

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA**

**UNAN-LEON**

**FACULTAD DE ODONTOLOGIA.**



**Monografía para optar al título de cirujano dentista.**

*Tema: "Estabilidad de Color de tres tipos de resinas compuestas de alta densidad color A3 después de la inmersión de diferentes sustancias colorantes, en el periodo de junio a Diciembre del 2012".*

**Autora:** Bra. Xiloe Angélica Midence Salazar.

**Tutores:** MSc. Erol Esquivel Muñoz.

MSc. Joaquín Vega Montoya.

**Asesor Metodológico:** Dr. Jorge Cerrato.

# Índice

Contenido	Páginas
I. Introducción	1
II. Objetivos	3
III. Marco Teórico	5
IV. Diseño Metodológico	24
V. Discusión de los Resultados	32
VI. Conclusiones	34
VII. Recomendaciones	35
VIII. Bibliografía	36
IX. Anexos	37

## I. Introducción

La demanda estética en odontología va en aumento, una de sus bases es la correcta selección del color de las restauraciones. El color es una cualidad que se ve modulada por una serie de factores ambientales e individuales que el clínico debe de conocer. La valoración ocular, puede inducir a error de apreciación si no se sigue un protocolo correcto de iluminación.<sup>1</sup>

El estudio del color es una parte fundamental de la odontología estética, el color es uno de los parámetros de mayor peso cuando el paciente juzga la calidad de la restauración que le acaba de realizar su dentista. El color y alcanzar un perfecto mimetismo con los tejidos o los dientes circundantes se convierte así en un objetivo de primera importancia para el profesional de la odontología, motivo por el que está obligado a conocer y comprender todo lo relacionado con el cromatismo dentario y de los materiales de restauración.<sup>1</sup>

En 1931, Bruce Clark fue el primero en someter a los dientes naturales a medición y análisis científico del color y la importancia de las mediciones del color manifestando lo importante de sus tres dimensiones, que no solo es un requisito básico, si no el más importante. Lo que él dijo recibió poca atención por parte de los profesionales de su época.<sup>2</sup>

Por ende Con la aparición de nuevas resinas, muchos fabricantes las han puesto en el mercado con diferentes opacidades, las cuales denominan opacas, cuerpo o dentina; base o dentina y por último esmalte, incisal, oclusal o trasluciente, según cada fabricante. Este cambio de las aminas aromáticas y las aminas alifáticas tienen efectos mejores en la estabilidad de color a las mejorías de las sustancias y cambios de temperatura en las resinas de alta densidad.<sup>2</sup>

En la investigación realizada por Jorgenson y Goodkind , se estudió la reproducibilidad del color de cinco porcelanas; se evaluó con espectrofotómetro, donde el grosor de los discos era una variable; se reveló que los valores L\* se ven afectados por los diferentes grosores de las muestras en estudio, se interpretó que a mayor grosor, la restauración es menos afectada por el gris (valores Bajos de Ir), debido al opacador y también que el efecto trasluciente de la porcelana será mayor, y da un incremento en valores L\*. La translucencia de la porcelana dental es mucho más alta que la de un diente natural.

- 
1. Gilberto Henostroza H. estética en odontología restauradora. 1º edición. (Madrid); Ripano editorial Medica, S.A DL.2006.
  2. Dr. David Lafuente. Física del Color y su Utilidad en Odontología, Vol 4, No 1 (2008)

Un estudio acerca de estabibilidad de color de resinas compuesta después de sumergidas en diferentes bebidas, realizado por Guler AU, Yilmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S, demostraron que la estabilidad de color de resinas compuestas fueron evaluados después de 24 horas de inmersión adentro Soluciones diversas que mancha, las siguientes conclusiones fueron: 1) Filtek P60 (la mezcla posterior de resina) y Filtek Z250 (la mezcla universal de resina) - que hizo No contiene a TEGDMA , se encontró, es más Estable en color que los materiales que contuvieron TEGDMA: Filtek Supreme y Grandio (nanohybrid Las mezclas de resina), así como Quadrant LC (universal La mezcla de resina). 2) Para todos los materiales de reconstituyente de la mezcla de resina Probado, su cambio de color aprecia en té, el café, y El vino tinto fuera mayor o igualara para 3.7. En otro Las palabras, su color cambian en estos manchando a agentes, fue visualmente perceptible así como también clínicamente. 3) Es notable que materiales que contuvieron TEGDMA mostró valores superiores de descoloramiento, TEGDMA fue responsable para la descoloración debido a su carácter hidrófilo.<sup>3</sup>

Otro estudio cerca de diferencias de iluminación en diferentes resinas compuestas de nano partículas, elaborado por el Dra. Isabel Ferreto, Dr. David Lafuente, Dra. Andrea Loria, Dra. Alejandra Rojas, se encontró que las marcas filtek Z350, TPH3, Esthet X, Tetric N-Ceram en el presente estudio presenta un distintivo valor de L\* (luminosidad) sin embargo, según las estadísticas las diferencias de L\* no son significativas. 2) En los colores A2,A3, Y A3.5 de las marcas filtek Z350, TPH3, Esthet X, Tetric N-Ceram, se obtienen un parámetro L\* muy similar entre ellos, en el cual la diferencia es rechazada ya que no existe tal. 3) Los valores de Delta E\* que en su mayoría son significativamente diferentes son los que comparan las saturaciones de A3 Y A3.5.<sup>4</sup>

Según estudios el material restaurados microrelleno reforzado se encontró de color significativamente más estable que el autopolimerizado bis- acril, la luz fotopolimerizable compuesto material de restauración provicional la mayor diferencia de color se observo en el material con luz fotopolimerizable composites provisionales.

La finalidad de la presente investigación es saber cuál de los siguientes materiales de resinas de alta densidad tiene mayor estabilidad del color en tres tipos de resinas compuestas color A3 de Z350 XT™, Z 250 XT™ y BRILLIANT, sumergidas en solución colorante y un grupo control ( agua), durante 2 semana y un mes, utilizando como medida de diferencias de color el fotospectometro, en el período de junio a Diciembre del 2012, teniendo como propósito que la facultad de Odontología de la universidad UNAN-LEON utilice u ofrezca en las clínicas multidisciplinarias mejores materiales restauradores en cuanto a la calidad de los servicios administrados y de esta manera satisfacer la demanda estética actual por parte del paciente que visita nuestras clínicas.

---

3. Guler AU, Yilmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S. Effects of different drinks on stainability of resin composite provicional restorative materials. JProsthet Dent, 2005 Aug;94(2):118-24.

4. Dra Isabel Ferreto, Dr. David Lafuente, Dra. Andrea Larios, Dra Alejandra Rojas. Diferencia de iluminación en diferentes tipos de resina compuesta de nanoparticula. Revista Científica ODOVTOS UCR N° 12 2010.

## **II. Objetivo General**

- ❖ Describir la estabilidad del color en tres tipos de resinas compuestas de alta densidad color A3 después de la inmersión en diferentes sustancias colorantes, utilizando como medida de referencias del color el fotospectrómetro.

### **Objetivos Específicos:**

- ❖ Medir los cambios de color del componente de color valor denominado L\* luminosidad en resinas de alta densidad según agente colorante.
- ❖ Determinar el tiempo en que aparecen los cambios de color de resinas de alta densidad según el agente colorante

### III. Marco Teórico

El estudio del color es y una parte fundamental de la odontología estética. Sin duda, el color es uno de los parámetros de mayor peso cuando el paciente juzga la calidad de la restauración que la acaba de realizar su dentista. El alcanzar un perfecto mimetismo con los tejidos o los dientes circundantes se convierte así en un objetivo de primera importancia para el profesional de la odontología, motivo por el que está obligado a conocer y comprender todo lo relacionado con el cromatismo dentario y de los materiales de restauración.<sup>5</sup>

En este capítulo hablaremos de las propiedades ópticas de los dientes, en general, y de su color en particular, para analizar como los tejidos dentales determinan la complejidad cromática del diente, comentaremos la información disponible sobre el denominado " espacio cromático dental" para luego desarrollar el epígrafe correspondiente al color de los composites dentales. Finalmente, se describirán los procedimientos y técnicas para la medición del color en la práctica odontología.<sup>5</sup>

#### **Propiedades ópticas del color:**

El diente está constituido por tres tejidos, el esmalte, la dentina y pulpa y su color natural depende del grosor, composición y estructura de estos tejidos que, en definitiva, son los responsables de su complejidad desde el punto de vista óptico. Los tres parámetros a los que hemos hecho alusión, evolucionan considerablemente a lo largo de la vida, influyendo en el color del diente. Cada uno de estos tejidos presenta propiedades ópticas distintas.<sup>5</sup>

**Pulpa dental:** la pulpa dental está constituida por un 25% de materia orgánica y un 75 % de agua. La materia orgánica está compuesta por células, fibras y sustancias fundamentales. Se trata, por tanto- de un tejido conectivo laxo, bien irrigado e inervado, que se encuentra encerrado en el interior de la cámara pulpar y de los conductos radiculares, lo que condiciona que su volumen vaya disminuyendo con el paso de los años por la continua formación de dentina. Tiene un color rojizo oscuro. Su tamaño es mayor en dientes jóvenes, lo que tiene influencia en el color, ya que da lugar a una tonalidad rosada, a menudo más visible en las superficies linguales. El estrechamiento progresivo que se produce con los años hace que su influencia sobre el cromatismo dentario disminuya con la edad.<sup>5</sup>

**Dentina:** Es el tejido más importante desde el punto de vista cromático. Es la responsable de la tonalidad y el cromatismo dentario. Rodea la cavidad pulpar y, en circunstancias normales, está cubierta por el esmalte o cemento. En su composición encontramos minerales (hidroxiapatita en un 70%), material orgánico (20%) y agua (10%).<sup>5</sup>

---

5. Gilberto Henostroza H. estética en odontología restauradora. 1º edición. (Madrid); Ripano editorial Medica, S.A

El bajo contenido mineral, comparado con el del esmalte, y la elevada proporción de materia orgánica, explica la opacidad relativa de la dentina primaria (la formada antes de la erupción del diente). Esta atraviesa por un gran número de cavidades estrechas y largas, los túbulos dentinales, que producen una difracción selectiva de la luz, según la cual, ciertos rayos serán reflejados y otros absorbidos. Este efecto es el responsable de la opacidad de la dentina primaria.<sup>5</sup>

Las distintas estructuras micro anatómicas, la arquitectura tubular combinada con la anatomía macroscópicas de la dentina, resultan en áreas con diferentes en el índice de reflectancia, dando un reflejo y dispersión no homogénea de la luz. Esto da lugar a áreas de opacidad densa y de saturación de color elevada confiriendo a la dentina un aspecto policromático. Con la edad la dentina primaria evoluciona y se forman otros tipos de dentina con estructuras y propiedades ópticas diferentes que influyen en la cromacidad dentaria. Los pigmentos orgánicos presentes en la microestructura de la dentina son responsables de la fluorescencia de este tejido, es decir, de su capacidad de absorber el rango del color ultravioleta y emitir en invisible, una luz fluorescente policromática con una longitud de onda aproximada de 400-410 nm. Este fenómeno se evidencia en algunas situaciones, como por ejemplo, cuando los dientes naturales son vistos bajo la luz ultravioleta de la iluminación de las discotecas.<sup>5</sup>

**Esmalte:** es el tejido más duro y mineralizado del organismo. Está constituido por un 95% de minerales del organismo. El alto contenido por un 95% de minerales y un 5 % de agua y materia orgánica. El alto contenido mineral y la naturaleza y disposición de los prismas que lo constituyen, hacen que el esmalte sea duro, brillante, translucido, prácticamente acromático y radio-denso. La apariencia óptica del esmalte dental depende de su composición, estructura, grosor y textura superficial, parámetros que varían de una zona dentaria otra y que evolucionan a lo largo de la vida. En un diente joven, el esmalte tiene menos contenido mineral y es muy grueso, creando el efecto óptico de una leve translucidez y alta luminosidad; en el diente anciano, el esmalte es más rico en minerales y más delgado por desgaste natural, lo que se traduce en un mayor translucidez (incluso transparencia), que permitirá que, a su coeficiente de transmisión depende de la longitud de onda incidente, Es decir, la transmisión de la luz por el esmalte aumenta conforme aumenta la longitud de onda; es más translucido para altas longitudes de onda. Por este motivo, es el esmalte es el responsable de la opalescencia dentaria.<sup>5</sup>

---

5. Oscar Steenbecker. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva. Universidad de Valparaíso Chile.

El esmalte es básicamente translucido por su composición, pero su translucidez no es uniforme sino que muestra un gradiente de opacidad, de manera que la mitad más externa es más translúcida que la interna al ser los prismas del esmalte más densos en esta región. Este gradiente de opacidad en el esmalte puede reproducirse en las restauraciones considerando el esmalte como dividido en dos zonas de translucidez: una zona translúcida y una zona semi-translúcida. Estas capas permiten que la luz penetre a través de la estructura dental y se refleje sobre la capa de dentina, que es básicamente opaca y que es responsable del color del diente. El esmalte es más radiopaco que la dentina.<sup>5</sup>

Por lo anteriormente descrito se puede afirmar que el diente es un mosaico de color, en el rango de los blancos amarillentos, y el resultado de los efectos combinados del esmalte y la dentina, fundamentalmente. Por lo tanto, es esencial comprender la influencia que ejerce cada componente sobre las propiedades básicas del otro. La dentina responsable del tono y cromatismo dentarios, reduce el valor del esmalte. Si el esmalte es muy delgado y la dentina es muy saturada, como sucede en la zona del cuello del diente (unión entre la corona y la raíz), entonces la cromacidad de la dentina domina la percepción cromática del diente. Si avanzamos en dirección incisal, a nivel del tercio medio, el esmalte es más grueso por lo que aumenta el valor y disminuye la cromacidad. Finalmente en el tercio incisal, solo hay esmalte, lo que condiciona las cualidades ópticas únicas de esta zona. A este nivel, el diente se vuelve translucido, prácticamente acromático, y presenta opalescencia, es decir refleja las longitudes de onda más cortas (aspectos azulados con luz reflejada) y transmite las largas (aspecto anaranjado con luz transmitida).<sup>5</sup>

**Espacio Cromático dental:** el rango de coordenadas y su distribución dentro del espacio cromático de los dientes han sido descritos en numerosas investigaciones.<sup>5</sup>

**Medición del color en odontología:** La medición del color en odontología se ha realizado mediante dos tipos de técnicas, la visual o subjetiva y la instrumental u objetiva.

1. Subjetiva: se basa en la comparación del objeto (diente) con muestras de color que pueden ser de papel, de resina o de porcelana. Este es el método en el que fundamentan las guías de color de todo tipo se utilizan en odontología y es la de uso más frecuente en clínica.

---

5. Oscar Steenbecker. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva. Universidad de Valparaíso Chile.

2. Instrumental: mediante el uso de colorímetros, espectofotómetros, o mediante técnicas digitales de análisis de imagen.<sup>5</sup>

3. Las guías de color son las herramientas que se utilizan en clínicas para la medición del color mientras que, los instrumentos usuales de medida de color antes citados suelen ser empleados en el laboratorio de investigaciones fundamentalmente. El desconocimiento por parte del clínico del manejo, condiciones de iluminación y medida, interpretación de los resultados, así como su alto costo hace que estos dispositivos no sean empleados usualmente en clínica.<sup>5</sup>

Medición de color mediante guías: Las guías dentales suelen constar de tablillas de color que se comparan sucesivamente con el diente, en condiciones de iluminación idénticas, hasta encontrar aquellas que presentan una mayor similitud cromática. La utilización de guías para medir el color en odontología es un procedimiento subjetivo y son muchas las variables que influyen en el resultado: la iluminación, la experiencia del profesional, la edad, los colores del entorno, el ángulo de visión del diente y la tablilla, la ropa y maquillaje del paciente y desde luego, la capacidad perceptiva cromática del individuo.<sup>5</sup>

Las guías de color son indispensables, tanto para la selección de color de los materiales en clínica como para comunicar este al laboratorio en el caso de que la restauración se realice con materiales que precisan ser elaborados allí. Sin embargo, existentes en los dientes naturales y, por lo tanto, no existe una guía de color ideal. A pesar de sus limitaciones, las guías más utilizadas son Vitapan Classical, y la Vitapan 3D Master (vita) y la Chromascop (Ivoclar-Vivadent).

Vitapan Classical: la Vita Classical es diferente para las guías de color. Se divide en cuatro grupos, en cuatro tonalidades: A (marrón-rojizo), B (amarillo-rojizo), C (gris) y D (gris-rojizo). Al utilizarla, lo primero que se determina es a qué grupo pertenece el diente, es decir, al grupo A, B, C, D, por lo que lo primero que determinamos es el tono A; tenemos A1, A2, A3, A4, siendo la A1 menos saturada y la A4 la más saturada de color. La luminosidad disminuye con el número. Esta guía consta, pues, de las siguientes A1: A1, A2, A3, A3.5, y A4, siendo la A1 menos saturada de color y la A4 más saturada de color. La luminosidad disminuye con el número y así sucesivamente con las siguientes letras.

---

5. Oscar Steenbecker. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva. Universidad de Valparaíso Chile.

A pesar de ser la más ampliamente utilizada, por su extrema facilidad de uso, esta escala posee muchos inconvenientes, entre los que podemos destacar:

En caso de ser usadas para toma de color en restauraciones cerámicas, poseen un espesor inadecuado, que normalmente varía de 4 a 5 mm y que debería ser reproducido en solamente 1 a 1.4 mm de cerámica.

Las tablillas no cubren el espacio cromático dental, es decir, en ella no están representados todos los posibles colores de los dientes naturales humanos. Sus variaciones de color no están sistemáticamente distribuidas en el espacio cromático dental.

Vitapan 3D Master: Vita lanzó al mercado esta nueva escala con el objeto de minimizar los problemas de la clásica. Esta guía contiene 26 tablillas que están divididas en 5 grupos de acuerdo con sus luminosidades. Dentro de cada grupo, las tablillas se ordenan según el croma creciente (vertical 1: 1.5; 2; 2.5 y 3) y según el tono o matriz (horizontalmente, amarillento, medio y rojizo). En cada tablilla se aprecian una serie de números:

El situado más arriba indica el grupo de valor al que pertenece la tablilla, del 1 al 5, en orden decreciente. El nº delante de la letra indica el croma (1,1.5,2,2.5,3) en orden creciente.

La letra indica el tono, que puede ser M (medio), L (amarillo), R (rojo). Esta guía incorpora, además, tres colores de blanqueamiento: el 0M1, 0M2, 0M3: el 0 indica alta luminosidad, el 1, 2, 3 el nivel del croma y la M el tono, que corresponde al medio.

Esta guía al utilizarla primero se selecciona la luminosidad, luego el croma y finalmente el tono o matiz. Entre sus ventajas que son apuntadas por el propio fabricante, están:

- La mejor distribución de muestras dentro de las variaciones de colores de los dientes naturales existentes.
- Distribución sistemática de las tablillas en el espacio cromático que ocupan los dientes cromáticos uniformes, lo que mejora decisivamente la precisión si se maneja bien.<sup>5</sup>

**Chromascop:** esta guía es utilizada por Ivoclar Vivadent en sus sistemas cerámicos. Presenta 20 muestras divididas en 5 grupos de matices, según la siguiente numeración: 100 (blanco), 200 (amarillo), 300 (marro claro), 400 (gris) y 500 (marrón oscuro). Cada grupo posee 4 muestras ordenadas en croma creciente, con el número 10 correspondiente al más bajo y el 40 al más elevado. Se utiliza de forma similar a la Vita Classical, eligiendo primero el matiz y luego el nivel de croma.<sup>5</sup>

---

Oscar Steenbecker. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva. Universidad de Valparaíso Chile.

## **Medición de color mediante sistemas instrumentales:**

En la actualidad existen un importante número de sistemas comerciales diseñados para ayudar al clínico y a los técnicos de laboratorio en el manejo del color en la práctica clínica. Entre ellos se incluyen colorímetros, espectrofotómetros, analizadores digitales del color e instrumentos híbridos que combinan estas tecnologías.

### **Colorímetros:**

El primer colorímetro diseñado para medir el color en los dientes fue el Chromascan de los 80. Tuvo poco éxito por la dificultad de su uso y la limitada precisión.

El shadeEye NCC (Natural Color Concept) Chroma meter (Shofu Denta) supuso la segunda generación de colorímetros dentales. Este instrumento, que fue desarrollado por Minolta y Shofu, es del tipo sonda de contacto con ventana circular que usa un flash de xenón pulsado para iluminar la superficie dentaria. La luz se proyecta sobre el diente en forma de donut, de manera que el centro de la sonda (por donde pase la luz) recibe la luz que despiden el diente, y a través de una guía de luz este haz reflejado llega al detector, que es el que lleva a cabo la cuantificación.<sup>5</sup>

### **Espectrofotómetro:**

El Vita Easyshade es un espectrofotómetro portátil. Consiste en una especie de pistola de mano conectada a una base a través de una fibra óptica. El tipo de salida de la pieza de mano se cubre con una lámina muy fina de poliuretano si se coloca en la superficie dental.<sup>6</sup>

La pieza de mano presenta fibras ópticas para la iluminación de la superficie (halógenas) y múltiples espectrofotómetros para el proceso de medida. Uno monitoriza la emisión de la luz mientras que los otros dos miden la luz dispersa por el diente a dos distancias diferentes al punto donde incide para evitar el "scattering" en lo posible.<sup>6</sup>

Sistema digital: los nuevos dispositivos para la medición del color dental se basan en sistemas digitales de análisis de imagen que se combinan con valoraciones colorimétricas que dan lugar a auténticos mapas de color.

El primero de estos sistemas es ShadeScan (Cynovad). Consiste en una especie de una pieza de mano que consta, entre otras cosas, de un sistema de iluminación halógena y pantalla LCD desde donde se monitoriza la imagen a captar.<sup>6</sup>

---

5. Oscar Steenbecker. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva. Universidad de Valparaíso Chile.

6. VITA Easyshade Advance. Manual de usuario. versión 04.12

El sistema graba la imagen e incluso, comentarios del operador. Los datos se almacenan en un archivo que se puede visualizar mediante un software que genera el "mapa" cromático, o que se manda directamente al laboratorio donde con un sistema informático equivale, proceden a su visualización. Suministra datos en Vita Clásica e incluso un mapeo del tono, croma y luminosidad. Permite la comparación de imágenes mediante software específico (shade Check) o la predicción de los resultados del blanqueamiento (shade white).<sup>6</sup>

## **Luz, color y su percepción**

Todo lo que nos rodea genera estímulos sensoriales que los sentidos canalizan al sistema nervioso central, para dar lugar a las distintas percepciones.

Los colores, sonidos, olores son construcciones mentales creadas por el cerebro, producto del procesamiento sensorial del individuo. Nuestro conocimiento se construye a través de los sentidos (vista, tacto, olfato, sabor) y del dolor.<sup>5</sup>

La visión posee receptores capaces de determinar formas, colores y movimientos, que constituyen el conjunto de estímulos físicos transmitidos como impulsos nerviosos, y que en el cerebro generan la presentación interna de la sensación o percepción. Este proceso es común en todos los sentidos.<sup>5</sup>

Percepción visual: La luz penetra en el ojo a través de la córnea, proyectándose en su parte posterior y estimulando un conjunto de foto receptores que conforman la retina, la misma que está compuesta por neuronas retinianas especializadas en convertir la luz en impulsos eléctricos, estos impulsos se transmiten a través del nervio óptico al encéfalo, donde se procesan e interpretan, generando la percepción.<sup>5</sup>

La retina se extiende sobre un epitelio pigmentado que contiene melanina, que es un pigmento negro que absorbe la luz no captada por los foto receptores, evitando así la reflexión sobre sí misma nuevamente.<sup>5</sup>

Los foto receptores están en contacto directo con el epitelio pigmentado, por encima de ellos, se encuentra una capa de células retinianas amielínicas relativamente transparente; excepto en una zona llamada fovea en la cual se hallan desplazadas hacia los lados con el fin de evitar todo tipo de interferencia o distorsión. Esta es la razón por la cual constantemente movemos los ojos, tratando de que las cosas de mayor interés se proyecten en esa zona.<sup>5</sup>

La retina humana contiene dos tipos de receptores: los bastones y los conos. Los bastones son extremadamente sensibles a la luz, actúan en la visión con luz tenue, penumbra y oscuridad.

---

5. Oscar Steenbecker. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva. Universidad de Valparaíso Chile.

6. VITA Easyshade Advance. Manual de usuario.version 04.12

El sistema de bastones es tan sensible a la luz que un solo fotón puede estimularlos, a diferencias de los conos, que necesitan centenares.<sup>5</sup>

Los bastones son acromáticos, contienen un solo tipo de pigmentos fotosensibles; de modo que todos responden de igual forma frente a diferentes longitudes de onda de luz visible.<sup>5</sup>

Los conos tienen la capacidad de percibir el color. El ojo humano presenta tres tipos de conos que responden preferentemente, aunque no exclusivamente, a longitud de onda corta, media, larga.<sup>5</sup>

Los conos sensibles a ondas cortas contribuyen a la percepción del azul, los conos de onda media al verde y los conos de onda larga al rojo. Los individuos con una visión de color normal pueden igualar el color de cualquier composición espectral de luz, combinando adecuadamente las proporciones de los tres colores azul, verde y rojo, denominados colores primarios.<sup>5</sup>

A comienzos del siglo XIX Thomas Young (1773-1829) enunció la teoría de trivarianza. De acuerdo a ella, el color se reconoce únicamente por tres clases fotorreceptores, cada uno sensible a uno de los colores primarios. Esta teoría fue refrendada a mediados del siglo XX a través de mediciones directas de los espectros de absorción de los pigmentos visuales de los conos de la retina humana.<sup>5</sup>

Cada cono tiene solo uno de los pigmentos sensibles a una determinada longitud de onda, corta, media y larga.<sup>5</sup>

Recientemente se demostró que el pigmento azul tiene su máxima absorción de  $419 \times 10^{-6}$  mm o 419 nanómetros (nm), el pigmento verde a 531nm y el pigmento rojo a 559nm. Un nanómetro es igual a 0,000001 de milímetro.<sup>5</sup>

Los pigmentos de los conos están cubiertos de una proteína denominada opsina diferente para cada tipo y un 11 cisretinal que es el componente fotosensible común de los tres.<sup>5</sup>

Los conos estimulados en forma individual no transmiten información referida a la longitud de onda, su respuesta eléctrica es siempre la misma.<sup>5</sup>

El encéfalo procesa la percepción de color comparando la respuesta de los conos estimulados por el color de los objetos con la respuesta de todos los conos de la retina.<sup>5</sup>

---

5. Oscar Steenbecker. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva. Universidad de Valparaíso Chile.

En síntesis la visión del color no solamente se basa solamente en parámetros físicos de la luz que refleja el objeto iluminado, sino que implica un complejo proceso de abstracción en el que el cerebro analiza el objeto en relación con su fondo. Variando este la percepción del color será diferente.<sup>5</sup>

## **Luz y Color**

El color enriquece el sentido de la visión dando un relevante valor estético, permitiendo la detección de los objetos dentro de ellos, patrones y particularidades que de otra manera pasarían inadvertido al observador.<sup>5</sup>

Se presenta una imagen con color y la misma únicamente en blanco y negro. La reproducción en blanco y negro pierde matices de contraste tonales, evidentes en la de color, que para este ejemplo significan una disminución del valor estético por pérdida de información.<sup>5</sup>

Si el objeto iluminado es un diente, muchas de sus característizaciones, evidentes por pequeñas diferencias de color, se pierden en una imagen blanco y negro.<sup>5</sup>

El color realza el contraste y, junto al brillo, genera un estímulo que, de armonizar con el objeto en este caso el diente, producen sensaciones que lo hace parecer bello o estético.<sup>5</sup>

Los objetos reflejan la luz que incide sobre ellos. Sin esa luz reflejada sobre la retina del ojo no habría visión. Por consiguiente, los colores que observamos son los de la luz no absorbida, y que por lo tanto han sido reflejados por el objeto iluminado.<sup>5</sup>

Una fuente natural de luz es el sol que, además, emite otros tipos de rayos con diferente longitud y amplitud de onda.<sup>5</sup>

La luz visible es una forma de energía electromagnética y representa un sector muy reducido dentro de las radiaciones electromagnéticas, cuyas longitudes de onda varían desde las muy pequeñas como los rayos cósmicos, o a ondas de varios metros como las de radio.<sup>5</sup>

El ojo humano es sensible a longitudes de onda que van desde 400 a nm a 700nm de frecuencia. Entre esos valores está comprendida la luz visible, que estimula los receptores fotosensibles de la retina, conos y bastones.<sup>5</sup>

A la luz de única frecuencia se le llama, luz monocromática (del griego “mono” “un” chroma color). La luz visible que contiene todas las frecuencias o colores, se denomina luz blanca o policromático.<sup>5</sup>

---

5. Oscar Steenbecker. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva. Universidad de Valparaíso Chile.

Si hace incidir un rayo de luz blanca sobre un prisma, se obtendrá un espectro de colores. Los colores son un fragmento de luz blanca, que corresponden a distintas longitudes de ondas. Las cortas 400 nm corresponde al azul, 550 nm al verde y las de 700 nm al rojo.<sup>5</sup>

Los colores se clasifican en primarios, secundarios o terciarios. Los primarios son los que se consideran absolutos y que no pueden crearse mediante la mezcla de otros. Estos son el rojo, el verde y el azul. Se obtienen especialmente por la descomposición de la luz solar o artificial por la emisión de luz a través de determinada longitud de onda. Se utilizan en el campo de la ciencia para la formación de imágenes de televisión, monitores y proyectores de imagen digitales.<sup>5</sup>

Los tonos secundarios se obtienen mezclando partes iguales de los primarios, estos son el magenta, Cian y el amarillo.<sup>5</sup>

La suma de esos tres colores produce el gris neutro en lugar de blanco como son los primarios de los colores aditivos.<sup>5</sup>

El color se forma por sustracción de una longitud de onda determinada, reflejando el color o los colores no absorbidos.<sup>5</sup>

Analogamente, el papel de sus páginas se ve blanco por que refleja la totalidad de la luz; mientras que las letras aparecen de color negro pues la absorben totalmente.<sup>5</sup>

Esta es la concepción sustractiva del color. En ella los colores cian, magenta y amarillo, son colores primarios sustractivos.<sup>5</sup>

La industria utiliza el sistema de colores sustractivos para la fabricación de pinturas con base en distintos pigmentos, las imprentas las tintas, el arte con oleos, acuarelas, etc. En odontología se utiliza este sistema para la obtención de los colores de los materiales estéticos: Cerámicas y resinas.<sup>5</sup>

Los colores terciarios se obtienen por mezcla en partes iguales de un tono primario y un secundario adyacente.<sup>5</sup>

Los sistemas aditivos y sustractivos se complementan puesto que los colores primarios de uno son los secundarios de otros.<sup>5</sup>

### **Propiedades del color.**

Dado que el color no es una magnitud física, solo es posible referirse a través de sus propiedades; tonalidad, valor y croma.<sup>5</sup>

---

5. Oscar Steenbecker. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva. Universidad de Valparaíso Chile.

La percepción del mismo y sus propiedades varían si el objeto coloreado se observa a través de un elemento transparente o translucido con o sin opalescencia o fluorescencia.<sup>5</sup>

Las superficies con distinto grado de textura y pulido también generan diferencias en la apreciación del color.<sup>5</sup>

### **Tonalidad.**

La tonalidad, el tono o el matiz (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 esto es habitual que se confundan con el color.<sup>5</sup>

El rojo, el verde y el azul son tonos absolutos, los mismos que no se obtienen por la combinación de luces de otros matices que no sean los propios, pero que combinados adecuadamente reproducen los tonos de la naturaleza.<sup>5</sup>

### **Valor**

El valor o brillo es la propiedad que distingue los colores claros de los oscuros. El blanco es el color de mayor brillo, el negro y entre ambos existe una gama de grises cuyo valor dependerá de la proporción de su combinación.<sup>5</sup>

Cuanto más gris es un color menor será su valor; por el contrario, cuanto más se aproxime al blanco sea más brillante, reflejando más luz, mayor valor.<sup>5</sup>

En el “sistema de color” de Albert H Munsell, el valor está representado sobre un eje vertical dividido en nueve grados, correspondiendo el extremo inferior al negro y el superior al blanco.<sup>5</sup>

Desde cada uno de ellos parten horizontalmente ejes radiales con tonos o matices con la mezcla de gris correspondiente de la mezcla de negro y blanco en una proporción específica. Por ejemplo en el nivel 6.1 dentro de los valores bajos corresponderían tres partes de blanco cinco de negro y un sexto del tono o matiz.<sup>5</sup>

Hasta horizontal alcanza en su parte más externa el tono más intenso o puro sin ningún gris, correspondiendo al tono o matiz puro. A ese tono se denomina patrón a partir del cual por comparación se define un tono más claro o más oscuro. Se puede observar que puede variar el croma sin alterar el valor.<sup>5</sup>

---

5. Oscar Steenbecker. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva. Universidad de Valparaíso Chile.

## **Croma.**

Se define como la saturación o intensidad de un tono. La pureza de un tono expresa la vivacidad o palidez del mismo. También se define por la cantidad de gris y que contiene un color. Mas gris en su proporción menos saturado es el croma.<sup>5</sup>

El sistema de color munsell cada horizontal representa un determinado tono cuya primera división contigua al eje contiene la mayor proporción de gris que va disminuyendo hasta la última división que no lo posee, siendo este el tono puro de mayor croma o intensidad.<sup>5</sup>

## **Trasparencia y translucidez**

Son cuerpos transparentes aquellos que al ser iluminados dejan pasar la luz incidente a través de ella que está detrás. El ejemplo el cristal y la cornea en el cuerpo humano.<sup>5</sup>

Son cuerpos translucidos aquellos que cuando no iluminados dejan pasar parcialmente la luz incidente. Si se observa a través de ellos no se distinguen claramente la forma, el color y movimiento de los objetos colocados detrás de ellos. El vidrio esmerilado, la cerámica y el esmalte dental son ejemplos.<sup>5</sup>

En particular lo que se refiere al esmalte dental, la luz incidente lo atraviesa como un elemento translucido, dispersándose parcialmente en su espesor y reflejando el resto de la dentina que actúa como elemento opaco de reflexión.<sup>5</sup>

El pasaje de la luz de un medio a otro con distinto índice de refracción provoca el cambio de dirección de los rayos luminosos, de su intensidad y color. A ello se agrega el color reflejado sobre la superficie opaca, color rojo-amarillento de la dentina.<sup>5</sup>

El esmalte dental presenta distintos grados de translucidez que varían con la edad del individuo. En individuos jóvenes presenta mayor espesor, menor calcificación y una superficie generalmente irregular. El grado de translucidez adamantino es bajo y se percibe un color claro de valor alto. Con el avance de la edad y la función disminuye el espesor, aumenta la calcificación y la superficie se torna más pulida, permitiendo una mayor reflexión de la luz incidente.<sup>5</sup>

---

5. Oscar Steenbecker. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva. Universidad de Valparaíso Chile.

En lo que se refiere a la percepción del color, el diente presenta en vestibular tres zonas bien definidas. El tercio medio donde la disposición de los prismas del esmalte y su conformación dejan pasar la luz con una mínima interferencia, la distorsión del color de la dentina subyacente es mínima. El tercio gingival muestra una acentuación del tono por la disminución del espesor de esmalte y la influencia de los tonos rojizos de la encía subyacente. El tercio incisal puede presentarse libre de dentina en 1.5 mm a 2.5 mm en sentido gingivo-oclusal, con un tono gris azulado dado que solo lo atraviesan las ondas de luz más cortas, filtrándose las de mayor longitud. Aquí puede presentarse un contraste entre el gris azulado de bajo valor y el resto del diente que alcanza valores elevados en individuos de mediana edad.<sup>5</sup>

Otra situación de translucidez del borde incisal se extiende por las caras proximales. Se presenta en dientes no tan jóvenes, con superficies más lisas y esmalte más maduro. La toma del color de estos dientes puede ser confusa. El tono central del diente es generalmente claro e intenso, rodeado de un marco de esmalte translucido agrisado, acentuado por el reflejo de la oscuridad de la cavidad oral. Es habitual encontrar esta característica en personas con diastemas acentuados.<sup>5</sup>

Un elemento translucido sobre un material opaco, permite percibir profundidad en el color, vivacidad en el tono y destacar las particularidades que pudieran existir entre este y el elemento opaco donde se refleja la luz.<sup>5</sup>

pulido de la superficie es tan importante como el espesor en un material translucido en la percepción de la profundidad. Si la luz se refleja solo en la superficie o en la profundidad, la sensación varía, lo que para obtener resultados óptimos deben combinarse ambas.<sup>5</sup>

## **Fluorescencia**

La fluorescencia es la capacidad que tiene algunos elementos de transformar los rayos ultravioletas, invisibles al ojo humano, en rayos de onda mayor de 400 nm dentro de la tonalidad del azul, por ende visibles.<sup>5</sup>

La sustancia fluorescente solo emiten luz mientras reciben rayos ultravioletas, a diferencia de las fosforescentes, que continúan con la emisión de luz durante un tiempo aunque haya cesado el estímulo. Los interruptores de la luz o los números en las esferas de los relojes clásicos son ejemplos de estos últimos.<sup>5</sup>

---

5. Oscar Steenbecker. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva. Universidad de Valparaíso Chile.

Los dientes, y en especial el esmalte, son elementos fluorescentes que responden adecuadamente frente al estímulo de las luces con componentes ultravioletas. Las restauraciones protésicas realizadas con materiales que no producen esas características se ven oscuras o negras en ambientes con esas longitudes de onda. Actualmente se fabrican cerámicas y resinas con esas propiedades. Su elección debe primar frente a otras, dado que ese tipo de iluminación es más frecuente.<sup>5</sup>

### **Opalescencia.**

Opalescencia significa el reflejo opalino, relativo al ópalo, que es una piedra tornasolada.<sup>5</sup>

Este término se aplica a los elementos que presentan características ópticas similares al ópalo. Un ejemplo de ello son los dientes naturales.<sup>5</sup>

El ópalo es una variedad de sílice hidratada, formada por pequeñas esferas cristalinas de dióxido de silicio amorfo de 0.15  $\mu\text{m}$  y agua intersticial. Desde el punto de vista óptico se comporta como un elemento de índice de refracción bajo, generando una dispersión azulada con luz reflejada. Si la luz se aplica por detrás o lateralmente, como en la transiluminación, el ópalo cambia a una tonalidad rojo amarillenta, debido a que filtra la luz permitiendo únicamente la transmisión de luz de mayor longitud.<sup>5</sup>

Las resinas no presentan este inconveniente, las partículas opalescentes se mantienen estables, por lo que es más sencillo obtener el defecto.<sup>5</sup>

### **Terminación de la superficie: Textura superficial y su influencia sobre el color.**

El aspecto de una restauración que alcance valor estético dependerá de la suma de los fenómenos de reflexión, refracción y dispersión de la luz.<sup>5</sup>

Los cuerpos no luminosos se clasifican de acuerdo a su comportamiento cuando sobre él incide una fuente de luz.<sup>5</sup>

La terminación de la superficie da distintas posibilidades de reflexión de la luz. Si esta se refleja casi en su totalidad como ocurre en los metales pulidos, únicamente se observará luz blanca reflejada con un aporte del color de la superficie.<sup>5</sup>

---

5. Oscar Steenbecker. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva. Universidad de Valparaíso Chile.

Por el contrario, si la luz parte en la superficie, y el resto penetra refractándose en el interior del material, llegando a un fondo opaco donde puede absorberse y reflejarse, se obtendrá un color con profundidad generado en el espesor de un elemento translucido sobre un fondo mate. Esto es lo que ocurre en un diente natural donde el esmalte translucido recubre la totalidad de la corona anatómica.<sup>5</sup>

## **COMPOSICIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS**

### **Matriz Orgánica**

La matriz orgánica está formada por el BIS-GMA, también llamada molécula de Bowen, que es un co-monómero integrado por una resina epóxica y una resina vinílica. También se puede utilizar el uretano dimetacrilato (UDMA), comonómero formado por una resina compuesta, originada por la unión de un poliol, un isocianato y un metilmetacrilato.<sup>5</sup>

En estas matrices orgánicas, se encuentra la potencialidad de polimerización, ya sea por procedimientos químicos o fotoquímicas.

### **Plastificantes**

Son los destinados a bajar la viscosidad de la matriz orgánica, como el metilmetacrilato (MMA), el etilenglicol dimetacrilato (EGDMA) y el trietilenglicol dimetacrilato (TEGMA). Dada la pequeña cantidad en que se agregan se les llama oligómeros (materias que encontrándose en sustancias están en una cantidad o proporción ínfima).<sup>5</sup>

### **Relleno Inorgánico**

Remplaza, en peso, en un 50% a 80% a la matriz orgánica, en la composición de una resina compuesta. Se presenta en partículas de diferentes formas y tamaños, en donde el átomo de silicio, siempre está presentes.

Se utiliza como rellenos: el cuarzo, la sílice, la sílica pirolítica, cristales o vidrios e bario y estroncio, silicatos de litio y aluminio e, incluso, hidroxiapatita sintética.

De acuerdo con el tamaño de las partícula, las resinas compuestas se pueden clasificar en: macropartículas (40nm), de partículas pequeñas (no mayores de 1mm), microparticuladas (0,004mm), híbridas (mezcla de partículas pequeñas, microparticulas y nanoparticulas).<sup>5</sup>

---

5. Oscar Steenbecker. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva. Universidad de Valparaíso Chile.

El tamaño de la partícula no solo influye en la cantidad de carga de relleno que una resina compuesta tenga, sino que, también, en su facilidad o dificultad de pulido, dureza y en resistencia mecánica.<sup>5</sup>

A mayor tamaño de partícula: mayor carga, mayor dificultad de pulido y mayor resistencia. A menor tamaño de partícula: la superficie aumenta, por lo tanto, se requiere de una mayor cantidad de matriz orgánica que las puedan unir, lo cual implica una menor carga.<sup>5</sup>

Esta partícula reemplaza en peso hasta un 80% de la matriz orgánica, pero en volumen sólo lo hace hasta un 60% máximo.<sup>5</sup>

### **Agentes de enlace o acople**

Cumplen la función de unir una partícula inorgánica a la matriz orgánica. Son compuestos orgánicos silánicos, moléculas con duplicidad reactiva, por una parte con el BIS-GMA y, por otra, con la sílice que contiene el relleno inorgánico que forma la partícula. El primero utilizado fue el vinil silano, que por su baja reactividad ha sido cambiado, en la actualidad, por el gamma 3 (metacriloxi) propiltrimetoxisilano.<sup>5</sup>

### **Sistema de Activación**

Cualquiera sea la composición o uso que una resina compuesta pueda tener (directo o indirecto), requiere para su polimerización (endurecimiento) de un iniciador de ella, que es el peróxido de benzoilo.<sup>5</sup>

Este indicador debe, a su vez, ser activado en su producción de radicales libres que abran los dobles enlaces de una resina compuesta (los diacrilatos o metilmetacrilato).<sup>5</sup>

Para ello se pueden utilizar agentes físicos como el calor (solo en las resinas indirectas); agentes químico como una amina terciaria, la dimetil paratoluidina, o el ácido sulfinico (en las resinas de autopolimerización), en donde un elemento fotosensible es activado por una determinada longitud de onda es el caso del éter metílico de la benzoina, que se activa a los 470nm bajo un luz visible.<sup>5</sup>

### **ACTIVACIÓN POR LUZ VISIBLE**

los sistemas activados por luz ultravioleta son en la actualidad son los de elección, la profundidad de fraguado es mayor (3mm) y se acorta el tiempo de exposición de 30segundos por capa, aunque el esmalte atenúa la luz visible permite polimerizar la resina en zonas retentivas de la preparación. Las unidades no requieren un calentamiento previo, y mantienen su eficiencia más constante que las lámparas de luz ultravioleta.<sup>5</sup>

---

5. Oscar Steenbecker. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva. Universidad de Valparaíso Chile.

Los fotoiniciadores son diquetonas (canforoquinona) que produce radicales libres al ser expuesto a la luz visible de espectro azul (420-450nm.), contienen además en pequeña cantidad aminas terciarias que aceleran la reacción inicial, disminuyendo el tiempo de fraguado. Muestran mejor estabilidad de color ya que son las aminas y el peróxido de benzoilo culpables de las alteraciones de color. Las unidades están compuestas por una caja que contiene los siguientes elementos: bombilla, ventilador, interruptor, temporizador, y un cable de fibra óptica que sale de la caja y conduce la luz de la unidad a la punta de polimerización, se debe tener cuidado de no doblar el cable para no fracturar la fibras ópticas individuales. Las unidades tipo pistola cuyos elementos funcionales están en la unidad compacta eliminan la necesidad del cable de fibra óptica, cuentan con puntas intercambiables de varios diámetros. Las unidades de luz visible se consideran menos peligrosas, deben de tomarse precauciones para evitar lesiones de la retina debido a la luz visible directa o refleja, la luz azul intensa puede producir lesión en los foto receptores del ojo con un efecto acumulativo. Se debe utilizar protectores diseñados para absorber la luz azul.<sup>5</sup>

### **Reacción de Polimerización**

Por definición se denomina polimerización al proceso químico por el cual los monómeros de la matriz de resina del composite (compuestos de bajo peso molecular) se agrupan químicamente entre sí dando lugar a una gran molécula de peso, llamada polímero, que, o bien es una cadena lineal o una macromolécula tridimensional.<sup>5</sup>

En la actualidad la mayoría de los composites disponibles son fotopolimerizables, la reacción de fraguado del material comienza cuando se le suministra energía mediante una fuente de luz visible. A pesar de las indudables ventajas que este tipo de reacción de fraguado aporta al uso clínico del material (posibilidad de controlar el tiempo de manipulación del composite por parte del operador; obtener una polimerización rápida, intensa y fiable y una mayor estabilidad del color de las restauraciones), también presenta algunos inconvenientes. En este sentido, puede ocurrir que el proceso de polimerización se inicie con la luz ambiental o que la lámpara de polimerización no funcione correctamente, por lo que se produce un endurecimiento del material.<sup>5</sup>

### **Fases de la reacción de polimerización**

En la reacción de fraguado de los composites fotoactivados podemos hablar de dos fases: una lumínica, que es la que produce durante el periodo en que la lámpara de polimerización está encendida, y de una fase oscura, que es la que se produce tras el apagado de la lámpara y que transcurre durante las 24 horas tras el comienzo de la reacción. En la fase lumínica de la reacción de polimerización se distinguen varias fases:

---

5. Oscar Steenbecker. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva. Universidad de Valparaíso Chile.

### **Fase de activación:**

La energía necesaria para poner en marcha la reacción de polimerización no es otra que la energía fotónica procedente de fuentes de luz. Esta energía es la encargada de activar al fotoiniciador incorporado al material, sustancia sensible a una determinada longitud de onda. En el caso de la CQ, el fotoiniciador más común los grupos cetonas de sus moléculas se activan por luz en el rango de los azules, un pico de máxima absorción a 468nm de longitud de onda. Se han utilizado diferentes tipos de fuentes lumínicas para la fotoactivación de los composites. Las más usuales desde el punto de vista clínico son: las lámparas halógenas, las lámparas de arco de plasma y las lámparas de diodos.<sup>5</sup>

### **Fase de iniciación o inducción:**

En ella el iniciador activado previamente por la luz, se combina con una amina terciaria generando radicales libres.

Fases de propagación:

En esta fase los radicales libres se combinan con los monómeros convirtiéndolos a su vez en especies reactivas capaces de unir a otros monómeros convirtiéndolos a su vez en especies reactivas capaces de unirse con otros monómeros. Se conectan entre sí a través de enlaces covalentes formando moléculas de cadenas más largas denominadas polímeros. Una vez que comienza el proceso, la reacción progresa a una velocidad considerable. Aunque teóricamente la reacción en cadena prosigue hasta que todo el monómero se transforma en polímero, en realidad la polimerización nunca es completa, ya que hay otros procesos que compiten con la reacción de propagación y que conllevan a la fase de terminación.<sup>5</sup>

### **Fase de terminación:**

Se puede producir por:

- El acoplamiento de dos cadenas en crecimiento para formar una cadena terminal.
- Por saturación de los radicales libres con átomos de hidrógenos liberados de algunas de las cadenas de formación.
- Puede ocurrir que la cadena de crecimiento reaccione con impurezas o bien incluso con alguna molécula de iniciador, convirtiéndose en no reactiva.<sup>5</sup>

---

5. Oscar Steenbecker. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva. Universidad de Valparaíso Chile.

## La expresión numérica del color.

### Qué es $\Delta E$ (Delta E)

La expresión  $\Delta E$  [nota del traductor: o  $DE$ , léase en cualquier caso como "delta E" o, menos apropiadamente, como "error delta", en español] se deriva de la palabra en alemán para "sensación": *Empfindung*.  $\Delta E$  significaría entonces literalmente "Diferencia en sensación".

Delta E 1, equivale al color verdadero sin diferencia entre lo medido y lo visualizado. Delta E <3, un valor de menos de Delta 3 no es perceptible para el ojo humano, mayor de tres es perceptible por el ojo humano.

### Establecimiento de tolerancias CIELCH

Los usuarios de CIELCH deben escoger un límite de diferencias para  $DL^*$  (Claridad),  $DC^*$  (croma) y  $DH^0$  (matiz). Esto crea una caja cuneiforme alrededor del estándar. Dado que CIELCH es un sistema de coordenadas polares la caja de tolerancias puede ser girada con respecto del ángulo de matiz.

### Análisis visual contra análisis instrumental

Aún cuando ningún sistema de establecimiento de tolerancias es perfecto las ecuaciones de CMC y CIE94 son las que representan mejor la diferencia de color tal y como la vemos.

Método de Tolerancia	% Concordancia vs Visual
CIELAB	75%
CIELCH	85%
CMC o CIE94	95%

### CIELAB ( $L^* C^* h^*$ )

Este sistema utiliza coordenadas polares. Esta expresión de color se puede derivar de CIELAB.

$\Delta L^*$  = diferencia en el valor de claridad/oscuridad

+ = más claro    - = más oscuro

$\Delta C^*$  = diferencia en el croma.

$\Delta$  + = más brillante    - = más opaca

h = diferencia en el matiz.

## **IV. Diseño Metodológico**

### ***Tipo de estudio:***

Estudio experimental in vitro.

### ***Área de estudio:***

Facultad de Odontología en el Campus Médico ubicado al sur de la ciudad de León.

### ***Población de Estudio:***

Para este estudio se utilizó una población de 120 discos de resinas de alta densidad de diferentes casas comerciales Color A3. El tamaño de la muestra escogido para cada grupo de estudio fue de 5 especímenes por grupo según agente colorante.

### ***Instrumento de recolección de datos:***

En el instrumento para la recolección de la información se utilizó una tabla (ver anexo) donde se especificó el grupo y el número de la muestra en estudio, en el cual se indicó el cambio de coloración de las resinas sumergidas en distintos agentes colorantes durante diferentes periodos de tiempo.

El método que se utilizó es de observación.

Para la realización del siguiente estudio, se diseñó 20 discos de resina empacable por cada casa comercial, para un total de 60 especímenes, mediante la utilización de arandelas de láminas de plástico con un diámetro interno de 2mm y un espesor de 4mm, estandarizado de esta manera el tamaño de todas las muestras.

Luego de obtenidas las arandelas se procedió a desinfectarlas con glutaraldehído al 10% por 24 horas para su esterilización y luego se lavaron con agua destilada utilizando guantes quirúrgicos para evitar la contaminación de las mismas.

Para la obtención de los discos de resina se apoyó la arandela contra una banda transparente que se colocó encima de una loseta de vidrio y luego se empacó la resina compuesta de alta densidad con una espátula TNCIGFT No. 2 Goldstein Flexi-Thin (Hu-Friedy) procurando evitar burbujas de aire, luego se colocó otra lamina transparente encima de la arandela con la resina empacada se procedió a colocar otra loseta de vidrio de 2mm encima de la banda transparente. Posteriormente se procedió a la fotopolimerización del material durante 20 segundos, para la polimerización se utilizó una unidad de fotocurado Bluephase C5 (Ivoclar Vivadent) con una intensidad medida periódicamente con radiómetro

que trae integrada dicha lámpara de 550nm, estandarizado de esta manera todos los tiempos de polimerización.

Luego las muestras se sumergieron durante 2 semanas y 1 mes en cuatro sustancias colorantes (café, té, Coca Cola y un grupo control (Agua), las cuales se almacenaron en botes estériles de 5 especímenes por cada agente colorante y se rotulo con la marca comercial de la resina, el color al que pertenece, el agente colorante al que fue sometido y se almacenaron a una temperatura de 37 grados centígrados.

Se utilizó Coca Cola desechable de 500 ml, agua purificada desechable alpina de 600ml, Té marca Lipton y Café del lugar casa del café el cual se encuentra dosificada 1 onza de café y 6 onzas de agua para un vaso de 8 onzas.

Antes de ser sometidas a la prueba de color se calibro y se especifico en el fotospectrometro easysshade el color al que pertenecían dichas resinas Color A3 al guardarse esta medición se ponen en cero todas las desviaciones del aparato ejemplo.



Luego se procedió a la toma de color después de ser sumergidos los discos en las respectivas sustancias colorantes y el fotospectrometro marca respectivamente los valores al que corresponde para cada una de los discos.

Para la calibración de la muestra se realizo un ensayo de 5 muestras previas a las muestras definitivas el cual se realizara con un experto (especialista en esa área).

Las pruebas de estabilidad de color y valor de dichas resinas será realizada por un instrumento de medición llamado fotospectómetro el cual esta calibrada por la empresa Vita.

## Identificación y Operacionalización de las variables

Objetivos	Variable	Definición	indicador	Valor
❖ Medir los cambios de color del componente de color valor denominado L* luminosidad en resinas de alta densidad según agente colorante.	Estabilidad de la luminosidad.	Constancia o permanencia del grado de claridad de una resina compuesta.	Índice CIELCH (L* C* H*)	L*:(0 a 100) + = más claro - = más oscuro
❖ Determinar el tiempo en que aparecen los cambios de color de resinas de alta densidad según el agente colorante.	Tiempo de cambio	Transformación o no de un estado de color dentro de un determinado tiempo.	Si presento cambio de color en un determinado tiempo  No presento cambio de color en un determinado tiempo.	1 mes 2 semanas

## **Plan de Análisis**

Se calcularán los promedios y las desviaciones estándar de la prueba estadística CIELAB se realizará un análisis de varianza (ANOVA) de tres vías para las variables: marca de resina, color y agente colorante todo calculado a un nivel de significancia de 0.5.

Se calcularán los promedios con la prueba estadística Turkey-Kramer a un nivel de significancia de 0.05. Utilizando el programa estadístico Microsoft Excel a un nivel de significancia de 0.5.

**Tabla N 1º**

***Promedios de los valores del componente del color valor L\* (luminosidad) en resinas de alta densidad color A3 según agentes colorantes, sumergidas durante 2 semanas.***

<b>Agentes colorantes y grupo control</b>	<b>Resinas de alta densidad color A3 Valor L* (Luminosidad)</b>		
	Z350 XT MT Color A3	Z 250 XT MT Color A3	BRILLIANT Color A3
Coca-cola	-1.7	-3.1	-3.7
café	-4.3	-6.1	-8.1
té	-3.0	-4.9	-4.9
Agua Control	-0.90	-1.04	-1.04

Fuente primaria

Al comparar los promedios de estabilidad de color del componente valor L\* podemos observar que todas las resinas al ser sumergidas en el agente colorante se encuentran con valores menores lo que indica que son más oscuras en comparación con el grupo control (agua) y la resina Z250 XT<sup>TM</sup> Color A3 presenta en primer lugar menor luminosidad o más oscura al ser sometida en la sustancia colorante Té, en segundo lugar la sustancia Café y en tercer lugar encontramos Coca Cola, en las sustancias Té y Café no hay mucho discrepancia entre ambas y se obtiene un tono gris según escala de munsell. En la resina Z350 XT<sup>TM</sup> Color A3 hay menor valor al ser sumergida en la sustancia Café, en segundo lugar el Té y en tercer lugar Coca Cola. En la resina BRILLIANT Color A3 se observó un menor valor en Café seguido del Té y en tercer lugar Coca Cola.

**Tabla N°2**

***Promedios de los valores del componente del color valor L\* (luminosidad) en resinas de alta densidad color A3 según agentes colorantes, sumergidas durante 1 mes.***

<b>Agentes colorantes y grupo control</b>	<b>Resinas de alta densidad color A3 Valor L* (Luminosidad)</b>		
	Z250 XT MT Color A3	Z 350 XT MT Color A3	BRILLIANT Color A3
Coca-cola	-3.9	-4.2	-4.6
café	-8.6	-6.6	-5.9
té	-7.2	-5.0	-5.5
Agua Control	-1.28	-1.64	-1.16

Fuente primaria

En esta tabla podemos observar que promedios de estabilidad de color del componente valor L\* podemos encontrar que todas las resinas al ser sumergidas en el agente colorante se encuentran con valores menores, lo que indica que son más oscuras en comparación con el grupo control (agua) y estos promedios relacionados con las muestras de dos semanas son más elevados, es decir que a medida que aumenta el tiempo sumergidas las resinas en los agente colorantes disminuye su valor. En la resina Z250 XT<sup>TM</sup> Color A3 presenta en primer lugar menor luminosidad o más oscura al ser sometida en la sustancia colorante Café, en segundo lugar la sustancia Té y en tercer lugar encontramos Coca Cola. En la resina Z350 XT<sup>TM</sup> Color A3 hay menor valor al ser sumergida en la sustancia Café, en segundo lugar el Té y en tercer lugar Coca Cola. En la resina BRILLIANT Color A3 se encontró un menor valor en Café seguido del Té y en tercer lugar Coca Cola.

**Tabla N° 3**

***Promedios de los valores del componente del color Delta E en resinas de alta densidad color A3 según agentes colorantes, sumergidas durante 2 semanas.***

Agentes colorantes y grupo control	Resinas de alta densidad color A3 Delta E		
	Z250 XT MT Color A3	Z 350 XT MT Color A3	BRILLIANT Color A3
Coca-cola	3.1	1.9	4.5
café	7.1	7.5	9.3
té	7.5	7.7	5.8
Agua Control	1.38	1.02	1.34

Fuente primaria

En la siguiente tabla podemos encontrar en la resina Z 250 XT <sup>TM</sup> Color A3 al ser sometida con el agente colorante Coca Cola presento un valor más bajo que se clasifica como **Normal** que indica que da un color diferente bajo la mayoría de observadores, el valor más alto lo encontramos la sustancia y se clasifica como **mala**. En la resina Z350 XT <sup>TM</sup> Color A3 al se observa un color diferente bajo la mayoría de observadores y el índice más alto se obtuvo con la sustancia Té y en segundo lugar Café clasificándose ambas como **mala**, excepto la sustancia colorante Coca Cola que presento un valor menor de tres que no es perceptible bajo el observador. En la resina BRILLIANT Color A3 Todas las sustancias colorantes presentan un color diferente bajo la mayoría de observadores presentando el índice más alto la sustancia Café segundo lugar Té y tercer lugar Coca Cola Considerándose **mala**.

**Tabla N° 4**

***Promedios de los valores del componente del color Delta E en resinas de alta densidad color A3 según agentes colorantes, sumergidas 1 mes.***

Agentes colorantes y grupo control	Resinas de alta densidad color A3 Delta E		
	Z250 XT MT Color A3	Z 350 XT MT Color A3	BRILLIANT Color A3
Coca-cola	4.6	2.0	12.6
café	18.7	16.3	22.8
té	22.1	23.3	14.3
Agua Control	1.76	1.48	1.44

Fuente primaria

En la siguiente tabla podemos encontrar en la resina Z 250 XT™ Color A3 al ser sometida con el agente colorante Té presento un valor más bajo que se clasifica como **mala** que indica que da un color diferente bajo la mayoría de observadores en segundo lugar Café y en tercer lugar Coca Cola Clasificándose ambas como **mala**. En la resina Z350 XT™ Color A3 se observa un color diferente bajo la mayoría de observadores y el índice más alto se obtuvo con la sustancia Té y en segundo lugar Café clasificándose ambas como **mala**, excepto la sustancia colorante Coca Cola que presento un valor menor de tres que no es perceptible bajo el observador. En la resina BRILLIANT Color A3 Todas las sustancias colorantes presentan un color diferente bajo la mayoría de observadores presentando el índice más alto la sustancia Café segundo lugar Té y tercer lugar Coca Cola Considerándose **mala**.

## V. Discusión de los resultados

El color es una parte fundamental de la odontología estética. Sin duda, el color es uno de los parámetros de mayor peso cuando el paciente juzga la calidad de la restauración que la acaba de realizar su dentista. El alcanzar un perfecto mimetismo con los tejidos o los dientes circundantes se convierte así en un objetivo de primera importancia para el profesional de la odontología, motivo por el que está obligado a conocer y comprender todo lo relacionado con el cromatismo dentario y de los materiales de restauración.

Se puede observar que el valor  $L^*$  (luminosidad) en las tres resinas de alta densidad color A3 al ser sumergidas en los diferentes agentes colorantes durante 2 semanas presentaron luminosidades de menor valor en el agente colorante Café para las tres resinas, en segundo lugar Té y tercer lugar Coca Cola. Podemos observar que en 2 semanas la resina con menores cambios en la luminosidad es la resina Z350 XT<sup>MT</sup> Color A3, en segundo lugar Z250 XT<sup>MT</sup> Color A3 y tercer lugar BRILLIANT.

En los promedios del Valor  $L^*$  (luminosidad) en las tres resinas de alta densidad color A3 sumergidas durante un mes presenta menor valor el agente colorante Café en segundo lugar Té y tercer lugar la Coca Cola. Evaluando la resina con todos los agentes colorantes se observó que la más estable es la Z350 XT<sup>MT</sup> Color A3 a excepción del café que se encuentra un poco más alto que la resina BRILLIANT la cual se encuentra en segundo lugar y en tercer lugar Z250 XT<sup>MT</sup>.

Recordemos que existen intervalos dentro de los cuales delta E clasifica los diferentes colores. Los valores delta E menores de 1 no serán apreciados por el ojo humano los valores delta E entre 1 y 3,3 pueden ser apreciados por un operador con habilidad pero considerados clínicamente aceptables. Las diferencias de delta E mayores de 3.3 fueron consideradas una diferencia apreciable por personas no entrenadas por lo cual sería clínicamente inaceptable. Las diferencias de color similar a un delta E igual a 2 son aceptables como clínicamente tolerables de acuerdo al ADA (Asociación Delta Americana).

Se aprecia que al comparar el Delta E de las resinas de alta densidad sumergidas en los agentes colorantes durante 2 semanas se apreció que la resina Z 250 XT<sup>MT</sup> Color A3 hubo más cambio de color en el agente colorante Té con valores mayores de 3 que se considera clínicamente inaceptables apreciadas ante un operador con habilidad, seguidamente del café y por último Coca cola. Z 350 XT<sup>MT</sup> Color A3 se encontró que hubo más cambio de color en el agente colorante Té con valores mayores de tres que se consideran que pueden ser apreciados el cambio de color por un operador con habilidad, seguidamente de la Café y por último Coca Cola con valor de 1.9 que se consideran clínicamente aceptables.

BRILLIANT Color A3 se encontró que hubo más cambio de color en el agente colorante café, seguidamente de Té y por ultimo Coca cola pueden ser apreciados por un operador con habilidad pero se considera clínicamente inaceptable.

Las resinas de alta densidad sumergidas en los agentes colorantes durante un mes se apreció que la resina Z 250 XT<sup>MT</sup> Color A3 y Z 350 XT<sup>MT</sup> Color A3 presentaban valores similares en el cambio de color según el agente colorante en primer lugar te en segundo lugar Café y en tercer lugar Coca Cola siendo ésta un poco mayor Delta E en Z 250 XT<sup>MT</sup> que en la Z 350 XT<sup>MT</sup>. En la resina BRILLIANT el agente colorante que presento mayor Delta E es el Café en segundo lugar el Té y en tercer lugar Coca Cola.

Se podría decir que a medida que aumenta el tiempo en que las tres resinas se encuentran sumergidas en los diferentes agentes colorantes se aumenta el valor del Delta E y disminuye la luminosidad en los diferentes agentes colorantes.

## VI. Conclusiones

1. En relación con el Delta E y el valor L\* de las resinas Z350 XT<sup>TM</sup> y Z250 XT<sup>TM</sup> sumergidas en los agentes colorantes durante dos semanas y un mes, se encuentran más inestables en el color con los agentes colorantes en primer lugar Té.
2. En relación con el Delta E y valor L\* la resina BRILLIANT durante dos semanas y un mes se encuentra más inestable en el agente colorante Café.
3. En relación con el Delta E las resinas y el grupo control agua durante dos semanas no presentan cambio de color bajo la mayoría de observadores presentándose la más estable de las tres resinas es la Z350 XT<sup>TM</sup>, segundo BRILLIANT y tercer lugar Z250 XT<sup>TM</sup>.
4. En relación con el Delta E las resinas y el grupo control agua durante un mes no presentan cambio de color bajo la mayoría de observadores presentándose la más estable de las tres resinas es BRILLIANT, segundo lugar Z350 XT<sup>TM</sup> y por ultimo Z250 XT<sup>TM</sup>.

## VII. Recomendaciones

1. Utilizar una lámpara de fotocurado de longitud de onda adecuada (no menor a 450nm) e intensidad no menor a 600 mW/cm<sup>2</sup> para una correcta polimerización del material.
2. Utilizar resinas compuestas que poseen estabilidad de color adecuadas según agentes colorantes que se encuentran expuestos en las dietas de los pacientes y de esta manera asegurar una mejor estética exigida por parte del paciente.
3. Realizar otros estudios similares utilizando diferentes materiales dentales restaurativos, para identificar si los resultados siguen el mismo patrón que los del presente estudio.
4. Realizar otros estudios con diferentes tipos de lámpara de fotocurado en cuanto a la emisión de luz.
5. Promover las líneas de investigación en cuanto al uso de los materiales dentales restaurativos y su comportamiento.
6. Presentar los resultados de las monografías a los diferentes departamentos de la facultad de odontología.

## VIII. Bibliografías

1. Gilberto Henostroza H. estética en odontología restauradora. 1º edición. (Madriz); Ripano editorial Medica, S.A DL.2006.
2. Dr. David Lafuente. Física del Color y su Utilidad en Odontología, Vol 4, No 1 (2008).
3. Guler AU, Yilmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. JProsthet Dent, 2005 Aug;94(2):118-24.
4. Dra Isabel Ferreto, Dr. David Lafuente, Dra. Andrea Larios, Dra Alejandra Rojas. Diferencia de iluminación en diferentes tipos de resina compuesta de nanoparticula. Revista Científica ODOVTOS UCR N° 12 2010.
5. Oscar Steenbecker. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva. Universidad de valparaiso Chile.
6. VITA Easyshade Advance. Manuel de usuario.version 04.12.
7. Patricia Nordi Sasso, Ana Lucia Botta, Regina Palma. Composite resin color stability: influence of light sources and inmersión media, Patricia dos Santos, September 7, 2009.
8. T. Stober. H Gilde, P. lenz. Color stability of highly filled composite resin material for faings. Elsevier, Dental material 17(2001) 87-94.
9. Murillo C.nuevos materiales restaurativos: Contracción por polimerización y adaptación marginal del ormoceradmira y el composite nanohibrido filtek z350. Estudio comparativo. Revista dental. Universidad Latinoamericana de ciencias y tecnología.
10. Graig robert .materiales de odontología restauradora, decima edición, hacourt Brace, 1998.
11. Phillips R.W "La Ciencia de los Materiales Dentales" 1ª Edición. Editorial interamericana. México. 1998.

**ANEXO**

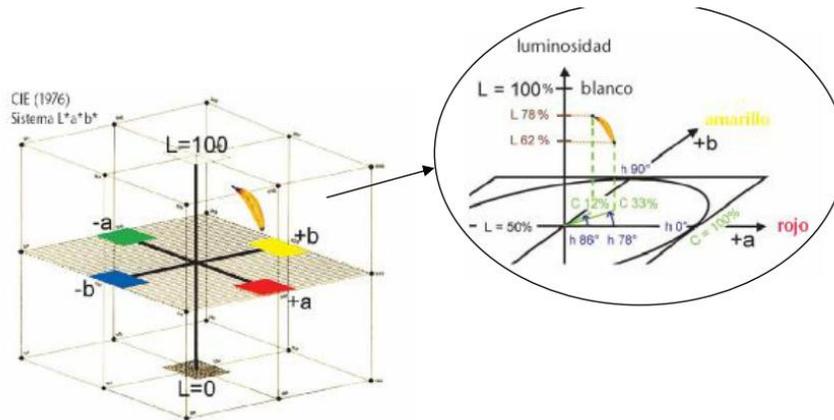
## Índice Delta E

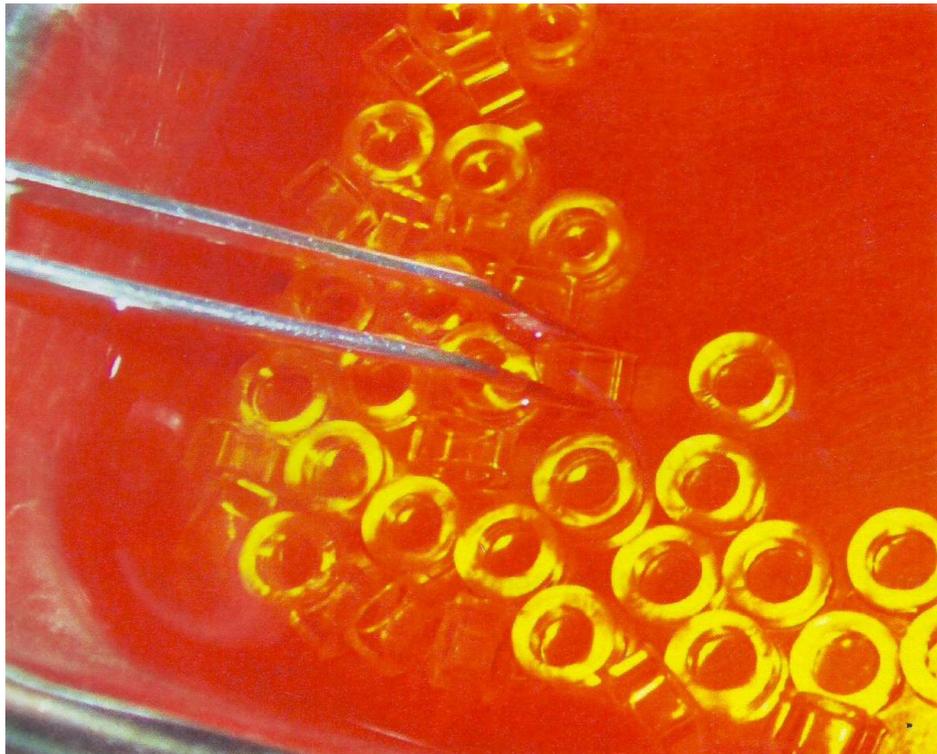
<b>0-1 Excelente</b>	0-1,1-2 Valor debajo de un delta E menor de 3 da un mismo color bajo la mayoría de observadores.
<b>1-2 Buena</b>	
<b>2-4 Normal</b>	2-4,4-5, Mayor de 5 Valor de un delta E mayor de 3 da un color diferente bajo la mayoría de observadores.
<b>4-5 Suficiente</b>	
<b>Mayor de 5 mala.</b>	



## Índice CIE

L*:(0 a 100)	L*: Luminosidad
L0:	negro o absorción total del color
L mayor de 50:	Es neutral o gris.

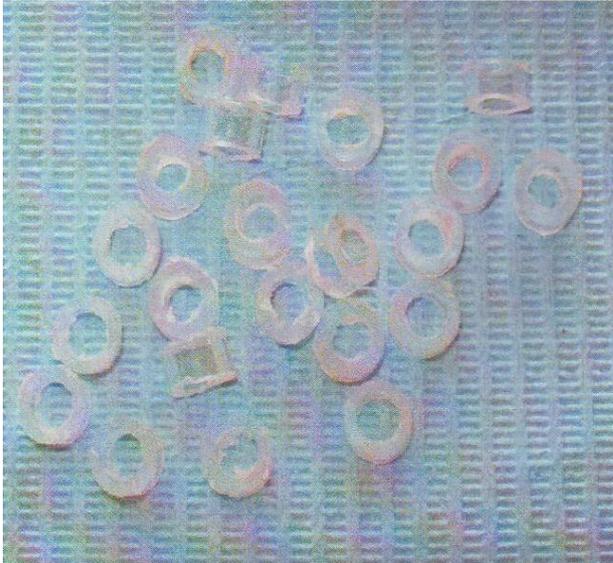




Desinfección de los tubos.



Enjuague con agua destilada

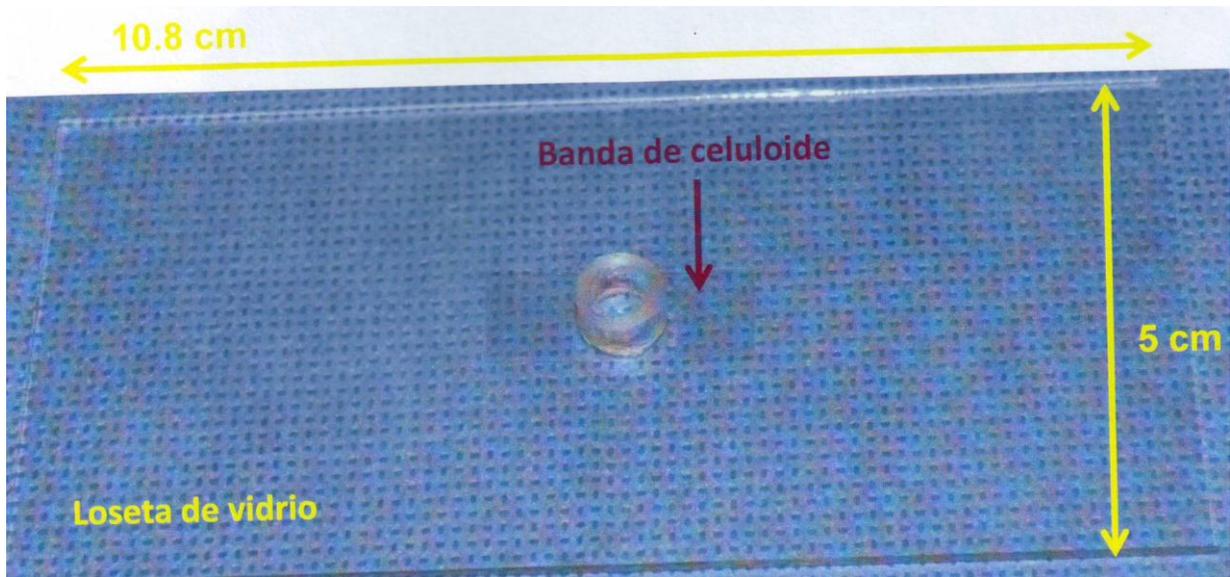


Tubos secos sobre un campo limpio

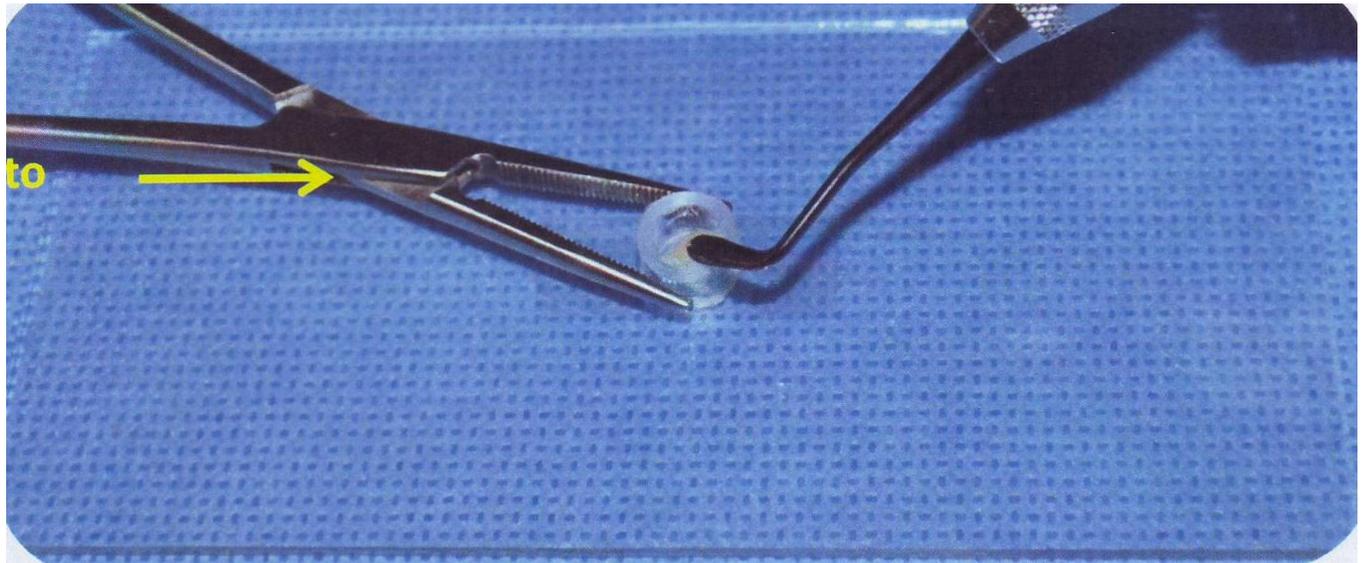


Almacenados dentro de una bolsa para esterilizar

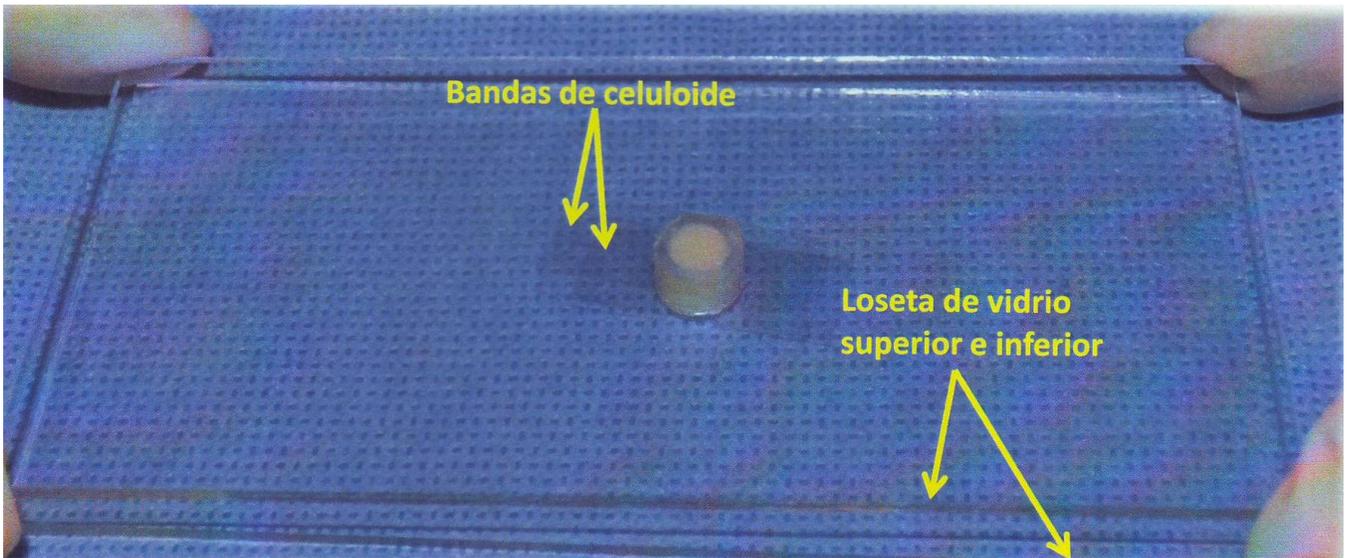


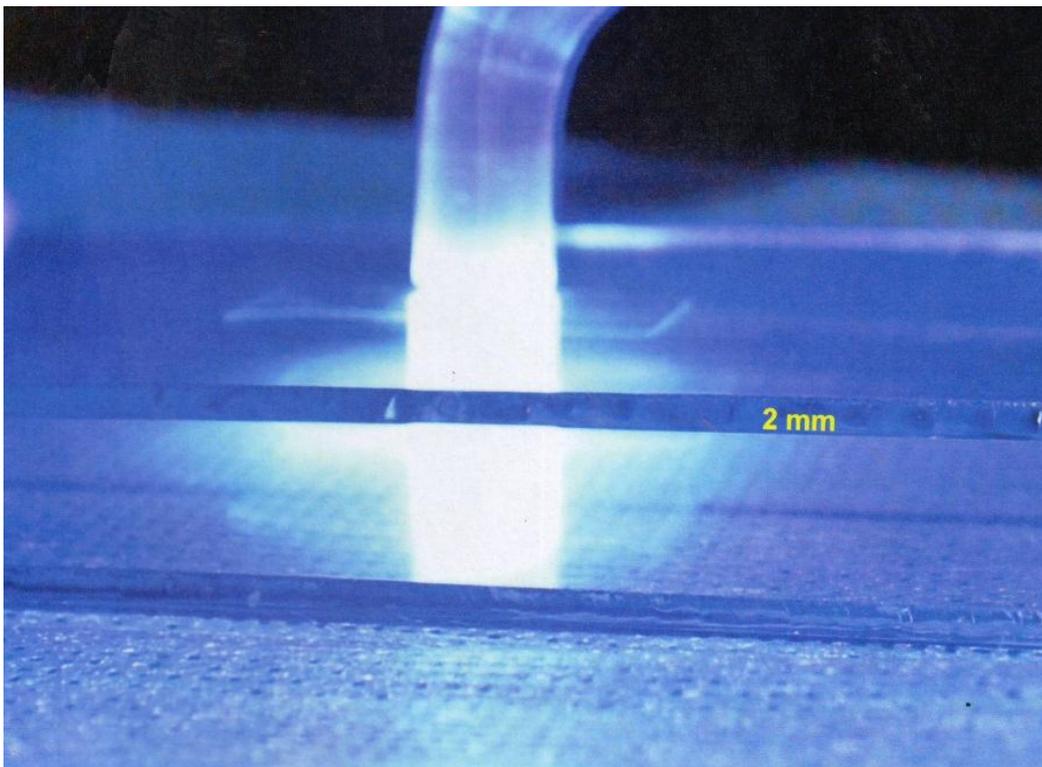


Espátula metálica para resina Hu-Frieddy

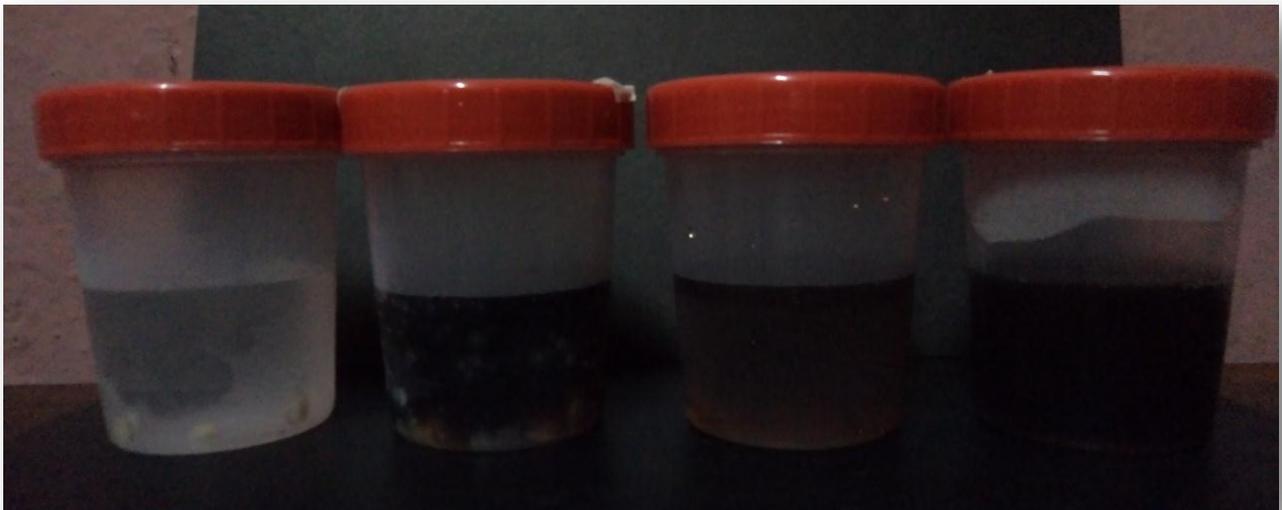


Pinza mosquito Pakistan



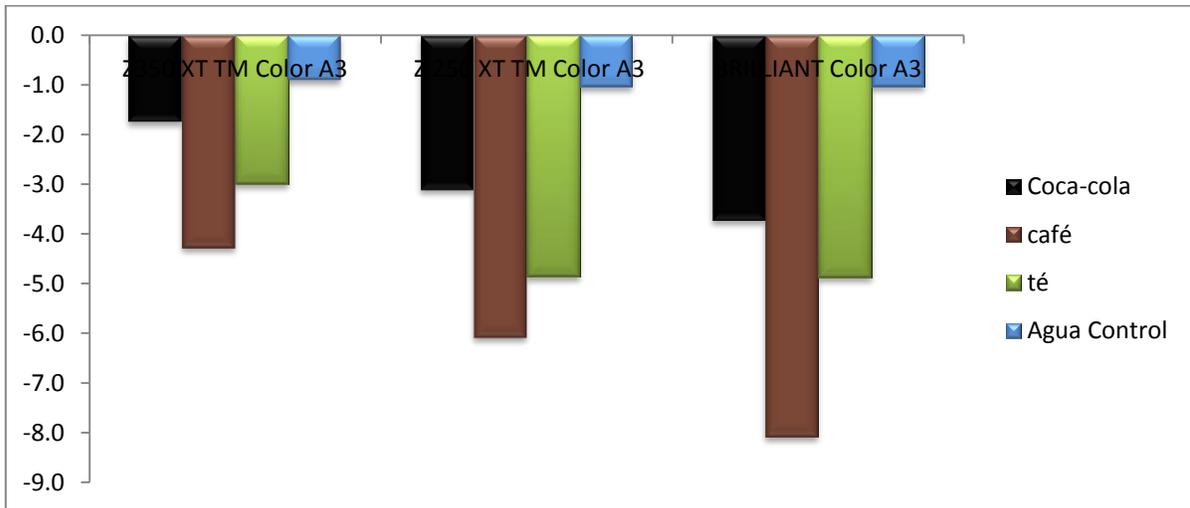


Polimerización de los especímenes según casa comercial



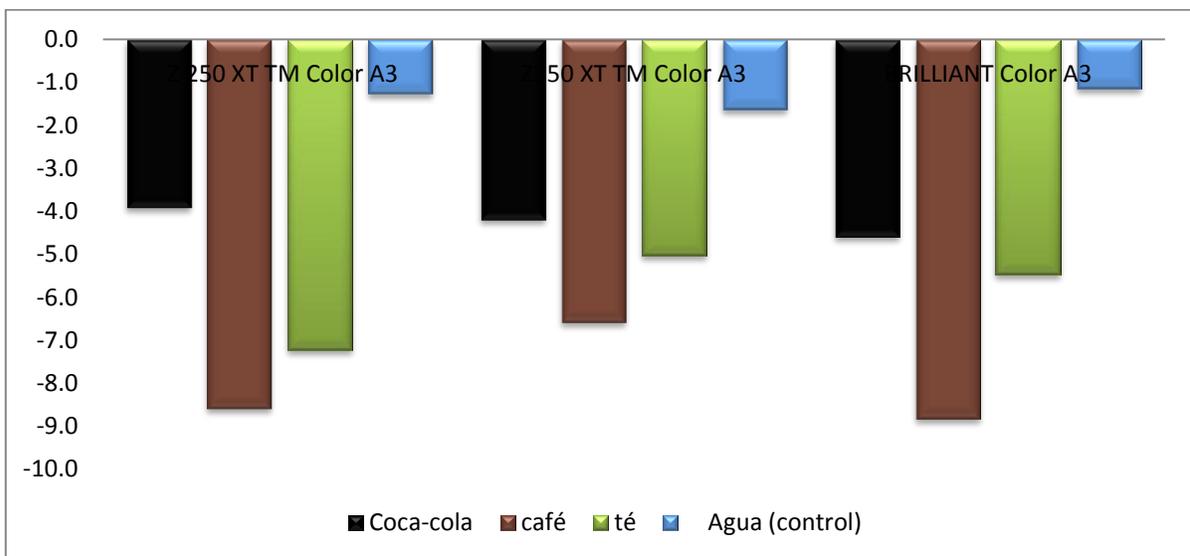
### Gráfico N°1

Promedios de los valores del componente del color valor L\* (luminosidad) en resinas de alta densidad color A3 según agentes colorantes, sumergidas durante 2 semanas.



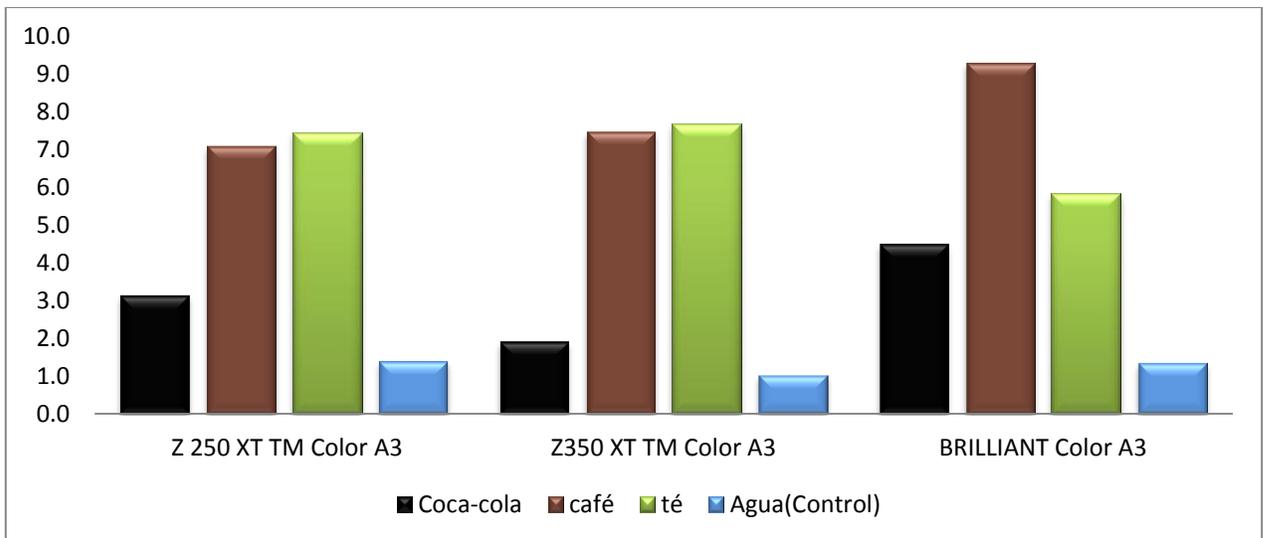
### Gráfico N°2

Promedios de los valores del componente del color valor L\* (luminosidad) en resinas de alta densidad color A3 según agentes colorantes, sumergidas durante un mes.



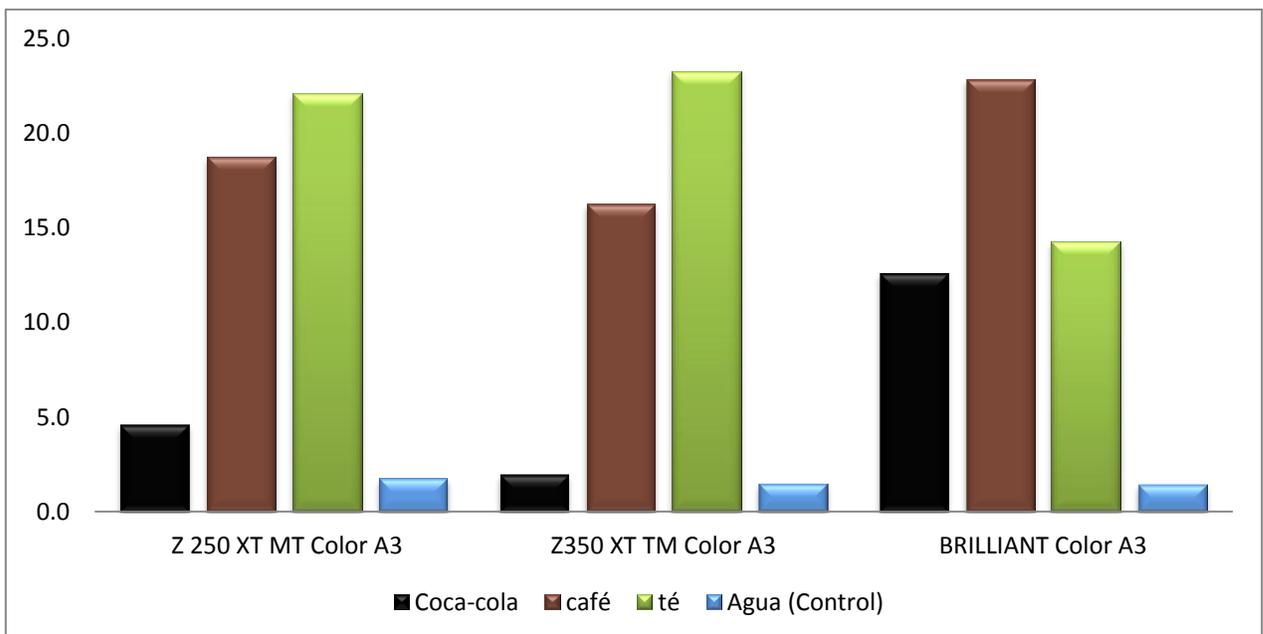
### Gráfico N°3

Promedios de los valores del componente del color Delta E en resinas de alta densidad color A3 según agentes colorantes, sumergidas durante 2 semanas.



### Gráfico N°4

Promedios de los valores del componente del color Delta E en resinas de alta densidad color A3 según agentes colorantes, sumergidas durante un mes.



## Tablas de recolección de muestras.

Tabla N°1

Promedios de los valores del componente del color valor L\* (luminosidad) en resinas de alta densidad color A3 según agentes colorantes, sumergidas durante 2 semanas.

Agentes colorantes y grupo control	Resinas de alta densidad color A3 Valor L* (Luminosidad) 2 semanas.		
	Z350 XT™ Color A3	Z 250 XT™ Color A3	BRILLIANT Color A3
Coca-Cola			
café			
té			
Agua Control			

Tabla N°2

Promedios de los valores del componente del color valor L\* (luminosidad) en resinas de alta densidad color A3 según agentes colorantes, sumergidas durante un mes.

Agentes colorantes y grupo control	Resinas de alta densidad color A3 Valor L* (Luminosidad) 1 mes.		
	Z250 XT™ Color A3	Z 350 XT™ Color A3	BRILLIANT Color A3
Coca-Cola			
café			
té			
Agua Control			

**Tabla N°3**

**Promedios de los valores del componente del color Delta E en resinas de alta densidad color A3 según agentes colorantes, sumergidas durante 2 semanas.**

<b>Agentes colorantes y grupo control</b>	<b>Resinas de alta densidad color A3 Delta E</b>		
	Z250 XT™ Color A3	Z 350 XT™ Color A3	BRILLIANT Color A3
Coca-Cola	3.1	1.9	4.5
café	7.1	7.5	9.3
té	7.5	7.7	5.8
Agua Control	1.38	1.02	1.34

**Tabla N°4**

**Promedios de los valores del componente del color Delta E en resinas de alta densidad color A3 según agentes colorantes, sumergidas durante un mes.**

<b>Agentes colorantes y grupo control</b>	<b>Resinas de alta densidad color A3 Delta E</b>		
	Z250 XT™ Color A3	Z 350 XT™ Color A3	BRILLIANT Color A3
Coca-Cola	4.6	2.0	12.6
café	18.7	16.3	22.8
té	22.1	23.3	14.3
Agua Control	1.76	1.48	1.44