

“COMPARACIÓN DE LA ESTABILIDAD CROMÁTICA IN VITRO DEL ACRÍLICO AUTOPOLIMERIZABLE UTILIZADO EN LA CLÍNICA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, UTILIZANDO UN PROTOCOLO DE PULIDO, EL MÉTODO DE COMPARACIÓN VISUAL ALEATORIA Y LA UNIDAD DE POLIMERIZACIÓN A PRESIÓN AQUAPRES. (ESTUDIO PILOTO)”

Tesis presentada por:

**Sonia Elizabeth Palacios Palacios**

Ante el tribunal Examinador de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala que practicó el Examen General Público, previo a optar al título de:

**CIRUJANA DENTISTA**

Guatemala, noviembre de 2013

## **JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

Decano:	Dr. Edgar Guillermo Barreda Muralles
Vocal Primero:	Dr. José Fernando Ávila González
Vocal Segundo:	Dr. Erwin Ramiro González Moncada
Vocal Tercero:	Dr. Jorge Eduardo Benítez De León
Vocal Cuarto:	Br. Héctor Gabriel Pineda Ramos
Vocal Quinta:	Br. Aurora Margarita Ramírez Echeverría
Secretario Académico:	Dr. Julio Rolando Pineda Cordón

## **TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PÚBLICO**

Decano:	Dr. Edgar Guillermo Barreda Muralles
Vocal primero:	Dr. José Alberto Figueroa Espósito
Vocal segundo:	Dr. Edwin Ernesto Milián Rojas
Vocal Tercero:	Dr. Erick Rony Hernández Velásquez
Secretario Académico:	Dr. Julio Rolando Pineda Cordón

## ACTO QUE DEDICO

**A DIOS:** Por tu amor eterno, misericordia y fidelidad. Gracias por redimirme, darme este sueño y brindarme con el todo lo necesario para alcanzarlo. Eres un Dios de pactos.

**A MIS PADRES:** Arisis Rodemiro Palacios Herrera y Lisbeth Mireya Palacios Rosales.  
Por su amor incondicional, su ejemplo de lucha y esfuerzo, su apoyo y cuidado durante todos estos años. Que este logro sea una forma de honrarlos y agradecerles.

**A MI HERMANA:** Claudia María, por tu amor, ayuda, ejemplo y consejos.

**A MIS ABUELOS:** Difilio y Delma Palacios Herrera.  
Quienes cuidaron mis primeros pasos espirituales, de vida y de estudios. Nunca podré terminar de agradecer cada lección dada, ni han dejado de dar fruto cada una de las semillas que un día derramaron en mí. Su labor ha trascendido lo natural y de esa misma forma será su recompensa.

Jorge Alfonso Palacios Motta (Q.E.P.D.)

Por tu ejemplo de lucha, tu alegría para vivir la vida y tu garra para enfrentarla que ha inspirado mi vida sin haberte conocido. Impactaste generaciones y tu historia nos sigue retando a alcanzar nuevos niveles.

Olivia Judith Rosales Castellanos (Q.E.P.D.)

Abuela, maestra y amiga. Por tu amor, enseñanzas y consejos que siguen siendo guía en mi camino. Con este logro, parte de los frutos de lo que en el tiempo que compartimos me enseñaste, deseo honrar tu memoria.

**A MI FAMILIA:** María Gregoria, Mirza, Humberto, Difilio y Briand Palacios Herrera y

respectivas familias. Luis Arnoldo, Jorge Otoniel y Milton Alfonso Palacios Rosales y respectivas familias; por todo su apoyo, con cariño sincero. Especialmente a mi tío Aland Estuardo Palacios Rosales (Q.E.P.D.) por su cariño, ayuda, apoyo y especial interés en lo que a estudios se trataba.

A MIS AMIGOS: Por todo su ayuda, apoyo y cariño.

A MIS MAESTROS: Por su ayuda, apoyo y transmisión de conocimientos. Especialmente a los doctores Rodolfo Cáceres, Guillermo Barreda, Alejandro Ruiz, Guillermo Escobar, Erick Hernández y Rodolfo Santiago, por su ayuda, consejos y amistad sincera.

## **TESIS QUE DEDICO**

A Dios.

A mi país, Guatemala.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala.

A la Facultad de Odontología.

Al Dr. Erick Hernández: Por su asesoría y valiosa transmisión de conocimientos.

A los doctores Víctor Hugo De León, Marlen Melgar, Claudeth Recinos y los doctores de posgrado de Rehabilitación Oral por sus consejos, ayuda y amable colaboración durante la realización de este estudio.

## **HONORABLE TRIBUNAL QUE PRESIDE EL ACTO DE GRADUACIÓN**

Tengo el honor de someter a su consideración mi trabajo de tesis titulado “**COMPARACIÓN DE LA ESTABILIDAD CROMÁTICA IN VITRO DEL ACRÍLICO AUTOPOLIMERIZABLE UTILIZADO EN LA CLÍNICA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, UTILIZANDO UN PROTOCOLO DE PULIDO, EL MÉTODO DE COMPARACIÓN VISUAL ALEATORIA Y LA UNIDAD DE POLIMERIZACIÓN A PRESIÓN AQUAPRES. (ESTUDIO PILOTO)**”, conforme lo demandan los estatutos de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar al título de:

**CIRUJANA DENTISTA**

Y ustedes distinguidos miembros del Honorable Tribunal Examinador, reciban mis más altas muestras de consideración y respeto.

## ÍNDICE

I. Sumario.....	1
II. Introducción.....	2
III. Antecedentes.....	4
IV. Problema .....	6
V. Justificación .....	7
VI. Marco teórico .....	8
VII. Objetivos.....	29
VIII. Hipótesis.....	30
IX. Variables .....	30
X. Metodología.....	32
XI. Recursos .....	36
XII. Resultados .....	38
XIII. Discusión .....	49
XIV. Conclusiones .....	51
XV. Recomendaciones .....	52
XVI. Limitaciones .....	52
XVII. Bibliografía .....	53

## I. SUMARIO

Este estudio buscó validar la comparación visual de los cambios cromáticos (en matiz, saturación y valor) que sufre la resina acrílica utilizada en la Facultad de Odontología de la Universidad San Carlos de Guatemala al ser sumergida en distintas sustancias. Se realizaron 25 discos de +/- 1mm de altura por 10 mm de diámetro identificados con letras y números según la sustancia en la que serían sumergidos. Estos fueron procesados en la unidad de presión Aquapres y se les aplicó un protocolo de pulido (Fresón de cuello rojo Jota Swiss por 5", disco diamantado de doble lado por 5", rueda de pelo de cabra por 10", rueda de piel de camello por 10", emulsión Jota, fieltro suave por 10"). Los discos fueron sumergidos en agua destilada por 24 horas a 37°C, luego fueron sacados, lavados con cepillo, pasta dental y abundante agua, luego de lo cual se realizó la primera observación. Posteriormente, estos mismos discos fueron sumergidos en vino (Undurraga), café (Nescafé), achiote, gaseosa (Coca-Cola) y agua destilada por otras 24 horas. El protocolo de limpieza de los discos previo a realizar la observación fue el mismo. Para la comparación visual 5 observadores previamente calibrados registraron el color a las 24 y 48 horas. Se determinó que la sustancia que causó mayores cambios cromáticos fue el achiote ( $P=<0.001$ ) aunque la diferencia con las otras sustancias no fue significativa. El uso de la unidad de presión Aquapres no generó cambios significativos, pues todas las muestras sufrieron cambios cromáticos evidentes, aunque no se pudo comparar los resultados con los del estudio paralelo homólogo "Comparación de estabilidad cromática in vitro de la resina acrílica Veracril<sup>TM</sup> utilizando un protocolo de pulido y el método de comparación visual aleatoria (Estudio piloto)" dado que los resultados de ambos estudios fueron heterogéneos.



## II. INTRODUCCIÓN

La realización de prótesis fija requiere de la elaboración de provisionales que restablezcan las funciones perdidas, protejan la dentina expuesta y actúe como un aislante térmico. Así mismo, cumplen una función estética que demanda seleccionar un color inicial lo más acertado y estable posible.

El material de predilección para la realización de provisionales en la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala son las resinas acrílicas, compuestas por meta acrilato de metilo, que al polimerizar por adición se transforma en polimetacrilato de metilo (PMMA), material que mediante un proceso de hidrólisis y oxidación presenta un deterioro que se manifiesta con cambios ópticos.

Diversos estudios demuestran que el cambio cromático de las resinas acrílicas es algo inevitable, debido a que el monómero del acrílico es un solvente orgánico que se contamina fácilmente, por lo que, al estar en boca expuesto a distintas sustancias tiene la capacidad de absorber líquidos y pigmentarse<sup>(7)</sup>.

Ninguno de los estudios consultados han utilizado unidades de presión. Aquapres (Lang Dental Mfg., Wheeling, IL), es una unidad que utilizando presión hidráulica, mejora las propiedades del material al disminuir la cantidad y tamaño de las brechas o espacios entre cadenas intermoleculares del acrílico, reduciendo las microporosidades y reduciendo también el monómero residual. Todo esto conduce a un menor cambio cromático<sup>(13, 17, 19)</sup>.

Sabiendo que las sustancias y los alimentos que se consumen diariamente producen cambios cromáticos, se busca encontrar cuál es el cromógeno que más cambio cromático produce, determinando a su vez en cuál de las tres dimensiones del color se genera dicho cambio, ésto debido a que la mayor parte de estudios actuales no especifican si el cambio fue observado en el tono, valor o saturación.

Los estudios evaluados referentes al tema proveen resultados determinados por instrumentos electrónicos, destinados a facilitar y objetivar el proceso de toma de color, valorando los resultados de estos instrumentos como precisos, fiables y repetibles. Sin embargo, Douglas & Brewer mencionan que el ojo humano permanece insuperable en la habilidad para detectar pequeñas diferencias de color entre los objetos<sup>(30)</sup>.

El presente buscó ser un estudio piloto para validar el método de comparación visual para evidenciar cambios cromáticos en futuros estudios in vivo. A su vez, buscó verificar si la resina acrílica Veracril™, polimerizada en la unidad a presión Aquapres y utilizando un protocolo de pulido establecido, presenta menor cambio cromático al ser sumergido en cromógenos, que el de los resultados del estudio paralelo homólogo “Comparación de estabilidad cromática in vitro en la resina acrílica Veracril™ utilizando un protocolo de pulido y el método de comparación visual aleatoria (Estudio piloto)”

### III. ANTECEDENTES

Diversos estudios han evaluado el efecto de cromógenos y su relación con distintos materiales y técnicas de pulido. Entre ellos encontramos los siguientes:

Gandhi muestra resultados que sugieren que la estabilidad de color de las resinas está influenciada por la presencia de metabolitos secundarios, tales como el ácido tartárico, taninos, cafeína, saponinas y fenoles en los extractos de tamarindo, té y café<sup>(28)</sup>. Rutgunas, demuestra que los cromógenos, en el cambio cromático, son el factor más importante que la selección del material, y que la técnica de pulido<sup>(14)</sup>.

En el estudio de Guler se utilizaron 45 cilindros para cada material, los materiales estudiados fueron bis-acrílico autopolimerizable, fotopolimerizable, resina acrílica reforzada con microrelleno y resina microhíbrida. Cada cilindro se trató por 10 segundos con papel de carburo de silicio. Los cromógenos en los cuales fueron sumergidos por 24 horas a 37 grados centígrados fueron: agua, vino, café, café con azúcar, té, té con azúcar, cola y jugo de guinda. Las muestras fueron medidas con un colorímetro y utilizando el método CIE (Commission Internationale d'Eclairage) L.a.b. Los resultados fueron analizados por el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Turkey. Se encontró relación estadísticamente significativa entre el material y el cambio cromático. El cromógeno que provocó mayores cambios cromáticos fue el vino tinto<sup>(14)</sup>.

Con resultados semejantes Catelan y Cols., cuyo estudio incluye la fabricación de 100 discos de tres distintas resinas fotopolimerizables. 50 discos de cada resina fueron cubiertos con un sellante de superficie. Los cromógenos fueron gaseosa, vino, jugo de naranja y agua destilada (grupo control). Diez especímenes de cada grupo se procesaron durante 252 horas en una cámara de envejecimiento acelerado de luz ultravioleta (UV) o sumergido durante 4 semanas en los cromógenos o el agua destilada del grupo control. Los resultados fueron captados por un espectrofotómetro, utilizando el método CIE L.a.b. y fueron analizados con ANOVA. El proceso de envejecimiento acelerado mostró gran daño en las muestras, pero de forma generalizada, fue el vino tinto el cromógeno que provocó mayores cambios cromáticos en las muestras<sup>(7)</sup>.

Rutkunus, Sabaliaskas y Mizutani registran la comparación de cambios cromáticos en distintos

materiales y técnicas de pulido. Se realizaron 56 muestras cilíndricas de siete distintos materiales de provisionalización, clasificados como resinas a base de metil metacrilato y etil-metacrilato, resina bis-acrítica y resina fotopolimerizable. Se dividieron en 28 grupos y se aplicaron cinco protocolos de pulido distintos, el set de pulido Meisinger, sistema de pulido y acabado, barniz y vidriado, pasta para pulir de diamante RxCreate y protocolo de pulido de piedra pómez y rueda de pelo de cabra. Las muestras se sumergieron por 24 horas a 37°C en agua destilada, y se realizó entonces la primera medición con un espectrofotómetro. Las coordenadas del color fueron establecidas basados en CIE L.a.b. Cada muestra fue medida tres veces para corroborar los datos. Luego las muestras se colocaron por 7 días a 37 °C en los cromógenos vino tinto, solución de distintos tonos amarillo-anaranjados y café con azúcar. Los resultados se analizaron utilizando ANOVA. Los resultados demostraron que el cambio cromático es dependiente, primero del cromógeno, luego de la calidad del material y por último del sistema de pulido. A si mismo, se demostró que el cromógeno que provocó mayores cambios cromáticos fue el vino tinto<sup>(26)</sup>.

Subramanya estudió el cambio cromático en dientes de resina acrílica termopolimerizables, autopolimerizables y resina compuesta fotopolimerizable al ser sumergidas en los cromógenos té, café y agua de tamarindo. A su vez comparó la relación de la pigmentación con el método de polimerización de los distintos acrílicos. Utilizando el sistema de visión computarizada (computer vision system), sus resultados fueron arrojados en datos RGB (Red, Green, Blue) y posteriormente trasladados a H (hue), S (saturation) y V (value) (matiz, saturación y valor). Los resultados demostraron que, aunque el acrílico autocurado fue más susceptible a cambios cromáticos, los cambios cromáticos fueron por igual con el café<sup>(28)</sup>.

Los estudios antes mencionados no hacen comparación de un estudio previo con el que se realiza en ese momento, como tampoco se utilizan los mismos cromógenos para determinar de forma exacta quien causa mayor cambio cromático. Basados en los estudios de Guler, Catelan y Cols., y Rutkunas que como tendencia general el vino tinto fue el cromógeno que causó mayor cambio cromático, aun cuando en el estudio de Subramanya, en el que no se incluye al vino, fue el café quien causó mayor variación cromática.

#### IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La formación de microporos es inherente al uso de los acrílicos de polimerización en frío, la cual a su vez genera irritación de los tejidos por retención de placa dentobacteriana, sorción acuosa, mal olor y cambio cromático a través del tiempo por exposición a agentes cromógenos.

Un protocolo de pulido adecuado, así como el uso de otros instrumentos, como las unidades de presión hidráulica, logran disminuir la cantidad de microporos con lo cual se obtiene menor cambio cromático.

Basados en lo anteriormente descrito surgen las interrogantes:

¿Cuál de los colorantes produce mayor cambio cromático en la resina acrílica Veracril™ utilizando un protocolo de pulido y la unidad de curado a presión Aquapres, tomando en cuenta las tres dimensiones: color, saturación, valor; manteniendo las variables controladas, utilizando el método de comparación visual de cambio cromático?

Además, ¿si existen diferencias entre el presente estudio y el estudio paralelo homólogo en el que no se utiliza la unidad a presión Aquapres “Comparación de estabilidad cromática in vitro en la resina acrílica Veracril™ utilizando un protocolo de pulido y el método de comparación visual aleatoria (Estudio piloto)”?

## V. JUSTIFICACIÓN

En la rehabilitación con prótesis parciales fijas, las restauraciones provisionales hechas de resinas acrílicas proporcionan condiciones importantes para la integridad gingival y conservación funcional y estético para el paciente. Las características superficiales de rugosidad, la dureza y la energía libre de superficie afecta a la apariencia estética, estabilidad del color, la preservación de las relaciones intermaxilares, la unión bacteriana y la formación de biopelícula visible.

Cuando hablamos de color hacemos referencia a una sensación captada por nuestros ojos. El ojo humano es un órgano especializado en la captación de imágenes obtenidas a partir de una radiación electromagnética, que conocemos como luz, un segmento de todo el espectro, situado entre las longitudes de onda de 400 y 800 nm aproximadamente<sup>(24)</sup>.

Los cambios cromáticos en los acrílicos son una debilidad imposible de evitar, y los diversos estudios revisados y antes mencionados han dejado claro que aún seleccionando el mejor material, un mejor mecanismo de polimerización, protocolo de pulido y variedad de cromógenos, dichos cambios se presentarán. Sin embargo, ninguno de estos estudios detalla en que dimensión del color, sea color, saturación o valor, se presentan primordialmente los cambios<sup>(7, 14, 17, 24, 28)</sup>.

Por otra parte dichos estudios presentan como característica común que consideran a la comparación visual un mecanismo subjetivo y poco confiable. Adquirir este tipo de aparatos no es algo completamente asequible<sup>(13, 14, 26, 28)</sup>.

Con este estudio se buscó validar la comparación visual, ya que es el método comúnmente utilizado en la percepción de color en la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala y determinar en qué dimensión del color se presentan primordialmente los cambios cromáticos.

## VI. MARCO TEÓRICO

### 1. RESINAS

La resina es el material probablemente más utilizado en la odontología desde su fabricación, gracias a su fácil manipulación, bajo costo y excelente biocompatibilidad, utilizándose para restauración de piezas cariadas, con erosión, fractura, como cemento adhesivo para restauraciones de porcelana o resina, aparatología de ortodoncia, entre otros. Es un material sintético mezclado heterogéneamente, formando así un compuesto con moléculas de varios elementos como: terpenos, ácidos resinosos, ácidos grasos y otros componentes complejos como alcoholes y esterres.

60-75% de ácidos resinosos

10-15% de terpenos

5-10 % de sustancias varias y agua.

#### 1.2 Clasificación de las resinas

##### 1.2.1 Clasificación según su origen:

#### NATURALES

- Aluminio silicatos naturales: zeolitas
- Bajo intercambio - Bajo costo

#### SINTÉTICAS

- Derivados de polímeros naturales
- Carbón sulfonado
- Lignita sulfonada
- Derivados de polímeros naturales
- Carbón sulfonado
- Derivados de polímeros sintéticos
- *Estireno divinilbenceno*
- Acrílicas

- Celulares
- Macroreticulares

### 1.2.2 Clasificación según su grupo funcional:

#### **Intercambio catiónico**

Fuertes

- Grupo sulfónico -HSO<sub>3</sub>

Débiles

- Grupo metil sulfónico -CH<sub>3</sub>HSO<sub>3</sub>

#### **Intercambio iónico**

- Grupo carboxílico -COOH
- Grupo fosfonio -H<sub>2</sub>PO<sub>3</sub>
- Grupo fenólico -OH

### 1.2.3 Clasificación según su forma de polimerización:

De acuerdo con la norma ISO 1567/99:

Tipo I: Polímeros termopolimerizables.

Tipo II: Polímeros autopolimerizables.

Tipo III: Polímeros termoplásticos.

Tipo IV: Polímeros fotopolimerizables.

Tipo V: Polímeros termopolimerizables con microondas.

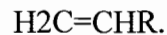
El polímero utilizado en odontología, en los de tipo I, II y V es el PMMA. El en el tipo III es el poliestireno, mientras que en el tipo IV son un material compuesto, formado por una matriz de dimetracrilato de uretano (UDMA) y monómero de resinas acrílicas de alto peso molecular, que contiene un relleno orgánico de perlas de resina acrílica y otro inorgánico de sílice ultrafino<sup>(18)</sup>.



## 2. RESINAS ACRÍLICAS

Las resinas acrílicas son polímeros muy utilizados en odontología restaurativa, gracias a su fácil manipulación, bajo costo y excelente biocompatibilidad. Se trata de materiales auto y termopolimerizables que presentan dureza, resistencia, estabilidad de color y durabilidad aceptables. Comenzaron a utilizarse a partir de 1937, en el caso particular de los dientes artificiales, como reemplazo de la vulcanita. La materia prima básica empleada para la fabricación de los dientes era el polimetilmetacrilato, que consistía en la unión rectilínea, mediante enlaces covalentes, de moléculas de metacrilato de metilo<sup>(14)</sup>.

Las resinas acrílicas son derivados de etileno y contienen un grupo vinilo (-C=C-) en su forma estructural:



Existen al menos dos tipos de resinas acrílicas importantes en odontología. Una serie deriva del ácido acrílico,  $CH_2=CHCOOH$  y la otra del ácido metacrílico  $CH_2=C(CH_3)COOH$  ambos se polimerizan por adición. Su reacción de polimerización conlleva la apertura de su doble enlace y la formación de un radical libre que es muy reactivo. Estos radicales libre reaccionan entre si y forman cadenas carbonadas y establecen enlaces entre ellas. A mayor número de enlaces mayor será el peso molecular y mejores propiedades tendrá el material. Sea cual sea el material, la polimerización nunca es total, lo que afectará las características del material. A pesar de que los poliácidos son duros y transparentes, su polaridad, relacionada con el grupo carboxilo, hace que se absorba agua, el agua tiende a separar las cadenas ablandándolas y haciendo que pierdan resistencia. Sin embargo, los ésteres de estos poliácidos tienen mucha importancia en odontología<sup>(3)</sup>.

La resina acrílica debe cumplir con algunas propiedades básicas como no ser porosa y tener determinado valor de dureza (15 daN/mm<sup>2</sup>). La no porosidad de un diente artificial es importante ya que ésta determina su estética e higiene (la porosidad facilita la adherencia de alimentos y bacterias). Además, afecta algunas propiedades mecánicas como la resistencia a la fractura y al impacto.

La composición general de las resinas de polimetacrilato de metilo empleadas en la fabricación de dientes acrílicos consiste en un monómero líquido (MMA) y un polímero en polvo (PMMA). También, pueden agregarse un agente de enlace cruzado al monómero y pigmentos al polímero (menor

al 5%) que al reaccionar con la luz le dan al diente una apariencia semejante a la dentición natural o a los tejidos blandos circundantes. Además del pigmento, se adiciona peróxido de benzoílo como iniciador de la polimerización<sup>(15)</sup>.

## **2.1. Metil metacrilato**

Es una de las resinas acrílicas más populares de nuestros días y una de las más rígidas. Considerado un material plástico, popularizado en el final de la década de los 30 en Estados Unidos. Presenta también algunas limitaciones, en especial relacionadas con los diferentes grados de porosidad inherentes a este material que favorecen la adherencia de los microorganismos, ocasionando cambios en la consistencia de los tejidos y en la textura de la superficie<sup>(25)</sup>.

Se trata de un material cuya presentación es polvo líquido y el componente principal es MMA que en el polvo se encuentra como PMMA y en el líquido MMA. El iniciador, peróxido de benzoílo, se encuentra en el polvo y en el líquido se encuentra el monómero y la hidroquinona como inhibidor (esta evita la polimerización del líquido mientras esta almacenado), una amina terciaria como iniciador que disocia el peróxido de benzoílo, lo que permite que se liberen radicales libres que inician la polimerización, el ftalato de dibutilo, agente plastificante y por último un agente que favorece la formación de cadenas cruzadas, derivado del etilenglicol.

### **2.1.1 Aplicaciones del Metil metacrilato**

El Polimetacrilato de metilo (PMMA) es un material sustitutivo del vidrio, aplicado en multitud de usos: cristalerías, vitrinas, letreros luminosos, lentes de contacto, fibras ópticas, prótesis de odontología, reflectores, urnas, mobiliario, pisapapeles. Como implante puede ser utilizado en prótesis de córnea, para proporcionar una vía óptica a la retina. También como lentes intraoculares, para corregir problemas causados por cataratas. Implantado como ducto del saco lagrimal, para corregir la obstrucción crónica.

En el mundo de la medicina se utiliza la resina de polimetilmetacrilato para la fabricación de prótesis óseas y dentales y como aditivo en polvo en la formulación de muchas de las pastillas que podemos tomar por vía oral. En este caso actúa como retardante a la acción del medicamento para que esta sea progresiva<sup>(11,15)</sup>.

### 2.1.2 Propiedades del Metil metacrilato

Los materiales sintéticos están conformados por múltiples componentes, como sustancia de relleno, pigmentos y otros aditivos. Cada uno de estos aporta las propiedades deseadas del material endurecido<sup>(4, 15)</sup>.

Las propiedades químicas y físicas de los polímeros vienen determinadas por: el tipo de enlace, composición y estructura de los monómeros, la disposición de los monómeros en el polímero, la disposición espacial de las cadenas poliméricas y la disposición espacial de las estructuras secundarias entre sí.

El principal grupo olefínico para los materiales sintéticos odontológicos es el grupo metacrílico, y el monómero más antiguo y conocido de esta categoría es el metilmetacrilato. Este es extremadamente reactivo y apto para la polimerización por radicales. Los metacrilatos monofuncionales, MMA (metil metacrilato), HEMA (hidroxietil metacrilato), HPMA (hidroxipropil metacrilato) y AS (estearil acrilato), sólo pueden formar moléculas lineales sin fin. Como regla general, a mayor masa molecular aumentan el punto de ebullición y la viscosidad, mientras que disminuye la contracción de polimerización.

La estructura de los monómeros determina también su absorción de agua y su solubilidad.

Mediante la integración de grupos hidroxilos (grupos OH) o carboxilos (grupos COOH), los monómeros se vuelven hidrosolubles, lo que no ocurre con el metil metacrilato que, al no contar con estos grupos, es insoluble al estar totalmente polimerizado<sup>(15)</sup>.

Fórmula:  $\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3) \text{COOCH}_3$  - Composición: Metil metacrilato: >-99.5%; <=100%

Se compone de un polímero (polvo), que contiene: iniciador, pigmentos, colorantes, opacificadores, platificador, fibras orgánicas y partículas inorgánicas. El líquido (monómero) contiene metacrilato de metilo, inhibidor, acelerador y agente de unión. En el caso de presentar pigmentos, estos están compuestos de sulfato de cádmio, óxido férrico, éste al mezclarse da como resultado un plástico duro y cristalino.

Existen dos formas básicas de polimerización:

1. Cuando el activador es el calor, termopolimerizable.
2. Por medios químicos, autopolimerizable.

**Contracción de polimerización:** Se trata de la contracción de volumen cuando los monómeros reaccionan para convertirse en polímeros. Los monómeros desordenados se acercan entre sí y se ordenan, con lo cual se reduce el volumen que necesitan.

**Reacción exotérmica:** en cualquier reacción química que libera energía ya sea como luz o como calor<sup>(8,15, 22, 29)</sup>.

Propiedades:

Alta resistencia a la abrasión	Transmite la luz a una escala ultravioleta
Contracción de polimerización 21%	Dureza knoop de 18 a 20
Biocompatibilidad	Baja absorción de fluidos orales
Apariencia natural y transparente en la naturaleza	Inodoro e insaboro (una vez polimerizado)
Resistencia a la tracción (60MPa)	Elasticidad (2.400 MPa)
Densidad de 1190 kg/m <sup>3</sup>	Durabilidad
Insolubilidad	Alta resistencia al impacto
Dureza similar a la del aluminio	Se raya fácilmente con un metal
Fácil de pulir	

### 2.1.3 Usos odontológicos del Metil metacrilato

1. Prótesis total.
2. Prótesis parciales removibles.
3. Aparatos de ortodoncia.
4. Base en prótesis maxilofacial.
5. Cubetas individuales: fabricadas en modelos de escayola para conseguir una segunda impresión más exacta que la primera utilizada para elaborar la cubeta.
6. Dientes artificiales.
7. Coronas provisionales.
8. Planchas de base: se adaptan a las zonas anatómicas (nobles) que recubren las áreas que le dan soporte y retención a la futura prótesis. Es un molde temporal que representa la base de la dentadura. Se las llama bases de registro, temporal o de prueba. Se utilizan para:
  1. Control de calidad del modelado de yeso.
  2. Diagnóstico de soporte y retención de la base.

3. Control de la extensión de la base.
4. Montaje de los dientes de acrílico en la cera
5. Registros y transferencias al articulador semiajustable<sup>(25)</sup>.

#### **2.1.4 Efectos secundarios del Metil metacrilato**

Sinónimos: MMA, metacrilato de metilo, éster de ácido metacrílico.

- Inhalación: irritante, causa malestar en la nariz, tráquea y pecho. La exposición prolongada puede causar lesión en el aparato respiratorio.
- Ingestión: dolor y malestar en la boca, pecho y abdomen, náuseas, vómito, diarrea, somnolencia y fatiga.
- Piel: irritación en el área afectada.
- Ojos: irritación y enrojecimiento.
- Efectos crónicos: reacciones alérgicas con distinta incidencia (síntomas: dolor de cabeza, irritación de ojos, afecciones cutáneas). No produce mutagenicidad ni efectos cancerígenos<sup>(8)</sup>.

### **3. TÉCNICAS DE PROVISIONALIZACIÓN**

En prótesis fija se realizan provisionales con la finalidad de proteger los muñones, proveer estética y la función en la zona de tratamiento. Estos materiales requieren ciertas características descritas a continuación:

1. Estabilidad dimensional. Tanto en el procesamiento, en el cual no debe dilatarse, contraerse ni curvarse; como en la utilización normal en la boca del paciente.
2. Propiedades mecánicas adecuadas, como resistencia y resistencia a la abrasión.
3. Su peso específico debe ser el más bajo posible.
4. Propiedades físicas, por ejemplo que la temperatura de ablandamiento sea superior a la de cualquier alimento líquido caliente que se pueda ingerir.
5. Insoluble en los líquidos bucales así como no absorber cualquier otra sustancia.
6. Propiedades ópticas: translucidez o transparencia para no desentonar con los tejidos bucales que reemplaza, y tener la opción de ser pigmentado o matizado con esa finalidad.
7. No debe experimentar cambio de color o apariencia después de su procesamiento.
8. Biocompatibilidad: insípido, no tóxico, ni irritante de los tejidos bucales. En este contexto se puede tener en cuenta la porosidad, por el riesgo de contaminación microbiana.

9. Fácil procesamiento y necesitar un equipo relativamente sencillo.

Materiales para provisionales según el método de polimerización<sup>(21)</sup>.

- Autopolimerizables:

1. A base de metilmetacrilato

2. A base de etilmetacrilato.

- Materiales duales: autopolimerizables y fotopolimerizables

- Materiales fotopolimerizables.

- Materiales termopolimerizables.

De todos estos el polimetilmetacrilato sigue siendo el más utilizado para realizar provisionales por su resistencia, estabilidad del color y facilidad de manipulación y pulido.

Los materiales en base de EMA han mostrado baja resistencia al desgaste y estética mejorable<sup>(21)</sup>.

La reacción de polimerización con lleva la apertura de doble enlace y la formación de un radical libre que es especialmente reactivo. Los radicales libres reaccionan entre si y forman cadenas carbonadas y enlaces dobles entre sí. A mayor cantidad de enlaces cruzados, más peso molecular y mejores propiedades del producto resultante. Sea cual sea el material, la polimerización nunca es total por lo que afecta las características del mismo.

Como ejemplos de resinas a base de MMA se tienen: TAB 2000 de Kerr, Unifast II de GC, Duralay de Reliance o Temporary Bridge Resin de Caulk – Dentsply.

Ventajas de los provisionales de MMA:

- Buena estabilidad de color y buena estética durante varias semanas.
- Buenas propiedades mecánicas y buen pulido.
- Fáciles de manipular y se puede variar la consistencia.
- Bajo costo.

Desventajas de provisionales de MMA:

- Contracción de polimerización y exotérmica importante en comparación de otras resinas.
- Mal ajuste marginal (se puede rebasar para comparar el desajuste).
- Una vez polimerizado, para agregar más material es mejor realizar retenciones para mejorar la

adhesión.

- Incompatible con los cementos que contienen eugenol.
- Toxicidad del monómero libre, generando reacciones tisulares (hasta un 5% de la resina autopolimerizable puede continuar en forma de monómero una vez endurecido el material, mientras en el caso de las resinas termopolimerizables es de sólo un 0.3%).

#### 4. COLOR

El color es una sensación captada por nuestros ojos. El ojo humano es un órgano especializado en la captación de imágenes obtenidas a partir de una radiación electromagnética que llamamos luz y que en realidad corresponde a un estrecho segmento de todo el espectro, situado entre las longitudes de onda de 400 y 800 nm aproximadamente, el cual es percibido como los colores llamados “del arco iris”. Las radiaciones por debajo de dichas longitudes de onda no son visibles y se denominan ultravioletas; y las situadas por encima de este rango tampoco son visibles y se les denominan infrarrojas<sup>(12, 24)</sup>.

Este problema no se presenta sólo en Odontología, siendo común en muchos otros terrenos, tanto en la industria como en la medicina.

Generalmente se aceptan tres dimensiones del color:

Tono: señala la característica que normalmente se conoce como color, directamente relacionada con la longitud de onda de la radiación lumínica observada<sup>(12)</sup>.

Valor, luminosidad: expresa la cantidad de luz que compone el color estudiado, la imagen en blanco y negro del objeto observado<sup>(12)</sup>.

Matiz, saturación: refiere la cantidad de tinte que contiene el color esta dimensión hace referencia a las diversas diluciones del color base del que se parte<sup>(12)</sup>.

## 5. SISTEMAS DE COLOR

La habilidad para seleccionar el color para restauraciones representa un reto para el odontólogo. El conocimiento de la naturaleza de la luz, de cómo el ojo percibe y el cerebro interpreta la luz como un color, es vital para el éxito de las restauraciones estéticas. La incorrecta selección del color genera insatisfacción tanto para el paciente como para el odontólogo.

La idea de usar una dimensión tridimensional del color para representar todos los colores fue desarrollado durante los siglos XVIII y XIX. Diferentes formas fueron propuestas, entre ellas: una pirámide triangular doble por Tobías Mayer en 1758, una pirámide triangular simple por Johann Heinrich Lambert en 1772, una esfera por Philipp Otto Runge en 1810, una hemiesfera por Michel Eugène Chevreul en 1839, un cono por Hermann Von Helmholtz en 1860, un cubo inclinado por William Benson en 1868, cono doble inclinado por August Kirschmann in 1895. Sin embargo ninguno fue basado en una medida rigurosamente científica de la visión humana; antes de Munsell, la relación entre matiz, valor y matiz no era comprendido<sup>(12)</sup>.

### 5.1 Sistema de Munsell:

En 1898 Munsell, describe un sistema tridimensional de color, cada una denominada matiz, valor y matiz. Estas tres dimensiones del color no pueden ser vistas por el ojo humano al mismo tiempo<sup>(5, 12)</sup>.

- a) Matiz: Es el color propiamente dicho; los dientes naturales están en una extensión entre el amarillo y amarillo-rojo. Considerado el factor menos significativo en la selección.
- b) Matiz: Es la intensidad del matiz es la porción del matiz más pigmentada. Surge con el aumento del valor.
- c) Valor: Es definido como el claro/oscuro relativo de un color, o el brillo de un objeto. Considerado el factor más importante para el resultado final de la tonalidad. De acuerdo con Yamamoto, el valor es tres veces más importante que el matiz y dos veces más importante que el matiz<sup>(5,12, 24)</sup>.

La translucidez es una cuarta dimensión que, según Rosentiel, debe ser adicionada para tornar el sistema de Munsell más efectivo para los odontólogo. Es tan importante como el valor y juega un papel importante en el fenómeno de la transmisión de la luz. Esta es diferente para cada material, porque la



luz pasa a través de cada material con diferentes grados de transmisión y refracción, produciendo diferente apariencia clínica. (Fig.1)

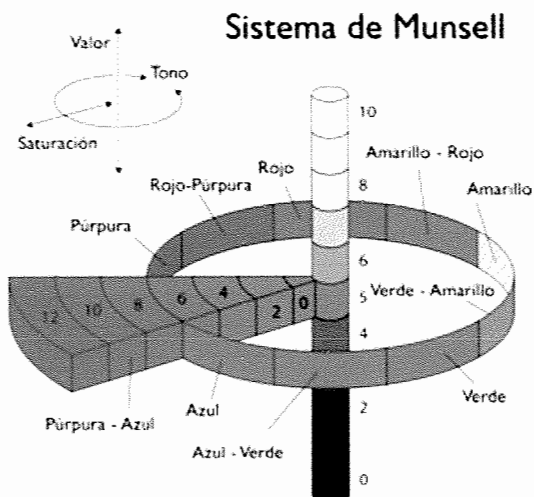


Fig. 1 Sistema de Munsell

## 5.2 Sistema de color RGB:

Sin olvidar queda el rechazo rotundo de Goethe de los conocimientos físicos presentados por Newton 50 años antes y que ya habían sido aceptados en círculos científicos, en las primeras décadas del siglo XX se hizo cada vez más patente el deseo de establecer un método objetivo para determinar el color. Se buscaba un sistema cromático que contara, por un lado, con la capacidad del ojo humano de detectar la coincidencia de colores, y que representara, por otro lado, una construcción matemática con la que fijar la posición del color a determinar en relación con cualquier color primario.

La CIE (Commission Internationale d'Eclairage) se dedicó a desarrollar una tabla de colores normalizada, definida matemáticamente y que cumpliera con los deseos de precisión y objetividad. El desarrollo de una tabla normalizada de estas características en forma de una construcción matemática se basa en el triángulo cromático del físico James C. Maxwell. Este físico escocés presentó en el año 1859 su "Teoría de la percepción del color", teoría que representa el origen de la medición del color (colorimetría). Maxwell demostró con ella que todos los colores son generados mediante la mezcla de los tres colores espectrales: rojo, verde y azul, que adjudicó a los vértices angulares de un triángulo isósceles y representó de esta manera que cualquier color secundario se halla en el centro de gravedad

de la línea que une los colores a mezclar.

La mezcla en cuestión es definida por sus tres valores R, G y B, conocidos como “valores tricromáticos” (valores triestímulo). Con ello se proporcionan tres variables que caracterizan un color: la tonalidad (hue), la saturación (chroma) y la luminosidad o claridad (value). Los colores rojo, verde y azul se hallan en los ángulos y, en el interior del triángulo, todas las variedades de colores secundarios. En el interior del triángulo estas últimas desembocan en un punto del blanco puro<sup>(5)</sup>.

### 5.3 Parámetro de colores L.a.b.:

El interesante origen del sistema cromático L.a.b. forma parte de la historia cultural europea. Desde los años 60 se sugieren en la literatura en torno al tema "diferencias entre colores" una y otra vez nuevas fórmulas prácticas, de mayor o menor difusión, para el cálculo de dichas diferencias<sup>(25)</sup>.

Dado que una especificación numérica de las diferencias entre dos colores es muy útil en la práctica, en los años 70 (1976) la CIE se planteó la construcción de un espacio de color uniforme denominado CIE L.a.b., cuyas coordenadas se indican con las siglas L, a y b; como una aproximación a un espacio de color uniforme (Munsell es la referencia estándar). El espacio de color CIE L.a.b. es una transformación matemática del espacio XYZ, en el cual se fija un blanco de referencia y cuyos valores de triestímulo son ( $X_n$ ,  $Y_n$ ,  $Z_n$ ). Los tres ejes del sistema CIE L.a.b. se indican con los nombres L, a y b, ellas representan, respectivamente, Luminosidad, tonalidad de rojo a verde (redness-greenness) y tonalidad de amarillo a azul (yellowness-blueness) (los dos últimos ejes están inspirados en la teoría de los colores oponentes (Fig. 2)<sup>(12)</sup>.

Otra representación del sistema CIE L.a.b. puede realizarse muy bien con ayuda de los parámetros L.C.h. Manteniendo la distribución de los colores en el espacio cromático L.a.b., cambia aquí únicamente el cálculo de la localización del color en el espacio cromático. En el sistema L.C.h. se define la posición de un color en base a su distancia en la coordenada L (value, altura de la posición del color en relación con el eje L), la dimensión C (chroma, distancia del eje L al punto cromático) y el ángulo h (hue, ángulo entre el eje +a y la posición del color). Con fines prácticos es más fácil manejar los valores L.C.h., ya que hacen referencia directa a las características cromáticas de interés.

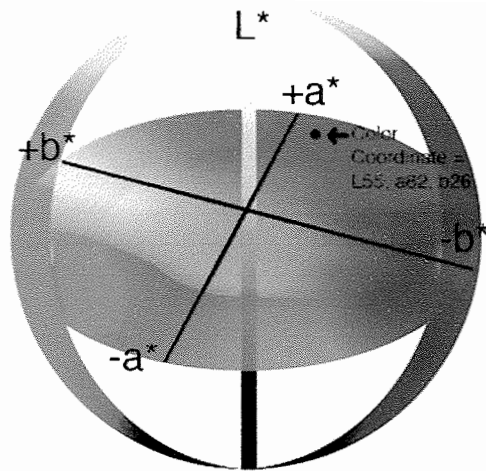


Fig. 2. Espacio de color CIE L.a.b.

## 6. SISTEMAS UTILIZADOS EN METIL METACRILATO

### 6.1 Sistema VITA

#### Fundamentos

La medición del color clínica se puede clasificar en subjetiva y objetiva. La medición subjetiva se realiza de manera visual, utilizando guías de color entre las que se encuentran la guía Vitapan clásica, Ivoclar Chromascop, Vitapan ED Shade Master, entre otras. La medición objetiva del color utiliza sistemas de color basados en la tecnología<sup>(5)</sup>.

Debido a que el color no puede ser correctamente descrito de memoria, fueron formuladas las guías de colores para representar el rango natural de color del diente. Sin embargo, estas guías no pueden ser llamadas como ideales pues presentan muchas limitaciones. Las guías no son hechas del mismo modo como las coronas de metal porcelana, pues no tienen estructura metálica y el espesor de la porcelana de la guía es mayor que el de cualquier corona<sup>(12)</sup>.

El principal problema en este caso es que existen tantas guías de color como fabricantes, que a su vez se organizan de diversas maneras, así las guías clásicas más usadas, Vita classical y Chromascop, se encuentran ordenadas por grupos de tonalidades<sup>(24)</sup>.

### 6.1.1 Guía Vita Classical Shade:

Es una de las más populares y aun, de las más usadas en la actualidad. Las letras se refieren al matiz (color propiamente) de la siguiente manera:

- A (rojo – amarillo / red - yellow)
- B (amarillo / yellow)
- C (gris / gray)
- D (rojo – amarillo- gris / red-yellow-gray)

Los números se refieren al matiz (intensidad o saturación del matiz)<sup>(4, 30, 31)</sup>.

- A1 . A2 . A3 . A3,5 . A4: rojizo – pardo.
- B1 . B2 . B3 . B4: rojizo – amarillento.
- C1 . C2 . C3 . C4: tonos grisáceos.
- D2 . D3 . D4: rojizo a gris.

Para seleccionar el color:

- Selección de matiz: ya sea A, B, C ó D, según lo mencionado anteriormente. Se debe tomar la porción con mayor croma de la pieza de la guía.
- Selección de croma: dicha selección debe ser dentro de los grados del matiz B (B1, B2, B3, B4). se deben realizar múltiples comparaciones y evitar la fatiga ocular.
- Selección del valor: se utiliza la siguiente guía de valor: –B1, A1, B2, D2, A2, C1, C2, D4, A3, D3, B3, A3.5, B4, C3, A4, C4.
- Revisión final: puede que la selección de valor no coincida con la selección de matiz y croma, por lo que hay que seleccionar una de las siguientes opciones:
  - si el valor tomado en la guía es menor al del diente natural, se debe seleccionar un valor más alto. No se podrá aumentar el valor de la restauración por mecanismos extrínsecos.
  - si el valor de la guía es mayor al de la pieza natural: seleccionar un valor menor. En este caso, si se puede reducir el valor por mecanismos intrínsecos y extrínsecos<sup>(4)</sup>.

### 6.1.2 Guía Vita 3D-Master

Actualmente existe la tendencia de ordenar las guías de color en base a la luminosidad de los colores y no la tonalidad, dado que nuestro ojo es más sensible a cambios de claridad que a diferencias de tonalidad, asimismo es interesante que una guía presente diferencias cromáticas homogéneas entre los distintos escalones de las mismas, cosa que habitualmente no se cumple. Estos conceptos actuales toman forma en la guía denominada Vitapan 3D-Master, de Vita, que establece grupos por su luminosidad, decreciendo del 1 al 5, que divide en subgrupos según la saturación cromática creciente de 1 a 3 y a continuación se determina si dentro de estos grupos, se mantiene en el tono de color medio M, o deriva hacia el amarillo L o al rojo R.

Con guía Vita system 3D-Master las muestras de color están repartidas según criterios científicos por el espacio cromático con distancias cromáticas uniformes, lo que mejora decisivamente la precisión si se maneja bien.

Aquí es muy útil la comprensión de los espacios cromáticos L.a.b. y L.C.h. Esta guía ofrece cinco grupos de luminosidad repartidos por el espacio cromático dental a distancias uniformes ( $\Delta L = 4$ ). Los dientes de muestra de los diversos grupos de luminosidad presentan la misma luminosidad (L), distinguiéndose por su intensidad (C) y su diferencia de tonalidad cromática (h). El procedimiento de la determinación del color del diente deriva de esta disposición en el espacio cromático dental<sup>(4, 31)</sup>.

Los pasos a seguir para la toma de color con la Guía 3D-Master son los siguientes:

- Se selecciona el valor (la luminosidad), se inicia de lo más oscuro a claro y se puede seleccionar de 1 a 5.
- Se selecciona el croma: del grupo seleccionado de valor, se toma la tableta de en medio y se compara una por una.
- Selección de matiz: se determina si el color de la pieza se inclina más hacia al amarillo o rojo de la tonalidad seleccionada.
- Para ser más específico, se puede seleccionar tonos intermedios:
  - 2.5M2 = valor entre 2M2 y 3M2
  - 3M1.5 = croma entre 3M1 y 3M2
  - 3M2 / 3L2.5 = matiz entre 3M2 y 3L2.5

## 7. TOMA DE COLOR

### 7.1 Método visual

La determinación visual es la de uso más frecuente en odontología pero la duplicación del color está plagada de inaceptados e inconsistentes resultados. La evaluación del color por comparación visual es un método subjetivo, usa guías de colores de manufactura comercial que en sí son inadecuadas en términos de rango y en cuanto a una distribución no uniforme del color en el espacio del diente. Este sistema dificulta la escogencia del color en la silla dental, debido a las variables interpretaciones del o los observadores y a la influencia del ambiente como son la edad, el estado emocional, el metamerismo, las condiciones de iluminación y las exposiciones previas a los ojos (fatiga). El metamerismo ocurre cuando un color obtenido bajo unas condiciones de iluminación, no se logra bajo otras condiciones iluminantes<sup>(11, 12, 24)</sup>.

#### 7.1.1 Factores que influyen en la toma de color en el método visual

- Ambiente: Las paredes del consultorio deben ser colores neutros, como gris, verde claro. Los colores muy fuertes pueden influir en la percepción del color. El piso y los muebles también deben ser de preferencia claros; celeste ó gris.
- Observador: El paciente debe estar al mismo nivel de los ojos del observador y a una distancia de 60 cm. Los dientes deben estar húmedos, pues los dientes secos no reflejan bien la luz, además los dientes deben estar limpios y libres de manchas o placa, para que no interfiera en la selección del color; se debe evitar colores fuertes y brillantes en la ropa del paciente, por lo que debemos colocar un campo de color neutro. La selección de color debe ser rápida, esta debe tomar entre 5 a 7 segundos, para evitar el cansancio visual<sup>(12)</sup>.
- Fuente de luz: La luz es muy importante, ya que dependiendo de la fuente de luz, es la refracción de ella por el objeto que la recibe y puede producirse el fenómeno de metamerismo, por lo que se recomienda utilizar una fuente de luz natural, con una orientación norte y preferentemente en la mañana, de esta manera tendremos más precisión para escoger el color correcto.

Los fluorescentes acentúan el color azul-anaranjado, entre tanto los incandescentes resaltan los

colores amarillo y rojo . Para la selección del color, según Sekito Jr. et al. la luz natural es la ideal, porque es generada por los rayos solares, el momento ideal del día es 3 horas después del amanecer y 3 horas antes del anochecer, pues posee todas las longitudes de onda visibles. Sin embargo, la luz natural, puede sufrir variaciones debido al horario, localización geográfica, factores meteorológicos, entrada de la luz, su orientación y todo lo que se interponga entre el paciente y luz solar<sup>(11, 12)</sup>.

- Guía de colores: Debido a que el color no puede ser correctamente descrito de memoria, fueron formuladas las guías de colores para representar el rango natural de color del diente. Sin embargo, estas guías no pueden ser llamadas como ideales pues presentan muchas limitaciones entre las que se encuentran:
  - Falta de estandarización.
  - Cada individuo percibe e interpreta el color de forma diferente.
  - Los colores de las guías difieren de los colores de los materiales cerámicos del mismo fabricante no son hechas del mismo modo como las coronas, pues no tienen estructura metálica y el espesor de la porcelana de la guía es mayor que el de cualquier corona.
  - Ninguna guía de color posee todos los matices posibles y muchas de ellas ofrecen muestras que están fuera del espacio cromático dental, dificultando la comparación entre los colores<sup>(12)</sup>.

- Comunicación con el laboratorio: La comunicación con el laboratorio debe ser clara y explícita para evitar alguna confusión. Se pueden utilizar mapas cromáticos del diente para el delineamiento de las zonas de colores y translucidez, fotografías a color de los dientes naturales con la escala de color escogida al lado de este, también pueden ayudar, lo que evidenciará el color del diente y detalles característicos.

Las restauraciones cerámicas deben imitar las características naturales de la dentición tales como la opalescencia que se produce por un tipo particular de difracción de la luz, donde la luz transmitida a la cresta incisal se muestra anaranjada y en luz reflejada se debe mostrar azulada, y la fluorescencia, que permite emitir la luz visible cuando los rayos ultravioletas los alcanzan, el esmalte dental es fluorescente, pero no todas las cerámicas son fluorescentes El color de las restauraciones cerámicas in vivo es determinada no sólo por el matiz, sino también por el espesor de la cerámica, color del agente cementante, y color de la estructura dental subyacente<sup>(12)</sup>.

## 7.2 Toma digital de color

Como se mencionó anteriormente, existen en la actualidad dos formas de tomar el color, subjetiva (con guías de color) y objetiva (usando imágenes digitales computarizadas, como el uso de colorímetros, espectrofotómetros y sistemas de análisis digital). En la medición objetiva se utiliza el espacio de color CIE L.a.b. para el análisis de los datos. Según el principio de acción, los colorímetros clínicos se basan en análisis de imagen digital RGB (Shadescan, ikam), espectrofotometría (Spectroshade, Easyshade) o colorimetría (Shadevision, Shadeeye-NCC, Digital Shade Guide).

Desde el punto de vista de la información clínica que nos suministran, se puede hablar de aparatos de lectura en un punto, que nos señalan el color en un punto del diente, y que por tanto, precisan de varias lecturas para apreciar las variaciones regionales de color del diente y de aparatos de lectura extensa, capaces de captar toda la superficie de un diente cada vez, o de varios simultáneamente, y mediante un programa de ordenador, confeccionar un mapa cromático del diente.

Los espectrofotómetros miden el reflejo espectral de un color y lo traduce en valores numéricos reconocidos internacionalmente. En realidad, la representación matemáticamente exacta de un color implicaría la especificación de su distribución espectral, pero habida cuenta de la característica de la percepción humana, el color también puede ser representado mediante una terna de valores que son las coordenadas matemáticas del espacio del color. Puede pensarse en él como un espacio tridimensional en el que cada punto color puede representarse por sus coordenadas.

Otro de los métodos utilizados para selección del color es la colorimetría intraoral que indudablemente permite una evaluación cuantitativa, sin embargo, es un método limitado porque sólo permite la lectura del color en un punto a la vez. Para Douglas & Brewer el ojo humano permanece insuperable en la habilidad para detectar pequeñas diferencias de color entre los objetos<sup>(30)</sup>.

En 1998 fue un hito el lanzamiento del VITA System 3D-Master, fundamentado no en valores obtenidos empíricamente, sino en un principio de orden colorimétrico de base física. Asimismo, se abrieron perspectivas completamente nuevas con la presentación del aparato colorimétrico VITA Easyshade en la feria IDS 2003, cuyo sucesor fue el VITA Easyshade Compact de 2008. La medición fotospectrométrica del color permitió a los usuarios visualizar los resultados desde el primer momento según el sistema VITA System 3D-Master o VITAPAN Classical A1-D4<sup>(16)</sup>.



El nuevo VITA Easyshade Advance va un poco más allá; gracias al innovador modo VITABLOC de VITA Easyshade Advance, ahora es posible determinar con precisión los colores de los VITABLOCS mediante colorimetría digital, de modo que la medición del color dental ya ha entrado también en la era CAD/CAM<sup>(5, 16, 30)</sup>.

El color básico de los dientes naturales se determina de forma fiable y reproducible en tan sólo unos segundos, con total independencia de influencias externas, tales como la luz ambiental o el usuario. Para ello, basta con colocar la punta de medición enrasada a la superficie del diente correspondiente. En función de la transición cromática puede realizarse una medición en uno o en tres puntos (cervical, central, incisal) gracias a una sonda que facilita su aplicación plana en el diente. La memoria del VITA Easyshade Compact tiene espacio para almacenar los resultados de 25 mediciones. Además, el aparato permite verificar también el color de las restauraciones a fin de evitar molestas repeticiones. Ha sido utilizado en varios estudios, contando como un colorímetro muy fiable.

### **7.2.1 Ventajas y desventajas de los colorímetros:**

#### **Ventajas**

- Más objetivo.
- Verificación de restauración del tono en el laboratorio.
- No influenciada por los alrededores y las condiciones de luz.
- Incrementa la productividad, al tener menor tiempo al paciente en el sillón dental.
- Hay menor deshidratación del diente.

#### **Desventajas**

- Costo elevado.
- El laboratorio necesita el mismo equipo para poder trabajar con la información.
- No es fácilmente transportable.

## **8. AQUAPRES**

El sistema Aquapres (Lang Dental Mfg., Wheeling, IL) es una unidad de curado a presión hidráulica diseñada para polimerizar resinas acrílicas. Es comúnmente utilizada para reparar o rebasar una dentadura de prótesis total y también en ortodoncia, pero sus beneficios han hecho que su uso se extienda a los materiales de restauración provisional, ya que al reducir las microporosidades, comunes

de los metacrilatos, logra que los cambios cromáticos sean menores y que el color seleccionado permanezca por más tiempo<sup>(17)</sup>.

- Su mantenimiento no es difícil ni costoso y muy fácil de usar.
- El envase de agua mantiene la presión por horas.
- Provee estabilidad de color eliminando las porosidades y de esta manera se consigue un producto altamente estético.
- Con esta unidad se pueden utilizar no sólo resinas acrílicas Lang, sino también las otras resinas acrílicas del mercado<sup>(17, 19)</sup>.

## 9. SISTEMAS DE PULIDO

La realización de provisionales, en prótesis fija, cumple distintos objetivos entre los que se encuentran dos en los que el proceso de pulido del material es determinante:

- Salud periodontal: al pulir el material se obtiene una superficie lisa que puede evitar el acumulo de placa dentobacteriana que irrita e inflama las encías. De esta forma se logra cumplir con el tiempo estimado del tratamiento y no causar retrasos por daño a los tejidos circundantes.
- Estética: principalmente en piezas anteriores, donde al tener una superficie pulida se logra una textura lisa y una forma más agradable y natural. El prolongar el tiempo en que se genera el cambio cromático del material también es una función que un protocolo de pulido adecuado cumple en el material. La formación de microporos es inherente al uso de los acrílicos de polimerización en frío, la cual a su vez genera irritación de los tejidos por retención de placa dentobacteriana, sorción acuosa, mal olor, y cambio cromático a través del tiempo por exposición a agentes cromógenos. Basados en estudios realizados se ha concluido que estos cambios son mayores cuando el material de restauración provisional no ha sido pulido<sup>(14, 17, 26, 28)</sup>.

Existen distintos materiales y protocolos de pulido entre los que sobresalen los siguientes:

- a.
  - Fresón de cuello rojo.
  - Discos Diamantados de doble lado 0.1mm de grosor.

- Ruedas de pelo de cabra.
- Rueda de piel de camello.
- Fieltro suave.
- Emulsión Jota.

b.

- Fresones en forma troncocónica y de cono invertido.
- Discos de lija.
- Puntas de caucho abrasivas de baja velocidad.
- Cepillos duros impregnados con tiza francesa.

c.

- Cepillo negro extraduro.
- Piedra pómez.
- Disco de fieltro.
- Blanco de España.

El pulido debe realizarse inmediatamente después de terminar la fabricación del provisional, siendo muy estrictos con la adaptación y facilidad de limpieza con una superficie lisa y brillante<sup>(26)</sup>.

## VII. OBJETIVO GENERAL

Determinar por medio de comparación visual cuál de los alimentos y bebidas producen mayores cambios cromáticos en las resinas acrílicas, inmersos en la unidad de polimerización a presión Aquapres y pulidas con el protocolo seleccionado, y determinar si los resultados observados en este estudio son concordantes con los presentados en la literatura, validando el método de comparación visual.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Observar los cambios cromáticos (croma, saturación y valor) del acrílico pulido sumergido en una solución de vino tinto (Undurraga).
- Observar los cambios cromáticos (croma, saturación y valor) del acrílico pulido sumergido en una solución de café (Nescafé).
- Observar los cambios cromáticos (croma, saturación y valor) del acrílico pulido sumergido en una achote diluido en agua.
- Observar los cambios cromáticos (croma, saturación y valor) del acrílico pulido sumergido en una solución de gaseosa (Coca Cola).
- Observar los cambios cromáticos (croma, saturación y valor) del acrílico pulido sumergido en agua destilada.
- Validar el método de comparación visual aleatoria para la medición de los cambios cromáticos en acrílicos para provisionales.
- Determinar si existe diferencia entre los resultados del estudio: “Comparación de estabilidad cromática in vitro de la resina acrílica Veracril™ utilizando un protocolo de pulido y el método de comparación visual aleatoria (Estudio piloto)” con los del presente, al estudiar cuál de los cromógenos producen mayores cambios cromáticos en las resinas acrílicas.

## VIII. HIPÓTESIS

- El método de comparación visual es válido, al comparar los resultados del presente estudio y la literatura, los resultados reflejados son semejantes.
- El cambio cromático de la resina acrílica Veracryl™, polimerizada en la unidad Aquapres y pulida con el protocolo seleccionado, es menor que las muestras del estudio paralelo homólogo “Comparación de estabilidad cromática in vitro de la resina acrílica Veracril™ utilizando un protocolo de pulido y el método de comparación visual aleatoria (Estudio piloto)” .

## IX. VARIABLES

### Variable independiente

- **Aquapres**

El sistema Aquapres (Lang Dental Mfg., Wheeling, IL) es una unidad de curado a presión hidráulica diseñada para polimerizar resinas acrílicas. Se utilizó con el fin de reducir las microporosidades, comunes de los metacrilatos, y lograr que los cambios cromáticos fueran menores y que el color seleccionado permanezca por más tiempo. El material fue introducido por 4 minutos a 40 psi (pounds per square inch, libras por pulgada cuadrada).

- **Sustancias pigmentantes**

- **Café:** Se utilizó el café soluble Nescafé. Se agregaron cuatro cucharadas pequeñas de café Nescafé diluidas en un litro de agua pura.
- **Vino tinto:** Bebida procedente de uvas tintas. Se utilizó el vino Undurraga.
- **Achiote:** Esta es una especia de color rojizo-amarillento. Se utilizó una taza de semillas de achiote que fueron licuadas agregando cuatro tazas de agua hasta lograr una mezcla pastosa.
- **Agua destilada:** El agua destilada es aquella a la que se le han eliminado las impurezas e iones mediante destilación. Se utilizó un litro de agua destilada.
- **Gaseosa:** Bebida saborizada, carbonatada y sin alcohol. Se utilizó un litro de agua gaseosa Coca Cola.

- **Sistema de pulido**

- Fresón de cuello rojo Jota Swiss.
- Disco diamantado de doble lado.
- Rueda de pelo de cabra.
- Rueda de piel de camello.
- Emulsión Jota.
- Fieltro suave.

### **Variable dependiente**

- **Matiz:** es la que nos permite darle nombre al color.
- **Valor:** indica la cantidad de claridad u oscuridad del color.
- **Saturación:** es la intensidad del color.

Estas variables fueron medidas con la guía de colores VITA classical A1- D4 para la determinación del color dental, antes y después de que el acrílico fuera sumergido en las sustancias pigmentantes.

## X. METODOLOGÍA

### Preparación de las muestras

Se realizaron discos de acrílico que medían 1 mm de altura por 10 mm de diámetro. Primero se realizaron los moldes de los discos en cera rosada placa base, en cada uno de ellos se grabaron letras y números en su parte posterior para identificarlos. Posteriormente una impresión de polivinilsiloxano (Express STD 3M ESPE, St Paul, Mn) fue tomada a cada uno de los discos de cera, para tener una impresión en negativo de los discos. Seguido se vertió acrílico color A1 utilizado en la clínica de la Facultad de Odontología de la Universidad San Carlos de Guatemala dentro de las mismas con el objetivo de obtener una impresión en positivo y de formar el disco de acrílico con su respectivo número grabado.

### Aquapres

Cuando el acrílico obtuvo su fase de gel fue inmerso dentro de la unidad de curado Aquapres durante el tiempo que dura la polimerización del material (4 minutos) a 40 Psi, según indicaciones del fabricante.

Según el tallado de los números y letras realizados anteriormente en los moldes de cera, los discos de acrílico quedaron subdivididos de la siguiente manera:

- Grupo A (1 al 5) estos discos fueron inmersos en vino tinto
- Grupo B (1 al 5) estos discos fueron inmersos en café
- Grupo C (1 al 5) estos discos fueron inmersos en una solución de achiote
- Grupo D (1 al 5) estos discos fueron inmersos en gaseosa
- Grupo E (1 al 5) estos discos fueron inmersos en agua destilada

### Pulido

Cada uno de estos discos recibieron el mismo protocolo de pulido, de la siguiente manera:

- Fresón de cuello rojo (Jota, Suiza. 5" por superficie)
- Discos diamantados de doble lado 0.1mm de grosor (Jota, Suiza. 5" por superficie).

- Ruedas de pelo de cabra (Hatto, Alemania. 10” por superficie).
- Rueda de piel de camello (Hatto, Alemania. 10” por superficie).
- Fieltro suave (Hatto, Alemania) con emulsión Jota (Jota, Suiza) (10” por superficie).

Los discos se mantuvieron sumergidos en agua destilada a 37 °C por 24 horas para emular el primer día de servicio en la cavidad oral. En este punto se realizó la primera comparación de color aleatoria según el siguiente protocolo:

Las muestras fueron presentadas a cinco observadores a las once de la mañana bajo dos fuentes de luz diferentes, para evitar metamerismo cromático, éstas se encontraban a 30 cm de distancia del observador. Las muestras se compararon con la guía Vita (Zahn Fabric, Alemania) sobre un fondo azul por un máximo de diez segundos de observación por muestra. Luego de esto, cada observador descanso la vista un intervalo de 30 segundos antes realizar la siguiente observación. La muestra debió estar humedecida, así como la guía Vita (Zahn Fabric, Alemania).

Después se volvieron a sumergir, esta vez en las distintas soluciones a 37 °C por 24 horas más, que es el tiempo que equivalen al consumo medio durante un mes de los colorantes<sup>(4)</sup>. Seguido los discos serán limpiados usando abundante agua, cepillo dental (Colgate-Palmolive) con pasta dental (Colgate Total, Colgate Palmolive) por 10 segundos.

Luego de transcurrido ese tiempo se repitió el protocolo de comparación visual antes mencionado con los mismos observadores.

Las muestras se guardaron en la unidad de Microbiología de la Facultad de Odontología, de la Universidad de San Carlos de Guatemala; en una incubadora (EQUATHERM), a 37 grados centígrados, con la finalidad de mantener constante la temperatura, y emular la temperatura en boca.

El orden en el cual se examinaron los discos fue aleatoriamente utilizando el generador de números aleatorios en la calculadora científica Casio FX-82MS con lo cual se sorteo el orden de los discos a ser evaluados.

Los resultados fueron anotados en una ficha diseñada para tal propósito, en la cual se compararon los datos de croma, matiz, valor para cada uno de los discos inmersos en los distintos cromógenos y en el grupo control.



COLOR	GRUPO					NULO
	A	B	C	D	E	
A1						
A2						
A3						
A3.5						
A4						
B1						
B2						
B3						
B4						
C1						
C2						
C3						
C4						
D2						
D3						
D4						

En esta tabla cada examinador anotó el color al que corresponde el disco de acrílico que estuvo estudiando. Después estos datos fueron estudiados y clasificados según tono, saturación y valor.

### **Análisis de resultados**

Los resultados fueron analizados por medio de la prueba Test-retest, también llamada T-retest, para esto se utilizó el programa computarizado estadístico KWIKSTAT 4.1.

### **CRITERIOS DE INCLUSIÓN PARA LOS EXAMINADORES**

- Profesionales graduados, de 35 a 40 años.
- Profesional calibrado: se utilizaron dos guías Vita, una de estas tenía cubiertos la letra y número que identificaban el color de cada diente de la guía. Cada diente de la guía con los números cubiertos fue identificado con un número. Se utilizó la función de generador de números aleatorios de la calculadora Casio FX-82MS para obtener un número al azar que determinó el

diente que se le entregaría al examinador que se estaba calibrando. El examinador debió determinar, comparando con la guía Vita con números descubiertos, de que color es el diente que se le ha asignado. Esta prueba se realizó 25 veces por examinador, de las cuales debe acertar en un 95%.

## XI. RECURSOS

### Tiempo:

Este estudio estuvo proyectado para trabajarse en un tiempo estimado de una semana a partir del día en que se inicia la calibración de los examinadores hasta haber concluido la segunda evaluación de las muestras.

### Recursos humanos:

- Cinco examinadores

### Recursos materiales y económicos:

Recursos	Descripción	Costo
Aquapres	Proporcionado por el Dr. Erick Hernández	Q.0. 00
Incubadora	Proporcionado por la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala	Q.0. 00
Silicona por adición	Marca 3M	Q.550. 00
Cera	Rosada placa base	Q.5. 00
Acrílico	Veracril	Q. 150.00
Fresón de cuello rojo	Marca Jota	Q.220. 00
Discos diamantados de doble lado 0.1mm de grosor	Cinco discos de la marca Jota	Q.5. 00
Ruedas de pelo de cabra	Marca Jota	Q.35. 00
Rueda de piel de camello	Marca Jota	Q.35. 00

Fieltro suave	Un una rueda de fieltro	Q.3. 00
Emulsión	Marca Jota	Q.120. 00
Guía Vita	Dos Guías Vita: una proporcionada por el Dr. Erick Hernández, la otra se comprará	Q.800. 00
Vino tinto	Undurraga	Q.90. 00
Café	Un sobre de café 100 g Marca Nescafé	Q.11. 00
Achiote		Q.5. 00
Gaseosa	Una botella de 500 ml marca Coca Cola	Q.6. 00
Cepillo dental	Marca Colgate	Q.2. 50
Pasta dental	Marca Colgate	Q.2. 50
Papel		Q.5. 00
Lapiceros		Q.10. 00
Calculadora		Q.0. 00
Laboratorio	Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Odontología de la Universidad San Carlos de Guatemala	Q.00
	<b>Total</b>	<b>Q.2055. 00</b>

## XII. RESULTADOS

Dado que el croma y saturación son dos variables que no pueden ser analizadas estadísticamente, se presentan en distintas tablas y gráficas que muestran los cambios presentados en los discos durante la primera y segunda observación. Por el contrario, los datos del cambio de valor pueden ser ordenados en una escala numérica analizable con un método estadístico.

Se planteo, como idea inicial analizar los resultados del estudio aplicando la prueba de ANOVA, con el objeto de ver cuan significativos eran los resultados encontrados, sin embargo, al ser una muestra que se encontraba por debajo del mínimo aceptado por la prueba, los resultados que la misma arroja carecían de valor.

Debido a esto, se aplicó el método Test – Retest de el programa KWIKSTAT 4.1. de esta forma se realizó la comparación entre la media y desviación estándar de la primera y segunda observación por separado para determinar si hubo un cambio estadísticamente significativo de valor en los discos y a su vez, comparar los resultados entre las distintas sustancias para definir cual de éstas causó mayor cambio cromático.

A continuación los resultados obtenidos del estudio de campo.

## Matiz

### Cuadro 1.

Registro de matiz en los discos de acrílico sumergidos en **vino**, en la primera y segunda medición (24 a 48 horas).

Matiz	Observación 1		Observación 2	
	n	%	n	%
<b>A (rojizo pardo)</b>	14	56	8	32
<b>B (rojizo amarillento)</b>	5	20	13	52
<b>C (grisáceo)</b>	5	20	1	4
<b>D (rojizo grisáceo)</b>	1	4	3	12
<b>Totales</b>	25	100	25	100

Fuente: Ficha de recolección de datos, valores obtenidos durante el trabajo de campo.

Luego de sumergir los discos de acrílico pertenecientes al grupo “A” (Vino) en agua destilada por 24 horas a 37°C se realizó la primera observación. El matiz registrado presentó predominancia en las tonalidades A (rojizos-pardos) con 56% (n=14/25). Luego de haber sido sumergidos en vino por otras 24 horas a 37°C se realizó la segunda observación, en la cual hubo cambio de matiz con predominancia de las tonalidades B (rojizo-amarillentas) con 52% (n=13/25).

### Cuadro 2.

Registro de matiz en los discos de acrílico sumergidos en **café**, en la primera y segunda medición (24 a 48 horas).

Matiz	Observación 1		Observación 2	
	n	%	n	%
<b>A (rojizo pardo)</b>	10	40	10	40
<b>B (rojizo amarillento)</b>	9	36	13	52
<b>C (grisáceo)</b>	4	16	1	4
<b>D (rojizo grisáceo)</b>	2	8	1	4
<b>Totales</b>	25	100	25	100

Fuente: Ficha de recolección de datos, valores obtenidos durante el trabajo de campo.

Luego de sumergir los discos de acrílico pertenecientes al grupo “B” (Café, Nescafé) en agua destilada por 24 horas a 37°C, se realizó la primera observación en la que el matiz registrado presentó predominancia de tonalidades A (rojizos-pardos) con 40% y B (rojizo-amarillentos) con 36% (n=10/25 y n=9/25 respectivamente). Luego de haber sido sumergidos en café (Nescafé) por otras 24 horas a 37°C se realizó la segunda observación, en la cual se pudo determinar que las muestras mantuvieron las mismas tonalidades. Esto no implica que el color no haya presentado cambio, debido a que se está analizando el matiz pero no el aumento o reducción en saturación y valor.

### Cuadro 3.

Registro de matiz en los discos de acrílico sumergidos en **achiote**, en la primera y segunda medición (24 a 48 horas).

Matiz	Observación 1		Observación 2	
	n	%	n	%
<b>A (rojizo pardo)</b>	10	40	5	20
<b>B (rojizo amarillento)</b>	12	48	19	76
<b>C (grisáceo)</b>	3	12	0	0
<b>D (rojizo grisáceo)</b>	0	0	1	4
<b>Totales</b>	25	100	25	100

Fuente: Ficha de recolección de datos, valores obtenidos durante el trabajo de campo.

Luego de sumergir los discos de acrílico pertenecientes al del grupo “C” (Achiote) en agua destilada por 24 horas a 37°C, se realizó la primera observación en la que el matiz registrado presentó predominancia de las tonalidades B (rojizo-amarillentos) con 48% y A (rojizos-pardos) con 40% (n=12/25 y n=10/25 respectivamente). Luego de haber sido sumergidos en achiote por otras 24 horas a 37°C se realizó la segunda observación, en la los datos se mostraron predominantemente el la tonalidad B (rojizo-amarillentos) con 76% (n=19/25).

#### Cuadro 4.

Registro de croma en los discos de acrílico sumergidos en **gaseosa**, en la primera y segunda medición (24 a 48 horas).

Matiz	Observación 1		Observación 2	
	n	%	n	%
<b>A (rojizo pardo)</b>	15	60	9	36
<b>B (rojizo amarillento)</b>	9	36	12	48
<b>C (grisáceo)</b>	1	4	3	12
<b>D (rojizo grisáceo)</b>	0	0	1	4
<b>Totales</b>	25	100	25	100

Fuente: Ficha de recolección de datos, valores obtenidos durante el trabajo de campo.

Luego de sumergir los discos de acrílico pertenecientes al grupo “D” (Gaseosa, Coca-cola) en agua destilada por 24 horas a 37°C se realizó la primera observación. El matiz registrado presentó predominancia de la tonalidad A (rojizos-pardos) con 60% (n=15/25). Luego fueron sumergidos en gaseosa por otras 24 horas a 37°C y se realizó la segunda observación. Esta vez los datos presentaron predominancia de la tonalidad B (rojizo-amarillentos) con 48% (n=12/25).

#### Cuadro 5.

Registro de croma en los discos de acrílico sumergidos en **agua destilada**, en la primera y segunda medición (24 a 48 horas).

Matiz	Observación 1		Observación 2	
	n	%	n	%
<b>A (rojizo pardo)</b>	15	60	3	12
<b>B (rojizo amarillento)</b>	6	24	11	44
<b>C (grisáceo)</b>	4	16	10	40
<b>D (rojizo grisáceo)</b>	0	0	1	14
<b>Totales</b>	25	100	25	100

Fuente: Ficha de recolección de datos, valores obtenidos durante el trabajo de campo.

Luego de sumergir los discos de acrílico pertenecientes al grupo “E” (Agua destilada) en agua destilada por 24 horas a 37°C se realizó la primera observación. El matiz registrado presentó predominancia de la tonalidad A (rojizos-pardos) con 60% (n=15/25). Estos discos, como grupo control, se mantuvieron sumergidos por otras 24 horas a 37°C en agua destilada, luego de lo cual se



realizó la segunda observación, en la cual los resultados demostraron que aún estando en la misma sustancia los observadores encontraron cambio de matiz, esta vez con predominancia en tonalidades B (rojizo-amarillentos) con 44% y C (grisáceos) con 40% (n=11/25 y n=10/25 respectivamente).

## Saturación

### Cuadro 6.

Aumento y /o disminución de los grados de saturación en los discos de acrílico sumergidos en las distintas sustancias pigmentantes, en la primera y segunda medición (24 a 48 horas).

Saturación	Vino		Café		Achiote		Gaseosa		Agua destilada	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Disminuye	3	12	2	8	0	0	2	8	5	20
Saturación										
No existe	5	20	4	16	5	20	6	24	11	44
cambio										
Aumenta	17	68	19	76	20	80	17	68	9	36
saturación										
Totales	25	100	25	100	25	100	25	100	25	100

Fuente: Ficha de recolección de datos, valores obtenidos durante el trabajo de campo.

De las 25 observaciones hechas en los discos de acrílico sumergidos en vino, el 68% (n= 17/25) presentó aumento de saturación, mientras que un 20% (n=5/25) de la muestra no presentó cambio. De los discos de acrílico sumergidos en café, el 76% de las observaciones (n=19/25) registraron aumento de saturación y el 16% (n=4/25) no presentó cambio. En las observaciones de los discos sumergidos en achiote, el 80% (n=20/25) registraron aumento en saturación; este fue el único grupo en la que no se realizó ninguna observación de disminución de saturación. De las 25 observaciones realizadas de los discos sumergidos en gaseosa, el 68% (n=17/25) registró aumento en saturación y el 24% (n=6/25) no presentó cambios. Las observaciones realizadas de los discos sumergidos en agua destilada presentaron, por el contrario, un mayor número de discos sin cambio en saturación, 44% (n=11/25), seguidos de un 36% (n=9/25) con aumento en saturación.

## Valor

Para la realización del análisis estadístico de la variable valor, se ordenó la guía Vita según el valor, a cada uno se le dio un número para que la variable este medida en escala cardinal y lograr ingresar los datos en el programa estadístico. Siendo el siguiente orden:

B1	A1	B2	D2	A2	C1	C2	D4	A3	D3	B3	A3.5	B4	C3	A4	C4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

De esta forma, se obtuvo el comportamiento de las observaciones según el valor de los discos de acrílico sumergidos en las distintas sustancias.

### Cuadro 7.

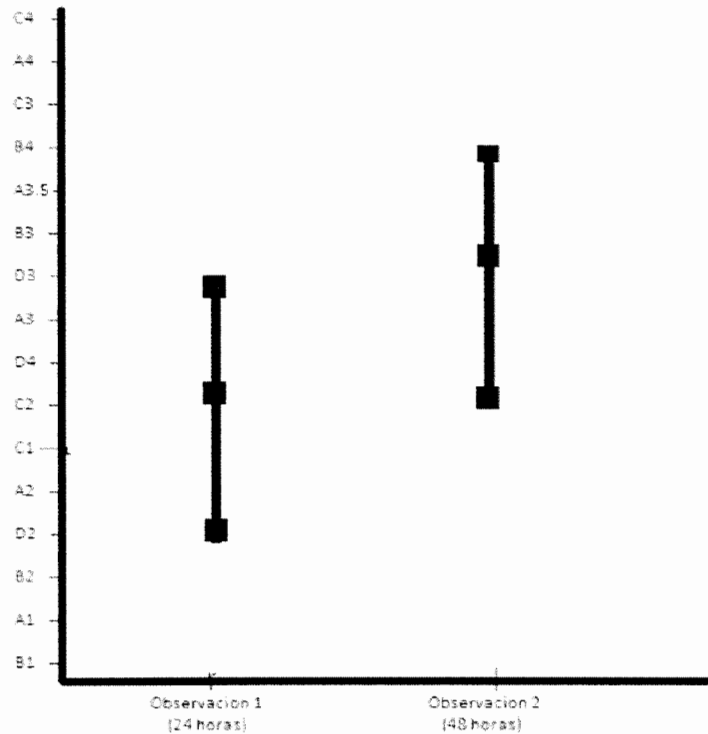
Valor de los discos sumergidos en las distintas sustancias pigmentantes en la primera y segunda medición (24 a 48 horas).

	Vino (grupo A)		Café (grupo B)		Achiote (grupo C)		Gaseosa (grupo D)		Agua destilada (grupo E)	
	media	DS	media	DS	media	DS	media	DS	media	DS
observación 1	6.84	3.09	8.80	2.96	6.92	4.24	8.20	3.72	4.76	2.73
observación 2	9.84	2.75	12.92	1.41	12.44	1.42	12.60	2.10	5.56	2.89
	p=<0.001.		p=< 0.001		p=<0.001.		p=<0.001		P=<212	

Fuente: Resultados del programa Kwikstat 4.1, valores obtenidos durante el trabajo de campo.

## Gráfica 7.1

Comparación del valor de los discos sumergidos en **vino** entre la primera y segunda medición (24 a 48 horas).

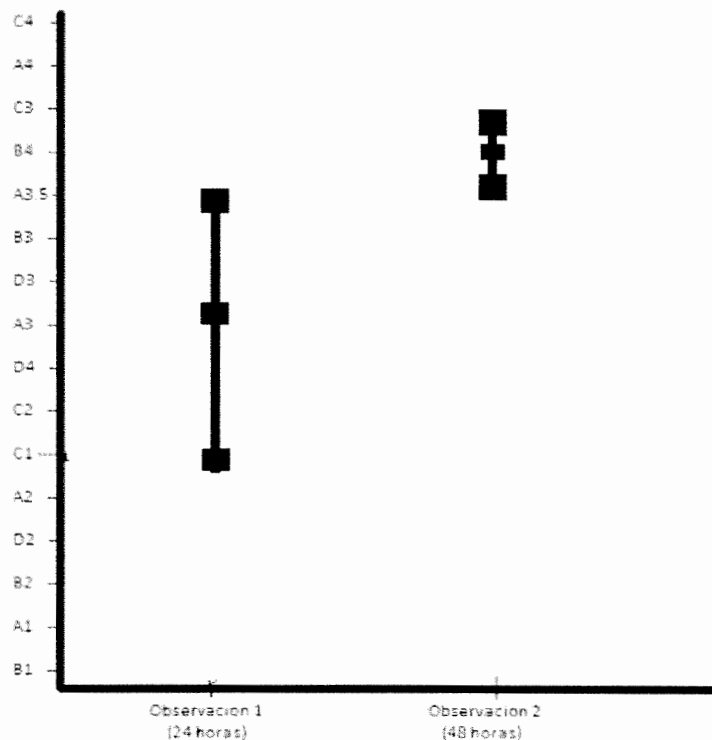


Fuente: Datos de Cuadro 7.

En los discos del grupo A (vino) según la primera observación, realizada después de que los discos de acrílico fueran sumergidos por 24 horas en agua destilada, se determinó que la mayoría de los discos estaban entre D2 y D3 y en la segunda observación realizada después que los discos fueran sumergidos 24 horas más en vino, la mayor parte los discos se encontraban entre C2 y B4, esto indica que en el grupo A (vino) existió un aumento de 3 valores comparando la primera observación con la segunda observación, es decir que los discos perdieron luminosidad, volviéndose más oscuros, estos resultados son estadísticamente significativos con una  $p < 0.001$ .

## Gráfica 7.2.

Comparación del valor de los discos sumergidos en **café** entre la primera y segunda medición (24 a 48 horas).

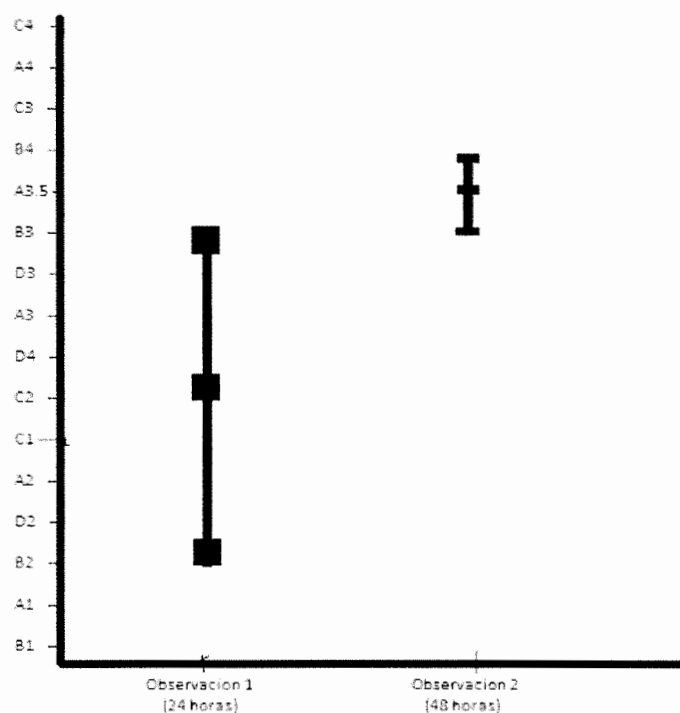


Fuente: Datos de cuadro 7.

En los discos del grupo B (café) según la primera observación, realizada después de que los discos de acrílico fueran sumergidos por 24 horas en agua destilada, se determinó que la mayoría de los discos estaban entre C1 y A3.5 y en la segunda observación realizada después que los discos fueran sumergidos 24 horas más en café, la mayor parte de los discos se encontraban entre A3.5 y C3. En este grupo se presentó un aumento de valor de 2, perdiendo menor cantidad de luminosidad y volviéndose menos oscuros que los discos del grupo de vino. Estos resultados son estadísticamente significativos con una  $p < 0.001$ .

### Gráfica 7.3

Comparación del valor de los discos sumergidos en **achiote** entre la primera y segunda medición (24 a 48 horas).

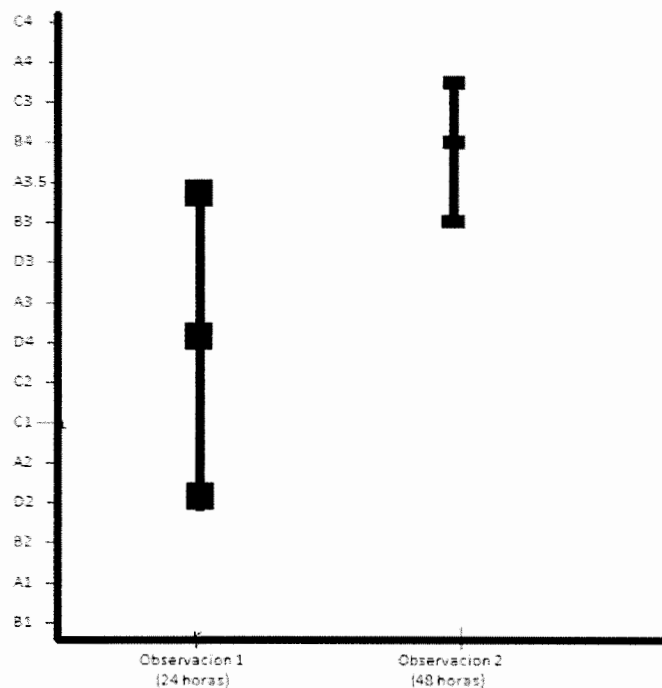


Fuente: Datos de cuadro 7.

En los discos del grupo C (achiote) según la primera observación, realizada después de que los discos de acrílico fueran sumergidos por 24 horas en agua destilada, se determinó que la mayoría de los discos estaban entre B2 y B3 y en la segunda observación realizada después que los discos fueran sumergidos 24 horas más en achiote, la mayor parte los discos se encontraban entre B3 y B4, esto indica que en el grupo C (achiote) existió un aumento de 2 valores comparando la primera observación con la segunda observación, es decir que los discos perdieron luminosidad, volviéndose más oscuros, estos resultados son estadísticamente significativos con una  $p < 0.001$ .

## Gráfica 7.4

Comparación del valor de los discos sumergidos en **gaseosa** entre la primera y segunda medición (24 a 48 horas).

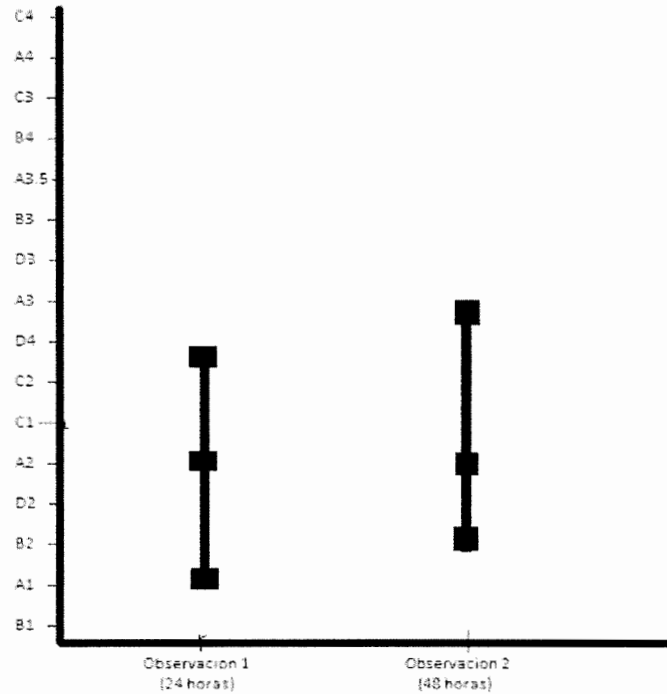


Fuente: Datos de cuadro 7.

En los discos del grupo D (gaseosa) según la primera observación, realizada después de que los discos de acrílico fueran sumergidos por 24 horas en agua destilada, se determinó que la mayoría de los discos estaban entre D2 y A3.5 y en la segunda observación realizada después que los discos fueran sumergidos 24 horas más en gaseosa, la mayor parte los discos se encontraban entre D3 y C3, esto indica que en el grupo D (gaseosa) existió un aumento de 2 valores comparando la primera observación con la segunda observación, es decir que los discos perdieron luminosidad, volviéndose más oscuros, estos resultados son estadísticamente significativos con una  $p < 0.001$ .

### Gráfica 7.5

Comparación del valor de los discos sumergidos en **agua destilada** entre la primera y segunda medición (24 a 48 horas).



Fuente: Datos de cuadro 7.

En los discos del grupo E (agua destilada) según la primera observación, realizada después de que los discos de acrílico fueran sumergidos por 24 horas en agua destilada, se determinó que la mayoría de los discos estaban entre A1 y D4 y en la segunda observación realizada después que los discos fueran sumergidos 24 horas más en agua destilada, la mayor parte los discos se encontraban entre B2 y A3, esto indica que en el grupo E (agua destilada) aún siendo el grupo control los examinadores observaron aumento de 1 valor comparando la primera observación con la segunda observación, es decir que los discos perdieron luminosidad, volviéndose más oscuros, estos resultados no son estadísticamente significativos con una  $p=212$ .

### XIII. DISCUSIÓN

El objetivo principal de este estudio fue determinar cual de las sustancias pigmentantes causó mayor cambio cromático en las resinas acrílicas por medio del método visual. Estos cambios se determinaron mediante la medición de sus tres variables que son el matiz, saturación y el valor, definidos de la siguiente manera: El matiz es el color dominante de un objeto indicado por las longitudes de onda dominantes actuales, la saturación se refiere a la intensidad de un color; y el valor se refiere a la relativa ligereza o la oscuridad del color. Un tono más claro significa una mayor valor y un tono más oscuro significa un menor valor.

El estudio mostró mediante pruebas T-retest , que la resina acrílica presentó cambios cromáticos significativos en todas las sustancias en las que fue sumergida, lo cual coincide con diferentes estudios antes realizados.

Al revisar los resultados que arrojó la primera observación se hace evidente el hecho que no presentaba un color (matiz) definido o fácilmente clasificable, por lo que se hizo difícil escoger un tono en la guía, por ello los resultados fueron variados y sin una media clara, presentando por el contrario valores dispersos. Aunque predominaron los tonos A y B, la diferencia en cantidad que había con los otros tonos no fue significativa. Sin embargo, luego de haber estado sumergidos en las sustancias para la segunda observación, y aunque todos presentaron cambios cromáticos, los resultados expresados por los observadores fueron más homogéneos. En este caso, la tonalidad B, dominó en todas las observaciones. En este sentido, puede afectar el hecho que el acrílico es un material monocromático siendo medido con una guía policromática, por lo que un color más definido, como los que se presentaron en la segunda observación, fueron más fáciles de identificar.

El achiote, café y gaseosa fueron las sustancias que provocaron mayor cambio con respecto a los resultados en valor. En primer lugar esta el achiote presentando un aumento de cinco en valor, seguido de café y gaseosa, ambas con aumento de cuatro grados. El grupo de vino, que presentó datos semejantes a los demás grupos en la primera observación, tuvo cambios menores en la segunda observación, por lo que se podría decir que fue la sustancia menos pigmentante, con aumento de tres grados.

En estudios previos el vino era la sustancia que mayores cambios cromáticos producía <sup>(13, 3, 23)</sup>. En este estudio los datos obtenidos por la prueba t- test muestra que el vino fue el agente pigmentante



con menores cambios cromáticos en el material; el grupo C, de achiote, fue quien presentó mayores cambios. A pesar de esto, la diferencia que existe con los otros grupos no fue alta, por lo que todas actúan de una forma similar. Subramanya, demostró que el acrílico autocurado fue más susceptible a cambios cromáticos y fue el café quien provocó mayores cambios cromáticos <sup>(25)</sup>. En este estudio los cambios registrados en gaseosa y café fueron semejantes, por lo que no se puede determinar quien causó mayor cambio cromático.

Para Douglas & Brewer, el ojo humano permanece insuperable en la habilidad para detectar pequeñas diferencias de color entre los objetos <sup>(20)</sup>. En este estudio, efectivamente, se logran percibir cambios en la resina acrílica sumergida en las sustancias pigmentantes, sin embargo el estudio arrojó resultados heterogéneos entre observaciones, por lo que los resultados finales al comparar la primera y segunda observación pierden validez. La subjetividad es la debilidad que permite el método de comparación visual, a lo que hacen referencia Guler y cols <sup>(14)</sup> cuando mencionan en la discusión de sus resultados el beneficio de los espectrofotómetros y colorímetros, los cuales, aunque presentan un rango de error, no cuenta con resultados subjetivos como los que se generan al ser vistos por distintas personas, quienes perciben e interpretan el color de forma diferente. Aunado a esto se encuentra la carencia de una guía propia de los acrílicos, que sea monocromática como lo es el material y de forma estándar para todos los acrílicos del mercado.

#### XIV. CONCLUSIONES

Veinticinco discos hechos con resina acrílica utilizada en la Facultad de Odontología de la Universidad San Carlos de Guatemala fueron sumergidos en distintas sustancias, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- La hipótesis de este estudio fue rechazada. No se puede validar el método de comparación visual dado a los resultados obtenidos en los que se demuestra que las comparaciones entre observadores presentaron valores con gran dispersión. Aun dentro de la pequeña muestra evaluada, se obtuvieron resultados estadísticamente significativos.
- Dentro de las sustancias utilizadas, el achiote fue quien provocó mayor cambio cromático en las muestras. Los resultados fueron estadísticamente significativos.
- El uso de la unidad de presión Aquapres no causó cambios significativos en la reducción del cambio cromático de las muestras de resina acrílica.
- Al comparar los resultados del presente estudio con los del estudio paralelo homologo “Comparación de estabilidad cromática in vitro en la resina acrílica Veracril™ utilizando un protocolo de pulido y el método de comparación visual aleatoria (Estudio piloto)” en el caso de matiz, no se puede cotejar los resultados dado que los mismos eran dispersos. La sustancia que causó mayor cambio en saturación fue el achiote, al igual que en este estudio. En valor, todas las sustancias mostraron un comportamiento semejante al aumentar dos grados, a diferencia de el cambio en valor que se observó en las muestras del presente estudio.

## **XV. RECOMENDACIONES**

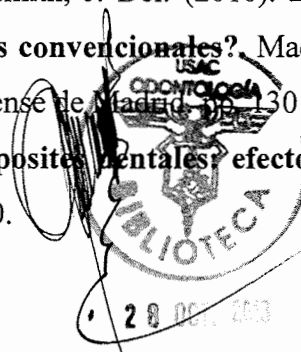
- Es necesario realizar un estudio con la misma metodología agregando mayor cantidad de muestras de estudio, con el fin de tener resultados significativos.
- El método de calibrar a los observadores se puede realizar con la ayuda de un espectrofotómetro con el cual puedan ser medidos de modo más fiable.

## **XVI. LIMITACIONES**

- El uso de una guía policromática para comparar un material monocromático generó dificultad en la observación.
- Una muestra tan pequeña genera resultados claros con aparatos como los espectrofotómetros en los que se carece de subjetividad, sin embargo en este caso se necesita una muestra de mayor tamaño con la cual se pueda comparar de mejor manera las observaciones.

## XVII. BIBLIOGRAFÍA

1. Analoui, M. et al. (2004). **Designing visually optimal shade guides**. J Prosthet Dent. 92(37):1-6.
2. Anasuvic, K. J. (2004). **Phillips ciencia de los materiales dentales**. 11 ed. Madrid: Elsevier. pp. 150-166.
3. Arteaga Muller, R.A. (2007). **Síntesis, reactividad y aplicaciones catalíticas de complejos de niobio y tántalo con ligandos Imido y 1-OXO-1,3-DIENO**. Alcalá de Henares, España: (s.e). pp. 11.
4. Baltzer, A. y Kaufmann-Jinoian, V. (2004). **La determinación del color del diente**. Quintes Zahn. 30: 726-740.
5. Bentolila, O. y Roig, M. (2009). **Selección de color dental con la utilización del SpectroShade™ "Micro" Dental**. Rev Odonto de Esp. 4(4): 1-3.
6. Beñaldo Fuentes, C. (2005). **Estudio comparativo *in vitro* de la microfiltración de restauraciones de resina compuesta realizadas con un sistema adhesivo convencional y otras realizadas con un sistema adhesivo con nanorelleno**. Tesis (Lic. Cirujano Dentista). Santiago, Chile: Universidad de Chile, Facultad de Odontología. pp. 8-20.
7. Catelan, A. et al. (2011). **Color stability of sealed composite resin restorative materials after ultraviolet artificial aging and immersion in staining solutions**. Jour of Prosth Dent. 105(4): 236-241.
8. CORQUIVEN. Corporación Química Venezolana. (s.f). **Hoja de seguridad: metil metacrilato monómero**. Valencia, Edo. Carabobo, Venezuela: Corquiven. pp. 1-5.
9. Coto Coiradas, S.; Martínez Bravo, A. y Río Highsmith, J. Del. (2010). **Dientes artificiales de composite nanohíbrido: ¿una alternativa a los dientes convencionales?** Madrid: Departamento de Prótesis, Facultad de Odontología, Universidad Complutense de Madrid. pp. 130 - 138.
10. Davidenko, N.; Garia, R. y Sastre, R. (2001). **Composites dentales: efecto de la interfase y de otros factores de durabilidad**. Rev Plast Moder. 81:1-10.



11. Fuente, D. la. (2008). **Física del color y su utilidad en odontología**. Rev Cient Odonto. 4 (1):1-6.
12. Gonçalves Assunção, W. et al. (2009). **Effect of polymerization methods and thermal cycling on color stability of acrylic resin denture teeth**. J Prosthet Dent. 102:385-392.
13. \_\_\_\_\_ (2009). **Factores que influncian la selección del color en prótesis fija, revisión de literatura**. Acta Odonto Venez. 47(4): 1- 7.
14. Guler, A.U. et al. (2005). **Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials** . J.P.D. 94(2): 118-124.
15. Janda, R. (2008-2009). **Polímeros orgánicos: química y física, 1.ª parte**. Quintes Zahn. 34 (2): 190-204. Quintes Téc. 20 (1): 36-50.
16. Jivanescu, A.; Marcauteanu, C. and Pop, D. (2010). **Conventional spectrophotometric shade taking for the upper central incisor: a clinical comparative study**. Timis Med Jour. 60 (4): 274 – 279.
17. Konstantinos, X.; Yeongjeong, K., and Hiroshi, H. (2008). **Effect of relining method on dimensional accuracy of posterior palatal seal. An in vitro study**. Jour of Prosth. 17: 211–218
18. Kruzer, M. (2006). **Estudio comparativo de dureza en dientes artificiales fabricados con diferentes tipos de resinas acrílicas**. Rev Esc Inc Antioq. 6:121-128.
19. Interguide dental & medical supply. (2012). **Aquapres, Lang**. (en línea). Mahler Rd, Burlingame, CA.: Consultado el 15 de Feb. 2013. Disponible en: <http://www.interguidedental.com/Aquapres-Lang-p36929.html>
20. Macorra García, J.C. De la. (1999). **La contracción de polimerización de los materiales restauradores a base de resinas compuestas**. Rev Odonto Conserv. 2(1):1-10.

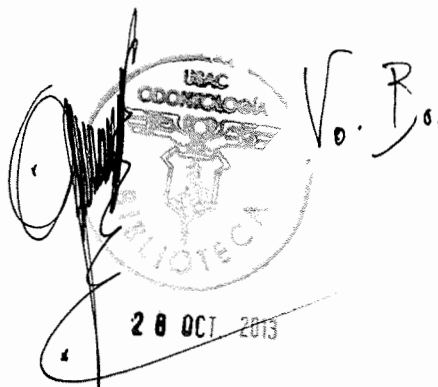


21. Mallar Desplast, E. y Mallar Calis, E. (2001). **Materiales para confeccionar coronas y puentes provisionales: fundamentos de estética bucal en el grupo anterior.** (en línea). Quintessence: Consultado el 8 de Ene 2013. Disponible en: [http://clinicamallat.com/05\\_formacion/art\\_cien/protesisf/pf07.pdf](http://clinicamallat.com/05_formacion/art_cien/protesisf/pf07.pdf)
22. Morais, F.A. et al. (2007). **Polímeros a base de metil metacrilato: importancia en odontología.** Int Jour Dent. 6(2): 64-66.
23. O'Brien, W.J.; Groh, C. L. and Boenke, K. M. (1989). **A one – dimension color order system for dental shade guides.** Michigan, United States: The University of Michigan. pp. 1-4.
24. Pascual-Moscardó, A. and Camps-Alemany, I. (2006). **Aesthetic dentistry: chromatic appreciation in the clinic and the laboratory.** Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 11:1-6.
25. Poveda Romero, M. et al. (2006). **Gluconato de clorhexidina al 0.12% en la inhibición de la adherencia de Streptococcus mutans en restauraciones provisionales de polimetilmetacrilato *in vitro*.** Rev Odonto Mex. 10 (1): 24-29.
26. Rutkunas, V.; Sabaliaskas, V. and Mizutani, H. (2010). **Effects of different food colorants and polishing techniques on color stability of provisional prosthetic materials.** Dent Mater J. 29(2): 167–176.
27. Sánchez, R.A. et al. (2011). **El uso de dientes artificiales de acrílico y porcelana como factor de reabsorción de procesos residuales en pacientes desdentados totales: estudio transversal.** Rev Univ Odontol. 30 (65): 25-29.
28. Subramanya J.K. and Muttagi S. (2011). **In vitro color change of three dental veneering resins in tea, coffee and tamarind extracts.** Jour of Dent. 8(3): 138-145.
29. Vera Graziano, R. et al. (s.f). **Estudio de compuestos acrílicos y metacrílicos para aplicaciones dentales y óseas.** Coyoacán, México: Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM. pp. 1-5.

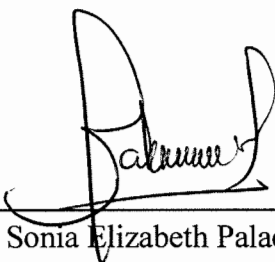


30. Vita bleached shade guide y vita easysshade (2006). **Innovaciones en el sistema de medición del color dental.** Germany: Bad Säckingen. 3 p.

31. Vita Zahnfabrik Co.KG. (2009). **Determinación objetiva, percepción subjetiva.** Germany: Bad Säckingen. 4 p.



El contenido de esta tesis es única y exclusivamente responsabilidad de la autora:

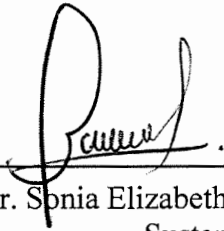


A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Sonia Elizabeth Palacios Palacios', is positioned above a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

Sonia Elizabeth Palacios Palacios

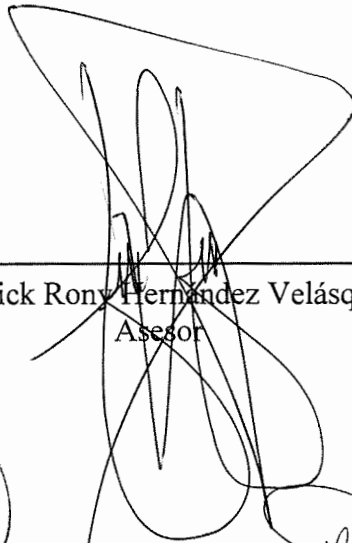


**FIRMAS DE TESIS DE GRADO**



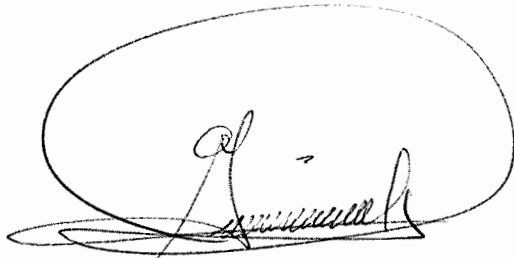
---

Br. Sonia Elizabeth Palacios Palacios  
Sustentante



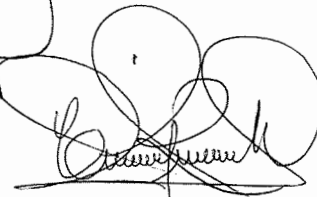
---

Dr. Erick Rony Hernández Velásquez  
Asesor



---

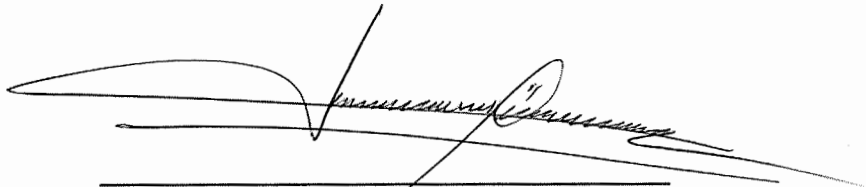
Dra. Marlen Melgar Girón  
Primer Revisor  
Comisión de Tesis



---

Dra. Claudeth Recinos Martínez  
Segundo Revisor  
Comisión de tesis

Vo. Bo.  
Imprimase



---

Dr. Julio Rolando Pineda Cordón  
Secretario Académico  
Facultad de Odontología.



