron 60 discos de resina compuesta de nanorelleno Filtek Z350 XT. Las muestras fueron divididas en 6 grupos principales (n=10). A los Grupos 1 y 2 se realizó un pulido con discos Sof-Lex; a los Grupos 3 y 4, además del pulido con discos, se le aplicó una capa del sellador de superficie de resina Biscover Lv (Bisco, Lombard, Illinois USA) y a los Grupos 5 y 6 fueron sometidos a los mismos procedimientos ya mencionados para los Grupos 3 y 4, pero se les aplicó una segunda capa del sellador de superficie. Los Grupos 1, 3 y 5 fueron conservados en suero fisiológico y los Grupos 2, 4 y 6 fueron expuestos a un medio de solución de té. Finalmente todos los grupos fueron evaluados en distintos periodos de tiempo (0, 1, 6 y 12 días).

Resultados: Al aplicar 1 ó 2 capas de sellador de superficie de resina, se observaron variaciones de color clínicamente imperceptibles para ambos grupos ($\Delta E = 0,87$ $\Delta E = 1,93$ correspondientemente). El ΔE para los grupos sumergidos en suero fisiológico para los distintos tiempos de inmersión no superaron el umbral de perceptibilidad para todos los tratamientos de superficie, y todos los grupos evidenciaron un aumento del valor ΔE mientras más días se expusieron al medio de inmersión. Los grupos expuestos al té, desde la primera medición, el Grupo 2 supera el umbral de perceptibilidad y aceptabilidad descrito por Douglas ($\Delta E = 8,81$). Los grupos donde se aplicó 1 ó 2 capas de sellador de superficie de resina se encontraron bajo el umbral de perceptibilidad clínica tras un día de inmersión en té. Al sexto día, todos los grupos aumentaron su diferencia de color al ser comparados con la medición inicial (ΔE Grupo 2= 9,89, Grupo 4= 5,01 y Grupo 6= 4,03). Para el día 12 todos los grupos aumentaron la diferencia de color (ΔE Grupo 2= 10,02, Grupo 4= 5,31 y Grupo 6= 4,11).

Conclusión: La aplicación del sellador de superficie de resina Biscover Lv, ya sea en 1 ó 2 capas produce una variación de color imperceptible clínicamente. La aplicación del sellador de superficie de resina Biscover Lv, presentó una menor variación de color al ser comparado con el grupo control, durante los 3 periodos de tiempo analizados.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Al-Samadani, K. H., 2013, Color stability of restorative materials in response to Arabic coffee, Turkish coffee and Nescafe: *J Contemp Dent Pract*, v. 14, p. 681-90.
2. Anusavice, K. J. (2004). *Phillips Ciencia de los materiales dentales*. Elsevier Madrid. 2004, 11; 656-709 .
3. Arévalo, M., & Larrucea, C. (2012). Recidiva del color dentario por té, café y vino. In vitro. *Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral* , Vol. 5(2); 57-65.
4. Aromi KANG, Sung-Ae SON, Bock HUR, Young Hoon KWON, Jung Hoon RO and Jeong-Kil PARK. (2012)The color stability of siloraneand methacrylate based resin composites. *Dental Materials Journal* 2012; 31(5): 879–884
5. Bergmann, P., Noack, M. J., & Roulet, J. F. (1991). Marginal adaptation with glass-ceramic inlays adhesively luted with glycerine gel. *Quintessence International*, 22(9).
6. Campanile G, Dietschi D, Meyer JM, Holz J. In vitro comparison of color stability of modern composite resins. *J Dent Res* 1992; 71:752.
7. Chu, & Stephen. (2010). *Fundamentals of Color Shade Matching and Comunication in Esthetic Dentistry*. En S. Chu. Chicago: Quintessence. Pag 7-41
8. Commission Internationale de l'Eclairage. (2004). *Colorimetry: Technical Report*. Central Bureau of the CIE. Commission Internationale de L'Eclairage.
9. Corciolani, G., Vichi, A., Louca, C., & Ferrari, M. (2010). Influence of layering thickness on the color parameters of a ceramic system. *Dental Materials*, 26(8), 737-742.
10. Doray PG, Eldiwany MS, Powers JM (2003). Effect of resin surface sealers on improvement of stain resistance for a composite provisional material. *J Esthet Restor Dent* 15(4):244-249; discussion 249-250.

11. Douglas, R. D., Steinhauer, T. J., & Wee, A. G. (2007). Intraoral determination of the tolerance of dentists for perceptibility and acceptability of shade mismatch. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 97(4), 200-208.
12. Duda D1, Lasserre JF, Alb C, Culic B, Pop Ciutrla IS, Colosi H. (2012) Patients' perspective on dental aesthetics in a South-Eastern European community. *J Dent* 2012 Jul;40 Suppl 1:e72-81. [jdent.2012.01.016](https://doi.org/10.1016/j.jdent.2012.01.016). Epub 2012 Feb 3.
13. Fong, Dickens, H., & Flaim, S. (2005). Evaluation of dental restorative composites containing polyhedral oligomeric silsesquioxane methacrylate. *Dent Mater*, 520-529.
14. Gargallo, M. G., Martinez, J., & Celemín, A. (2011). Propiedades estéticas de las resinas compuestas. *Revista internacional protética y estomatológica* , 11-22.
15. Jarad, F. D., Moss, B. W., Youngson, C. C., & Russell, M. D. (2007). The effect of enamel porcelain thickness on color and the ability of a shade guide to prescribe chroma. *Dental materials* 23(4), 454-460
16. Karaarslan, E., Bulbul, M., Yildiz, E., Secilmis, A., & Usumez, F. S. (2013). Effects of different polishing methods on color stability of resin composites after accelerated aging. *Dental Materials Journal*, 58-67 .
17. Lee YK, Lu H, Powers JM (2005). Effect of surface sealant and staining on the fluorescence of resin composites. *J Prosthet Dent* 93(3): 260- 266
18. Lehtinen J, Laurila T, Lassila LVJ, Vallittu PK, Raty J, Hernberg R. (2008) Optical characterization of bisphenol-A-glycidyl dimethacrylate triethyleneglycol dimethacrylate (BisGMA/TEGDMA) monomers and copolymer. *Dental Materials* 2008;24:1324–8
19. Leinfelder, K. (1985). Composite Resins. *Dent Clin North America*, 359- 372.
20. Lingard GL, Davies EH, vonFraunhofer JA(1978). An in vitro study of the staining of anterior restorative materials. *J Dent* 1978; 6:247-258.
21. Lutz, F., & Phillips, R. (1983). A classification and evaluation of composite resin systems. *Journal Prosthet Dent*, 480-488.

22. Paravina, R. D. (2009). Performance assessment of dental shade guides. *Journal of Dentistry*, 37, e15-e20.
23. Paravina, R. D. (2004). *Esthetic color training in dentistry* (Vol. 1). Mosby 117-126.
24. Pegoraro, L.F. *Prótesis fija* (primera edición). Sao Paulo: Editorial Artes Médicas Ltda. Pág. 3, 2001
25. Rodriguez G, Douglas R, & Pereira S, Natalie A. (2008). Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta Odontológica Venezolana*, 46(3), 381-392.
26. Smales RJ, Gerke DC. (1992) Clinical evaluation of light-cured anterior resin composites over periods of up to 4 years. *Am J Dent*. 1992 Aug;5(4): 208-12.
27. Soares LE, Cesar IC, Santos CG, De Cardoso AL, Liporoni PC, Munin E, et al. (2007). Influence of coffee on reflectance and chemistry of resin composite protected by surface sealant. *Am J Dent* 2007; 20: 299-304
28. Song, S. H., Yu, B., Ahn, J. S., & Lee, Y. K. (2008). Opalescence and fluorescence properties of indirect and direct resin materials. *Acta Odontologica Scandinavica*, 66(4), 236-242.
29. Toledano Pérez, M., Osorio Ruiz, R., Sánchez Aguilera, F., & Osorio Ruiz, E. (2003). *Arte y ciencia de los materiales dentales*. Madrid. pp 56-64/121-144.
30. Vichi, A., Louca, C., Corciolani, G., & Ferrari, M. (2011). Color related to ceramic and zirconia restorations: a review. *Dent Mater*, 27(1), 97-108.
31. Villalta P, Lu H, Okte Z, Garcia-Godoy F, Powers JM. Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. *J Prosthet Dent* 2006; 95: 137-142.
32. Wee, A. G., Kang, E. Y., Johnston, W. M., & Seghi, R. R. (2000). Evaluating porcelain color match of different porcelain shade-matching systems. *Journal of esthetic dentistry*, 12(5), 271-280.
33. Yanikoğlu N1, Duymuş ZY, Yilmaz B.(2009) Effects of different solutions on the surface hardness of composite resin materials, *Dent Mater J*.May; 28 (3) :344-5

11. ANEXOS

Figura 1 :Modelo tridimensional, el cual posiciona el color de acuerdo al grado de: rojo o verde a lo largo del eje a^* , amarillo o azul a lo largo del eje b^* y luminosidad a lo largo del eje L^* .

