



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO



## **FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN  
ESMALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE  
BLANQUEAMIENTO.

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**C I R U J A N A   D E N T I S T A**

P R E S E N T A:

ITZEL GUADALUPE ROJAS RAMÍREZ

TUTOR: C.D. RODRIGO DANIEL HERNÁNDEZ MEDINA

ASESORA: C.D. TERESA BAEZA KINGSTON



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Por el apoyo, tiempo y dedicación para el desarrollo de mi tesina, agradezco a quienes a pesar de sus múltiples ocupaciones, hicieron un espacio para guiarme en cada paso de mi trabajo terminal.

Al Dr. Rodrigo Hernández, mi tutor de tesina, por siempre demostrarme su apoyo, por estar al pendiente de cada paso que daba en el desarrollo de mi tesina, por el apoyo moral al brindarme las facilidades para conseguir mis muestras, y llevar a cabo mi investigación muchas gracias. Por dedicarle tiempo a cada revisión de mis avances por escrito e indicarme los cambios necesarios para tener un trabajo de calidad!!!

A la clínica de Cirugía Maxilofacial, de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Odontología, por facilitarme las muestras para llevar a cabo la metodología de mi estudio.

Al Laboratorio de Biomateriales Dentales de la División de Estudios de Posgrado e Investigación, por todas las facilidades proporcionadas para llevar a cabo el desarrollo metodológico de mi trabajo terminal, en especial:

A la Dra. Tere Baeza, mi asesora de tesina, por el apoyo en el desarrollo de la metodología, la capacitación para la realizar las mediciones de colorimetría y rugosidad, supervisar y orientar el procedimiento, ayudarme a ajustar cada detalle para que finalmente al llevar a cabo las mediciones, éstas fueran siempre lo más exacto posible. Además de hacer las revisiones de mi trabajo escrito, muchas gracias!!!

A la Dra. Abigail Flores Ledesma por el tiempo dedicado y conocimientos compartidos para orientarme en el desarrollo de este estudio y en el análisis de resultados por colorimetría, por apoyarme a sustentar una de las pruebas en el desarrollo de mi tesina, muchas gracias!!!

A Cristian Pierre Gámez por el tiempo dedicado y los conocimientos compartidos para el análisis de rugosidad, por apoyarme a sustentar una de las pruebas que defenderá el desarrollo de mi tesina, muchas gracias!!!

Así mismo agradezco infinitamente....

A todos los profesores del grupo 3 por compartir sus conocimientos para mi formación académica, en especial a la Dra. Aline Hernández, al Dr. Víctor Moreno Maldonado, a la Dra. Alicia Montes de Oca, al Dr. Enrique Rubín, quienes por su vocación demostraron siempre el amor infinito que le tienen a sus especialidades, al compartir sus conocimientos siempre con calidad, para que de la misma manera sus alumnos ejerciéramos la odontología!!!

A los profesores de la Clínica Periférica Aragón, Turno Matutino, en especial al Dr. Basilio Gutiérrez Reyna y a la Dra. Blanca Estela Hernández, por todo el apoyo proporcionado durante mi último año de formación en licenciatura.

Al Esp. Jaime Alberto González Orea, al Mtro. Jorge Guerrero Ibarra, al Mtro. Jorge Mario Palma Calero, Mtro. Arcadio Barrón Zavala, muchas gracias!!! Por compartir sus conocimientos, experiencias, en el seminario de titulación.

El mayor de mis agradecimientos es para la máxima casa de estudios, la  
Universidad Nacional Autónoma de México,  
por permitirme ser Puma Orgullosamente  
y brindarme una formación académica de calidad!!!  
“Por mi raza hablará el espíritu”

Y para mis papás, Ignacio y Ma. Guadalupe, a quienes amo y admiro  
inmensamente, les agradezco infinitamente todo el amor y cuidados que  
me han brindado, así como su tenacidad para ayudarnos a mi hermana y a  
mí a lograr nuestras metas.

A Mich, porque además de ser mi hermana y mejor amiga, eres un gran  
ejemplo a seguir, te admiro por todos tus logros y agradezco tu apoyo  
incondicional!!!

A mi tía Lidia y abue Pau, a quienes amo y admiro,  
agradezco su apoyo incondicional!!!

Dedico esta tesina a mi tía Rosa, mis primos y sobrinas que algún día me  
apoyaron siendo mis pacientes, en especial a mi abuelito Margarito†. Así  
mismo les estoy inmensamente agradecida por ayudarme a lograr una de  
mis metas.

Atte. Itzel Guadalupe Rojas Ramírez.

“Destino: es el puente que construyes, hacia lo que quieres”

## Índice

<b>1. Introducción</b> .....	8
<b>2. Marco teórico</b> .....	9
2.1. Antecedentes históricos .....	9
2.2. Estructuras dentales .....	11
2.2.1. Esmalte dental .....	11
2.2.1.1. Generalidades .....	11
2.2.1.2. Composición .....	12
2.2.1.2.1. Química.....	12
2.2.1.2.2. Histológica .....	12
2.2.2. Dentina .....	14
2.2.2.1. Generalidades .....	14
2.2.2.2. Composición .....	15
2.2.2.2.1. Química.....	15
2.2.2.2.2. Histológica .....	15
2.3. Color.....	17
2.3.1. Matiz.....	17
2.3.2. Croma .....	17
2.3.3. Valor .....	18
2.4. Luz .....	18
2.5. Sistema CIE L*a*b* .....	19
2.6. Cambios de color dental .....	21
2.6.1. Extrínsecos.....	22
2.6.1.2. Tinciones metálicas .....	23
2.6.1.3. Tinciones bacterianas .....	24
2.6.2. Intrínsecos .....	25
2.6.2.1. Generales.....	25
2.6.2.1.1. Enfermedades sistémicas.....	25
2.6.2.1.2. Displasias .....	26
2.6.2.1.3. Ingesta de sustancias.....	26

2.6.2.1.4. Envejecimiento .....	28
2.6.2.2. Locales.....	28
2.6.2.2.1. Procesos pulpares y traumatismos .....	29
2.6.2.2.2. Patologías dentales .....	29
2.6.2.2.3. Material de obturación, endodoncia y otros.....	30
2.7. Blanqueamiento dental.....	31
2.7.1. Agentes blanqueadores .....	31
2.7.1.1. Perborato de sodio .....	32
2.7.1.2. Peróxido de hidrógeno .....	32
2.7.1.3. Peróxido de carbamida .....	32
2.7.2. Mecanismos de acción .....	33
2.7.3. Indicaciones.....	34
2.7.4. Contraindicaciones .....	34
2.7.5. Tipos de terapia de blanqueamiento dental.....	35
2.7.6. Blanqueamiento aplicado a dientes no vitales (con tratamiento de conductos previo) .....	35
2.7.7. Blanqueamiento de dientes vitales.....	37
2.7.8. Productos de consultorio .....	38
2.7.9. Productos de casa .....	38
2.7.10. Productos OTC (Over the Counter) .....	39
2.7.11. Hipersensibilidad dental post-blanqueamiento dental.	39
2.7.12. Factores que alteran el blanqueamiento dental.....	40
2.7.12.1. Factores de seguridad.....	40
2.7.13. Sistemas de Blanqueamiento utilizados en el presente estudio	42
2.7.13.1. Sistema opalescence boost.....	42
2.7.13.2. Sistema opalescence quick .....	43
<b>3. Diseño experimental .....</b>	<b>46</b>
3.1. Planteamiento del problema .....	46
3.2. Justificación .....	47
3.3. Objetivos.....	47
3.3.1. General .....	47
3.3.2. Específicos.....	47

3.4. Hipótesis .....	49
<b>4. Metodología.....</b>	<b>50</b>
4.1. Criterios de inclusión .....	50
4.2. Criterios de exclusión.....	50
4.3. Variables de estudio.....	50
4.3.1. Variables dependientes .....	50
4.3.2. Variables Independientes.....	51
4.4. Material y equipo .....	51
4.5. Tipo de estudio .....	52
4.6. Población de estudio y muestra.....	52
4.7. Método.....	52
<b>5. Aspectos éticos.....</b>	<b>59</b>
<b>6. Recursos .....</b>	<b>59</b>
<b>7. Resultados .....</b>	<b>60</b>
<b>8. Discusión .....</b>	<b>65</b>
<b>9. Conclusiones.....</b>	<b>69</b>
<b>10. Referencias bibliográficas .....</b>	<b>70</b>
<b>11. Anexos .....</b>	<b>74</b>



# ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



## 1. Introducción

La estética dental ha ido adquiriendo mayor demanda entre los tratamientos dentales, sobre todo con aquellos tratamientos de mínima invasión. El blanqueamiento dental está en auge entre la sociedad, las campañas publicitarias adicionalmente en la búsqueda por vender su producto manejan la idea de que unos dientes blancos dan una mejor apariencia, que son sinónimo de dientes limpios y sanos.

Para mayor seguridad, todos los blanqueamientos dentales deben ser asesorados por el dentista, el más efectivo es el que se realiza en el consultorio dental dónde el estomatólogo tiene control sobre el agente blanqueador para no causar daño a los tejidos periodontales evitando así daños que se pueden provocar al aplicar un blanqueamiento de manera inadecuada. (Roesch, 2007)<sub>1</sub>

Existen también productos de libre venta en tiendas de autoservicio que contienen una concentración muy baja del agente blanqueador entre sus componentes, algunos de los productos a los que se les han incorporado estos agentes son las pastas dentales, enjuagues bucales e inclusive las gomas de mascar.

Es de vital importancia informar al paciente que pese a la virtud mínimamente invasiva del tratamiento estético, el blanqueamiento puede desencadenar efectos secundarios, tales como la hipersensibilidad dental, debido a que altas concentraciones del agente blanqueador desmineralizan la superficie dental.



# ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



## 2. Marco teórico

### 2.1. Antecedentes históricos

Desde tiempos remotos los dientes blancos se han considerado sinónimo de pulcritud, higiene y buena salud. (Joubert, 2010)<sub>2</sub> En la época romana para darle una apariencia más brillante a los dientes utilizaban urea de Lusitanos (Haywood, 1992). En la edad media limaban los dientes y les aplicaban aquafortis (una sustancia que aparentemente contenía ácido cítrico), para aclararlos. (Joubert, 2010)<sub>2</sub>

La historia del blanqueamiento dental cursa por cuatro etapas:

#### **Primera etapa: Procedimiento experimental.**

Chappel (1887) reporta la utilización de ácido oxálico.

Harlan (1884) utiliza por primera vez el peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) como agente blanqueador.

Garretson (1895) utiliza soluciones de cloro en dientes no vitales. (Joubert, 2010)<sub>2</sub>

#### **Segunda etapa: Último tratamiento para corregir discrepancias de color.**

Walker Kaine (1916) utilizó ácido clorhídrico al 18%, alcohol y un instrumento con calor para blanquear piezas dentales con fluorosis.

Abbot (1918) utiliza una luz de alta intensidad para acelerar el procedimiento.

Younger (1942) utiliza una mezcla de Peróxido de Hidrógeno al 30% y una parte de éter anestésico, a la cual adicionó calor con la finalidad de buscar los mismos resultados.



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



Pearson (1950) introduce la técnica ambulatoria intracameral de blanqueamiento en piezas no vitales usando peróxido de hidrógeno al 35% durante 3 días.

Mc Closky (1984) utiliza una pasta de ácido clorhídrico al 18% con piedra pómez y agua, la cual se aplicaba con copas de profilaxis, eliminando así manchas de fluorosis. Procedimiento hoy conocido como micro abrasión. (Joubert, 2010)<sub>2</sub>

### **Tercera etapa: Aceptación por parte de los odontólogos y los consumidores.**

Inicia con Haywood y Heyman (1989).- introducen el sistema de “Blanqueamiento en casa” con peróxido de carbamida, para aclarar gradualmente los dientes.

1990.- Se introduce el peróxido de hidrógeno al 30% activado químicamente para el uso en el consultorio.

1991.- El sistema de blanqueamiento a base de peróxido de hidrógeno puede activarse mediante una lámpara de luz visible, para acelerar el procedimiento.

1994.- La Asociación Dental Americana (ADA) estableció sus pautas para la seguridad y eficacia. (Joubert, 2010)<sub>2</sub>

### **Cuarta etapa: Terapia integral de tratamientos de estética dental.**

Terapias de consultorio con mayores concentraciones con respecto a las terapias ambulatorias con soluciones más diluidas o agentes de menor concentración. (Joubert, 2010)<sub>2</sub>



# ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



## 2.2. Estructuras dentales

### 2.2.1. Esmalte dental

#### 2.2.1.1. Generalidades

Embriológicamente, deriva del órgano del esmalte, que es de naturaleza ectodérmica (es decir, se origina de una proliferación del epitelio bucal) (Gómez M.A., 1999)<sup>3</sup>

Los ameloblastos, que forman el esmalte, involucionan y desaparecen durante la erupción dentaria por un mecanismo de apoptosis. (Garnet, 2008)<sup>4</sup> El esmalte maduro, no contiene células ni prolongaciones celulares, las células que le dan origen no quedan incorporadas a él, por ello, se dice que el esmalte es una estructura acelular, avascular y sin inervación. *Su forma de reaccionar ante cualquier agente físico, químico o biológico es con la pérdida de la sustancia.* (Roos & Wojciech, 2009)<sup>5</sup>

En su superficie externa, los dientes recién erupcionados están tapizados por una película primaria, conocida como **cutícula primaria del esmalte** (Garnet, 2008)<sup>4</sup> que ejerce una función protectora, desaparece al entrar en oclusión el órgano dentario; suele persistir temporalmente a nivel cervical. Posteriormente se cubre por una película secundaria exógena de origen salival (**película adquirida**) y que sobre la cual se desarrolla la **placa dentobacteriana**.

En su superficie interna se relaciona con la dentina por medio de la Conexión Amelo Dentinaria (CAD). Cervicalmente el espesor del esmalte es mínimo y se relaciona con el cemento. En el cuello dentinario, el esmalte se relaciona con la encía por medio de la unión dentogingival. El espesor del esmalte (distancia entre la superficie libre y la CAD), varía en distintos órganos dentarios y en un mismo diente. (Gómez M.A., 1999)<sup>3</sup>



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESMALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



### 2.2.1.2. Composición

#### 2.2.1.2.1. Química

El esmalte recubre la dentina coronal; se compone de 96% de hidroxiapatita cálcica (densamente empaquetada y de mayor tamaño que

los de otros tejidos mineralizados, por ello se dice que el esmalte dental es el tejido más duro del cuerpo humano), 4% de material orgánico (glucoproteínas de peso molecular alto, *enamelinas*, ricas en tirosina, así como un grupo de proteínas relacionadas *tuftleínas*) y agua. (Roos & Wojciech, 2009)<sup>5</sup>

#### 2.2.1.2.2. Histológica

Está compuesto por prismas de esmalte, que atraviesan todo el espesor de la capa del esmalte (Roos & Wojciech, 2009)<sup>5</sup>. Los cristales de hidroxiapatita cálcica carbonatada no estequiométrica que componen el esmalte dental se organizan en bastoncillos o prismas que miden de 4µm de ancho por 8µm de largo, extendiéndose cada desde la conexión amelodentinaria (CAD) hasta la superficie libre del diente. Los espacios limitados por los primas están ocupados por cristales. Estrías de Retzius, son indicios del crecimiento rítmico del esmalte durante el desarrollo dentinario. El esmalte de dientes deciduos presenta una línea de hipomineralización más ancha (**Línea neonatal**) resultado de los cambios nutricionales entre la vida pre y posnatal. (Roos & Wojciech, 2009)<sup>5</sup>

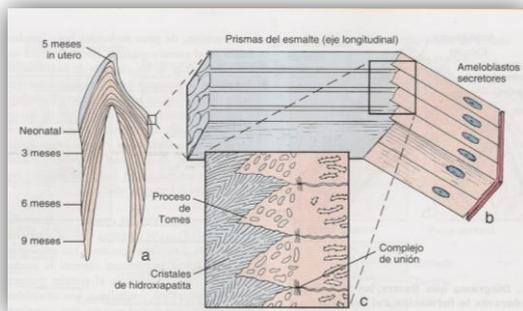


Ilustración 1 Diagrama representativo de la amelogenesis. Tomada de (Roos & Wojciech, 2009)

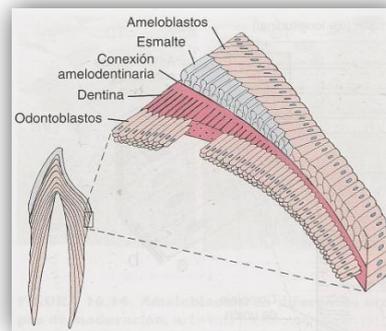


Ilustración 2.- estructuras relacionadas en el desarrollo del esmalte. Tomada de (Roos & Wojciech, 2009)

ESMALTE: Generalidades		
Propiedades Físicas	Composición Química	Estructura Histológica
<p><b>Dureza:</b> Resistencia de una sustancia a ser rayada o sufrir deformaciones, motivadas por presiones. Dureza del esmalte: 6.5 en escala de Mohs que equivale a la apatita. La dureza adamantina decrece con el grado de mineralización.</p>	<p><b>Matriz Orgánica:</b> Amelogeninas (moléculas hidrofóbicas) Enamelinas (moléculas hidrofílicas) Ameloblastinas, amelinas y proteínas de la vaina (proteínas sintetizadas por los ameloblastos desde la fase inicial de la amelogenesis) Tufelina (proteínas de los flecos)</p>	<p><b>UEBE</b> Unidad Estructural Básica del Esmalte; es el prisma o varilla del esmalte, una estructura compuesta por cristales de hidroxiapatita. <i>Esmalte prismático o varillar.</i>- constituye la mayor parte de esta matriz extracelular mineralizada <i>Esmalte aprismático o avarillar.</i>- sustancia adamantina mineralizada que no constituye ni configura ninguna estructura geométrica. Carece de UEBE</p>
<p><b>Elasticidad:</b> deformación que sufre un material al incidir sobre él una fuerza. En el esmalte es escasa por su extrema dureza, debido a su poca cantidad de agua y sustancia orgánica. Cuando las fuerzas masticatorias sobrepasan los límites de adaptabilidad por el estrés oclusal, se originan las abfracciones.</p>	<p><b>Matriz Inorgánica:</b> Sales minerales cálcicas: Fosfato y Calcio.- depositadas en la matriz del esmalte originan cristales de hidroxiapatita. Carbonatos y Sulfatos y oligoelementos (K, Mg, Fe, Flúor, Mn, Cu, etc.) Los iones F pueden sustituir a los grupo hidroxilos (1 cada 40) en el cristal de hidroxiapatita y convertirlo en un cristal de fluorhidroxiapatita que lo hace resistente a la acción de los ácidos, y con ello a la caries.</p>	<p><b>UESE:</b> Unidades Estructurales Secundarias del Esmalte. Se originan a partir de las unidades estructurales primarias como resultados de varios mecanismos: <b>Diferente grado de mineralización:</b> Estrías de Retzius Perenquimas y líneas de imbricación de Pickerill Penachos adamantinos o de Linderer <b>Cambio en el recorrido de las UEBE</b> Bandas de Hunter-Schreger Esmalte Nudoso <b>Interrelación entre el esmalte y la dentina subyacente o la periferia medioambiental.</b> CAD (Conexión AmeloDentinaria) Husos adamantinos Fisuras y surcos del esmalte Laminillas o microfisuras del esmalte <b>Cubiertas superficiales del esmalte</b> Cutícula del esmalte Película primitiva Película secundaria: exógena o adquirida, Biofilm: Placa dental que presenta matriz proteica blanda que contiene bacterias o microorganismos patógenos de distintos tipos.</p>
<p><b>Color y transparencia:</b> El esmalte es translúcido; su color varía de un blanco-amarillento a un blanco-grisáceo, que depende de las estructuras subyacentes, en especial de la dentina. A mayor mineralización, mayor translucidez.</p>	<p><b>Agua:</b> Porcentaje escaso y disminuye con la edad.</p>	
<p><b>Permeabilidad:</b> escasa, permite la difusión del agua y algunos iones del medio bucal.</p>		
<p><b>Radiopacidad:</b> muy alta, por su alto grado de mineralización.</p>		

Tabla 1.- Generalidades del esmalte; resumida del libro Gómez MA,<sub>2</sub> Histología. Fuente directa.



# ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESMALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



## 2.2.2. Dentina

### 2.2.2.1. Generalidades

Eje estructural y tejido mineralizado de mayor volumen de un diente. La porción coronal está recubierta por el esmalte, mientras que la región radicular por el cemento. Internamente limita la cámara pulpar.

Su espesor varía dependiendo de la pieza dentaria de 1-1.5 a 3mm, siendo mayor en los bordes incisales o cuspídeos y menor en la raíz. Así mismo el espesor es mayor en dientes viejos que en dientes jóvenes. (Gómez M.A., 1999)<sub>3</sub>

DENTINA: Generalidades		
Propiedades Físicas	Composición Química	Estructura Histológica
<p><b>Dureza:</b> determinada por el grado de mineralización. En estudios recientes se han establecido valores promedios de la dentina en dientes permanentes entre 0,57 y 1,13 GPa.</p> <p><b>Elasticidad propia de la dentina:</b> compensa la rigidez del esmalte, amortiguando impactos masticatorios. Varía dependiendo el porcentaje de sustancia orgánica y agua que contiene. Valores medios del módulo elástico de Young para la dentina permanente oscila entre 18-25GPa.</p> <p><b>Color:</b> Blanco amarillento. Dependiendo del grado de mineralización, vitalidad pulpar, la edad y los pigmentos endógenos o exógenos a los que se exponga.</p> <p><b>Translucidez:</b> menor translucidez que el esmalte por su menor grado de mineralización. Disminuye en el adulto y la tercera edad.</p>	<p><b>Matriz Orgánica:</b> Colágeno 90% de la matriz. Proteínas no colágenas: Fosforina dentinaria (DPP) Sialoproteína dentinarias (DSP) Proteína de matriz dentinaria1 (DMP1)</p> <p><b>Matriz Inorgánica:</b> Cristales de hidroxiapatita de 36µm de longitud, 25µm de ancho y 10µm de altura. Fosfatos amorfos, carbonatados, sulfatos y oligoelementos, como flúor, cobre, zinc, hierro, magnesio, etc. Calcio ligado a componentes de la matriz orgánica, como reservorio para la formación de cristales de hidroxiapatita.</p> <p><b>Agua:</b> Porcentaje escaso y disminuye con la edad.</p>	<p>Unidad Estructural Básica <b>Túbulos dentinarios</b> <b>Matriz intertubular</b></p>
<p><b>Permeabilidad:</b> mayor que la del esmalte por la presencia de los túbulos dentinarios que permiten el paso de distintos elementos o solutos. Mediante dos mecanismos de transporte a través de los túbulos: Por difusión o presión de fluidos intersticiales de la pulpa.</p> <p><b>Radiopacidad:</b> depende del contenido mineral, es menor que la del esmalte y superior a la del hueso y el cemento. Por su Radiopacidad aparece ligeramente más oscura que el esmalte.</p>		

**Tabla 2** Generalidades de la dentina; resumida del libro Gómez de Ferraris,<sub>2</sub> Histología. Fuente directa.



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



### 2.2.2.2. Composición

#### 2.2.2.2.1. Química

La dentina de maduración completa está compuesta de aproximadamente un 65 % de material inorgánico en peso y la gran mayoría de este material se encuentra presente en forma de cristales de hidroxiapatita. El colágeno representa alrededor de un 20 % de la dentina. El citrato, el condroitín sulfato, las proteínas no colágenas, el lactato y los lípidos representan un 2%. El 13% restante consiste en agua. En volumen, el material inorgánico representa un 45% de la dentina, las moléculas orgánicas un 33% y el agua un 22%. (Roos & Wojciech, 2009)<sub>5</sub>

#### 2.2.2.2.2. Histológica

Una característica de la dentina humana es la presencia de túbulos que albergan las principales proyecciones celulares de los odontoblastos. La elasticidad de la dentina proporciona flexibilidad al esmalte suprayacente.

La *predentina* es la matriz orgánica no mineralizada de la dentina situada entre la capa de odontoblastos y la dentina mineralizada. Sus componentes incluyen proteoglucanos y colágenos. La mineralización de la matriz de dentina comienza en el incremento inicial de la *dentina del manto*. Los cristales de hidroxiapatita comienzan a acumularse en vesículas matriciales en el interior de la predentina, estas vesículas brotan desde los procesos citoplasmáticos de los odontoblastos. (Roos & Wojciech, 2009)<sub>5</sub>

La *ortodentina o dentina secundaria* se caracteriza por la presencia de túbulos formados alrededor de las proyecciones citoplasmáticas de los odontoblastos (fibrillas de Thomes) y de ese modo atraviesan todo el ancho de la dentina. Estos túbulos son ligeramente afinados, con su porción más ancha situada hacia la pulpa.



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



En vecindad con el límite amelodentinario, los túbulos dentinarios se ramifican en una o más terminaciones. La dentina que recubre los túbulos es denominada dentina *peritubular*, mientras que la dentina situada entre los túbulos es conocida como dentina intertubular. Se ha observado que la dentina peritubular está más mineralizada que la dentina *intertubular* y en consecuencia, es más dura. La dentina intertubular está localizada entre los anillos de dentina peritubular y constituye la masa principal de la *dentina circumpulpar*.

El término *dentina interglobular* designa la matriz orgánica que permanece no mineralizada debido a que los glóbulos de mineralización no se fusionan. Esto se observa con mayor frecuencia a nivel de la dentina secundaria inmediatamente debajo de la dentina del manto, donde es más probable que el patrón de mineralización sea globular en lugar de por aposición. (Roos & Wojciech, 2009)<sup>5</sup>

El *fluido dentinario libre* es un ultrafiltrado de sangre en los capilares de la pulpa y su composición es similar al del plasma en varios aspectos. El líquido fluye hacia fuera entre los odontoblastos, hacia el interior de los túbulos de dentina y eventualmente escapa a través de pequeños poros hacia el esmalte. Se ha demostrado que la presión tisular de la pulpa es mayor que en la cavidad oral lo que explica la dirección del flujo líquido. La exposición de los túbulos como resultado de una fractura dentaria o durante la preparación de la cavidad a menudo trae como consecuencia la aparición de líquido en la superficie expuesta de la dentina en forma de gotitas diminutas. Este movimiento de líquido hacia el exterior puede ser acelerado deshidratando la superficie de dentina con aire comprimido, calor seco o la aplicación de un papel absorbente. Se piensa que el rápido flujo de líquido a través de los túbulos es una de las causas de la sensibilidad de la dentina. (Roos & Wojciech, 2009)<sup>5</sup>



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



### 2.3. Color

El color es una propiedad de los objetos que sólo los seres humanos podemos interpretar ante la presencia de una fuente emisora de luz que interactúe entre los objetos. (Maravankin, 2007)<sup>6</sup>

Es una elaboración fisiológica de la corteza cerebral ante estímulos lumínicos que excitan el órgano de la visión y llegan a ella por la vía eferente del nervio óptico. Dentro los globos oculares se encuentran sus receptores: los bastones, encargados de registrar la luz, responsables de la visión en blanco y negro, típica de la visión nocturna (Maravankin, 2007)<sup>6</sup>, debido a que sólo tienen un tipo de pigmento fotosensible, son los responsables de la percepción del valor de los objetos. Están ubicados alrededor del punto focal de la retina y muchos bastones comparten una fibra nerviosa. (Lafuente, 2008)<sup>7</sup>. Los conos, presentan diferente sensibilidad para percibir las diferentes longitudes de onda. Se conocen como conos L (largos), M (medianos) y S (cortos), por el tamaño de longitud de onda a la que son sensible. Los conos tienen una relación 1:1 con las fibras nerviosas. (Lafuente, 2008)<sup>7</sup>

#### 2.3.1. Matiz

Es la percepción del receptor ante la interacción de diferentes longitudes de onda específicas con los objetos (verde, azul, amarillo, etc.). La longitud de onda que no es absorbida se refleja y por lo tanto da el nombre del color.

#### 2.3.2. Croma

La intensidad o croma puede definirse como la cantidad de color o grado de saturación.

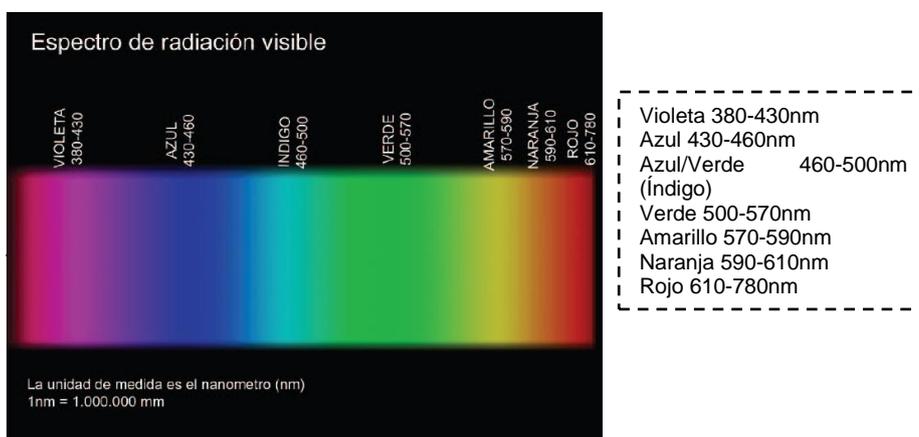
### 2.3.3. Valor

Cantidad de “brillo”, “luminosidad” o “gris” que tiene un color, que tan claro u oscuro es, pertenece a la escala acromática. (Lafuente, (2008))<sup>7</sup>. Tiene relación con la opacidad y traslucidez, a mayor valor mayor opacidad y blancura.

### 2.4. Luz

La luz natural se utiliza como referencia para cualquier tipo de medición. De la radiación solar total sólo un poco más del 50% es radiación visible; del resto, un 40% es infrarrojo y un 10% corresponde a luz ultravioleta. (Maravankin, 2007)<sup>6</sup>

La descripción científica de la composición multispectral de la luz blanca se atribuye a Isaac Newton, quien en 1664 demostró que al atravesar un prisma un haz de luz blanca en una cámara oscura, ésta se descomponía en varias longitudes de onda específicas debido a que su viaje por el prisma se hacía a diferente velocidad, emergiendo de él en forma diferente a la dirección de ingreso original. (Maravankin, 2007)<sup>6</sup>



**Ilustración 3** Espectro de Radiación Visible 380nm-780nm  
Tomada de (Maravankin, 2007)<sup>6</sup>



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



Mediante el mismo experimento Newton describió que esas longitudes de onda al cruzar otro prisma con las mismas características que el primero, volvían a recomponer el haz de luz blanca que los originó. Estableciendo con ello que la luz blanca era la suma de todos los colores. Los objetos en interacción con la luz absorben o no ciertas longitudes de onda permitiendo al receptor determinar el color. (Maravankin, 2007)<sub>6</sub>

Por lo tanto, la luz debe considerarse como un factor importante para la selección del color en la consulta odontológica.

### 2.5. Sistema CIE L\*a\*b\*

#### Espacio del color CIE 1931

La CIE por su nombre en francés “*Commission Internationale de l’Eclairage*” (Comisión Internacional de la Iluminación) es una organización europea creada en 1931 para estándares de iluminación, ciencia, diseño, entre otras aplicaciones de la luz (Maravankin, 2007)<sub>6</sub> como un sistema psicofísico que incorpora un observador estándar, fuentes de luz estándar y un sistemas de coordenadas.

El observador estándar se describe matemáticamente con el promedio de las respuestas normales del ojo humano ante estímulos de color.

El sistema CIE estandariza las fuentes de luz y la respuesta visual humana; mediante su concepto básico del CIE todos los colores pueden ser igualados por mezclas relativas de los tres colores primarios [rojo (X), verde (M) y azul (Z), llamados valores tri-estímulos]. Los cuales pueden convertirse en coordenadas de cromaticidad (X y Y) para trazar un diagrama de cromaticidad bidimensional. (Lafuente, 2008)<sub>7</sub>

## Espacio de color CIE L\*a\*b\* 1976

La necesidad de un color uniforme condujo a una serie de transformaciones no lineales del espacio CIE XYZ 1931 que concluyeron con la especificación concreta conocida como CIE 1976 (L\*a\*b\*). (Lafuente, 2008)<sup>7</sup>

El espacio CIE L\*a\*b\* permite especificar estímulos de color en un espacio tridimensional. Se diseñó en 1976 como estándar internacional para la medición de colores. (Maravankin, 2007)<sup>6</sup>

Espacio CIE	L*a*b*
<b>a* = b* = 0</b>	Acromáticos.
<b>*L → luminosidad (lightness) o valor</b>	Escala acromática de grises: blanco-negro. Diferencia entre la luz (L* = 100) y la oscuridad total (L* = 0)
<b>0 (negro) a 100 (blanco)</b>	
<b>a*</b>	Variación entre rojizo-verdoso. Diferencia entre rojo (+a*) y verde (-a*)
<b>b*</b>	Amarillento-azulado. Diferencia entre el amarillo (+b*) y azul (-b*).

Tabla 3 Tabla para la interpretación de valores del espacio CIE L\*a\*b\*. (Maravankin, 2007)<sup>6</sup>

Al utilizar este sistema, cualquier color tiene una ubicación en el gráfico de representación en tres ejes. Las variables L\*, a\*, b\* llamadas E\* se representan como delta L\*, delta a\*, delta b\* o delta E\*, donde delta E\* = delta (delta L\*<sup>2</sup> + delta a\*<sup>2</sup> + delta b\*<sup>2</sup>).

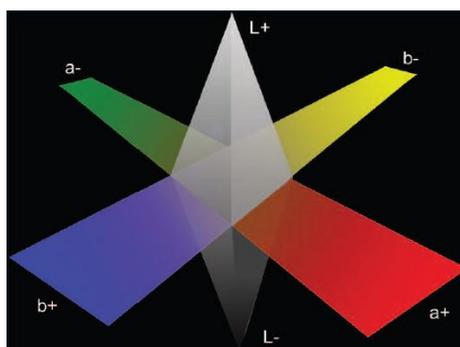


Ilustración 4 Representación espacial de los ejes L\* a\* y b\*.

Esto representa la magnitud de la diferencia en el color pero no indica la dirección de la diferencia del color. (Maravankin, 2007)<sup>6</sup>



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



**La diferencia del color es definida mediante la ecuación:**

$$\Delta E^* = \{(L^*f - L^*i)^2 + (a^*f - a^*i)^2 + (b^*f - b^*i)^2\}^{1/2}$$

En la que i y f son las mediciones de color inicial y final respectivamente. Esta medición se ha demostrado no es muy buena en la percepción de la diferencia cromática, entre dos estímulos.

### **Diferencias de color: $\Delta E^*$**

Intervalos de diferenciación de color, según Vichi, 2004:

- ★  $\Delta E^* > 1 \rightarrow$  no apreciables por el ojo humano
- ★  $1 < \Delta E^* < 3.3 \rightarrow$  apreciables por operadores con habilidad, clínicamente aceptables.
- ★  $\Delta E^*$  menor de 3.6 son clínicas aceptables (Lafuente, 2008)<sub>6</sub>

Existe una variable de representación de CIE  $L^*a^*b^*$  basada en coordenadas polares:  $L^*C^*ab$  y  $H^*ab$

- ★  $L^* \rightarrow$  luminosidad o valor  $\rightarrow$  0 a 100
- ★  $C^* \rightarrow$  croma  $\rightarrow$  saturación o intensidad del color  $\rightarrow$  0 a 100
- ★  $H^* \rightarrow$  tono con un valor de 0 a 360; representa los colores rojo, amarillo, verde y azul.

### **2.6. Cambios de color dental**

Los dientes presentan tonalidades en función de la edad, sexo o raza. Presentan vulnerabilidad ante efectos tóxicos, contaminantes químicos y otras drogas, pudiendo verse afectados durante su desarrollo, principalmente en composición y color. El esmalte y la dentina de dientes vitales y no vitales, pueden alterarse por factores etiológicos



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



multifactoriales (sistémicos, locales, extrínsecos, intrínsecos, de origen pre-eruptiva o post-eruptiva). (Mc Laughlin G, 1991)<sup>8</sup>, (Bertone MN, 2008)<sup>9</sup>, (Roesch, 2007)<sup>1</sup>

Las sustancias causantes de pigmentaciones anormales se llaman cromogénicas, existen dos tipos:

- ★ Agentes cromógenos primarios: vino, nicotina, colorantes alimentarios.
- ★ Agentes cromógenos secundarios: sustancias no teñidas que por reacciones químicas reductoras se convierten en cromógenas. Solo una reacción inversa de oxidación puede revertir el proceso.

### 2.6.1. Extrínsecos

Las pigmentaciones extrínsecas, se localizan en la superficie del esmalte; su remoción mecánica se lleva a cabo con el cepillado dental. En el consultorio el tratamiento de elección es la profilaxis dental, opcionalmente se recomienda la utilización de oxígeno, para favorecer la remoción de los pigmentos en los prismas del esmalte.

Influyen de cierta forma en el cambio de coloración, la higiene bucal, ingesta de alimentos y bebidas cromogénicas, hábitos perniciosos como el tabaquismo. La presencia de restauraciones dentales (amalgamas), microfiltración, tejido pulpar remanente en dientes con tratamiento de endodoncia previa. (Bertone MN, 2008)<sup>9</sup>, (Summitt, J.W., & Schwartz, 2001)<sup>10</sup>



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESMALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



### 2.6.1.1. Alimentos

**Café, té, vino, cola, etc.:** manchas de color café a negro sobre la superficie lingual e interproximal principalmente. En etapas iniciales la pigmentación dental por el consumo de estos alimentos puede removerse por el cepillado dental. Cuando la exposición es prolongada, la sustancia cromógena se asocia en un 4% al contenido orgánico del esmalte, transformándose en una pigmentación intrínseca que requerirá de un agente blanqueador para removerse. (Joubert, 2010)<sub>2</sub>

**Tabaco:** manchas color café-amarillentas a negras, principalmente en la superficie lingual. El tabaco masticado penetra las microfracturas del esmalte y es visiblemente percibido. La nicotina y el alquitrán se depositan en la superficie dental, llegando a penetrar los túbulos dentinarios, dificultando su remoción mecánica.

**Marihuana:** se observan líneas definidas a nivel cervical de color café a negro.

**Clorhexidina:** manchas de color negro en la superficie dental. Su aparición dependerá del tiempo de exposición, la concentración de la clorhexidina, la técnica de cepillado, utilización de agentes blanqueadores y de la susceptibilidad personal.

### 2.6.1.2. Tinciones metálicas

El pigmento dependerá de la sustancia y mineral:

- ★ Hierro: pigmentos negros
- ★ Cobre: verdoso
- ★ Potasio: violeta hacia negro
- ★ Nitrato de plata: gris
- ★ Fluoruro de estaño: marrón dorado.



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



### 2.6.1.3. Tinciones bacterianas

**Materia alba:** depósito blanco amarillento, compuesto por bacterias, células epiteliales, restos alimenticios, proteínas salivales, etc., resultado de la ausencia de cepillado dental por varios días.

**Sarro o tártaro:** depósito calcificado, denso y duro. De color amarillo (localización supragingival) o negro (infragingival), de difícil remoción ya que se adhiere al diente.

**Depósitos verdes:** de espesor variable, característicos de niños y adolescentes, asociado a la *fenacina* producida por bacterias y hongos de la cavidad oral. Algunos autores consideran que son depósitos derivados de la hemoglobina procedentes de la gingivitis. (Joubert, 2010)<sub>1</sub>

**Depósitos naranjas:** en zonas cervicales vestibulares de dientes anteriores, afecta a uno o varios dientes, son depósitos poco adheridos al diente que pueden removerse con el cepillado. Su etiología se relaciona con microorganismos del tipo bacilo prodigioso, bacilo mesentérico ruber, sarcina roseus, etc.

**Depósitos negros:** en adultos y niños, con mayor frecuencia presentes en la dentición temporal, aparecen en el borde gingival. Se trata de depósitos de sales ferrosos procedentes de la dieta y metabolizadas por bacterias de la flora.

#### Tratamientos de las tinciones bacterianas:

**Pigmentaciones extrínsecas:** Profilaxis y eliminación de cálculo con pulidos, cambios de hábitos y mejora de la higiene.

**Pigmentaciones intrínsecas:** blanqueamiento dental e incluso remoción de tejido teñido en algunos casos. (Joubert, 2010)<sub>2</sub>



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



### 2.6.2. Intrínsecos

El cambio de coloración de origen intrínseco afecta al diente internamente y sólo con blanqueamiento se logra recuperar el tono que inicialmente presentaba. Se asocia con la dentinogénesis imperfecta y la amelogénesis imperfecta. Dentro de las adquiridas, desarrolladas en la fase preeruptiva, se encuentran: las pigmentaciones por fluorosis, tetraciclinas leves, enfermedades hemolíticas y anemia. Ya en una etapa post-eruptiva las coloraciones pueden deberse a traumatismos dentarios, caries dental, hemorragia intrapulpar o bien por necrosis pulpar, inclusive el envejecimiento constituye un factor importante. (Bertone MN, 2008)<sup>9</sup>, (Summitt, J.W., & Schwartz, 2001)<sup>10</sup>

#### 2.6.2.1. Generales

Tinción producida por la incorporación de un pigmento en la estructura íntima del esmalte y la dentina, o bien por alteraciones mismas del tejido, éste cambia su color. En su mayoría se producen durante el período de formación dental, aunque el envejecimiento también constituye un factor determinante.

##### 2.6.2.1.1. Enfermedades sistémicas

Alteraciones hepáticas, hemolíticas, metabólicas o endocrinas, pueden producir cambio de color en los tejidos duros del diente. El tratamiento para la dentición temporal es nulo, en cambio para la dentición permanente las opciones de tratamiento de mínima invasión incluyen el blanqueamiento externo, interno o la combinación de ambos. Otra opción, son las carillas estéticas con resinas compuestas o porcelana, con o sin blanqueamiento previo.



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



### 2.6.2.1.2. Displasias

Procesos malformativos del tejido dental de distribución generalizada.

**AMELOGÉNESIS IMPERFECTA:** proceso hereditario ligado al cromosoma X con carácter autosómico dominante, afecta la formación del esmalte, el cual frecuentemente adquiere un color amarillento.

**DENTINOGÉNESIS IMPERFECTA:** proceso hereditario autosómico dominante que altera la formación del colágeno de la matriz. Son dientes opalescentes o de color amarillo-marrón. El tratamiento dependerá del nivel de afectación que presente.

### 2.6.2.1.3. Ingesta de sustancias

Tetraciclinas, antibióticos, fluoruro, carencia de vitaminas entre otras sustancias están implicadas en el cambio de coloración de los dientes.

#### **Tetraciclinas y otros antibióticos o fármacos:**

Manchas de origen pre-eruptivo resultado de la ingesta de antibióticos en el período de formación intraósea de los dientes (segundo trimestre del embarazo a los ocho años de vida). La tetraciclina llega por vía sanguínea al germen dentario, allí reacciona con el calcio (por medio de quelación) y se incorpora a la hidroxiapatita (molécula al frente de la mineralización) para formar orto-fosfato-tetraciclina. Esta molécula al estar en contacto con la luz se oxida y forma  $4\alpha$ ,  $12\alpha$ , anhídrido 4 oxo dimetil amino tetraciclina, responsable de la mancha dental.



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESMALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



Por su afectación se clasifican en 4 grupos:

Grado I: Coloración leve, amarilla o marrón claro uniforme (Bonilla V, 2007)<sup>11</sup> o gris sobre la superficie del esmalte. (Joubert, 2010)<sup>1</sup>

Grado II: Dientes amarillos, marrones o grises con una distribución uniforme, con mayor intensidad que en el grado I.

Grado III: Presentan mayor saturación en el color aparecen bandas o líneas de color azulado a gris oscuro. (Joubert, 2010)<sup>2</sup>

Grado IV: Dientes muy oscuros con bandas o estrías e incluso irregularidades en la superficie. (Bonilla V, 2007)<sup>11</sup>

El tratamiento dependerá de la severidad, los grados I y II con blanqueamiento externo ambulatorio de larga duración (6 meses). Grados más severos la opción sería la combinación del blanqueamiento con tratamientos protésicos con coronas o carillas (Joubert, 2010)<sup>2</sup>. La tercera opción sería blanqueamiento interno de dientes con endodoncia previa.

### **Minociclina: (Tratamiento de acné)**

Se absorbe en el tracto gastrointestinal, donde se une al hierro formando complejos insolubles, los cuales se liberan a nivel del fluido crevicular pigmentando el tercio cervical, y en casos más severos el tercio medio de la corona clínica de los dientes.



# ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESMALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



## **Fluorosis:**

La ingesta diaria de flúor por encima de 1ppm durante el período de formación y calcificación del esmalte interfiere en la formación y maduración de éste, generando diferentes trastornos en la formación del tejido, que van desde cambios de color hasta la formación anómala de la estructura (Joubert, 2010)<sup>2</sup>. El tratamiento dependiendo de la demanda estética, puede ser desde un blanqueamiento externo hasta la necesidad de carillas o coronas. (Bonilla V, 2007)<sup>11</sup>

## **Déficit vitamínico y de otras sustancias:**

Aporte insuficiente durante la odontogénesis de vitaminas A, C, D, fósforo o calcio, provocan problemas estructurales manifestados en cambios de coloración en los dientes.

### **2.6.2.1.4. Envejecimiento**

Con la edad, la aposición de dentina aumenta y debido al grado de mineralización y la pérdida de agua que presentan con los años los dientes adquieren un tono más amarillo. (Bertone MN, 2008)<sup>9</sup>.

### **2.6.2.2. Locales**

Afecta la estructura interna del diente o varios dientes.



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



### 2.6.2.2.1. Procesos pulpares y traumatismos

**HEMORRAGIAS:** consecuencias de un proceso pulpar o traumatismo.

**CALCIFICACIONES:** posible respuesta ante un traumatismo o agresión, puede afectar a la cámara pulpar de manera parcial o total. Proporcionando un color más saturado y más amarillo.

**NECROSIS:** genera productos de desintegración que se introducen en los túbulos dentarios. En los casos en los que cursa con bacterias la coloración será más intensa, puesto que el tejido necrótico reacciona con productos sulfatados del metabolismo de las bacterias, formando sulfuro ferroso, que es una sustancia negra que pigmenta el diente dándole una tonalidad gris a marrón o negro, dependiendo del tiempo transcurrido y de la presencia o no de bacterias. (Bonilla V, 2007)<sup>11</sup> Cuando la causa es por caries y no por traumatismo responde bien ante el blanqueamiento dental. (Joubert, 2010)<sup>2</sup>

**RESTOS PULPARES:** La pulpa remanente se degrada y tiñe la dentina por la introducción de los productos de desnaturalización en los túbulos.

Para eliminar las pigmentaciones generadas por los procesos pulpares y traumatismos, se recomienda repetir el tratamiento de conductos de manera correcta y posteriormente realizar un blanqueamiento interno.

### 2.6.2.2.2. Patologías dentales

**CARIES:** disolución de la materia orgánica del diente, seguida de la desmineralización del material inorgánico. Presenta cambios de color en las fases tempranas. Lesiones blancas por pérdida del mineral.



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



**REABSORCIÓN RADICULAR:** especialmente en las internas, se presenta cambio de color, la corona adquiere un color rojo-rosado por el aumento de vasos sanguíneos del tejido de granulación inflamatorio en el interior del diente y la disminución del espesor de la dentina por reabsorción.

**HIPOPLASIA DEL ESMALTE:** observable frecuentemente en la cara vestibular de los dientes anteriores con manchas más o menos definidas de color blanco. El diente erupciona con ellas y guardan la mismo aspecto con el tiempo.

**DIENTES DE TURNER:** displasia compleja caracterizada por la aparición de un islote de cemento ectópico de cicatrización en mitad de la cara vestibular de los incisivos o en la oclusal de los premolares.

### 2.6.2.2.3. Material de obturación, endodoncia y otros.

**Amalgama de Plata:** tinción gris oscura o negra en el esmalte al margen de la restauración.

**Composite:** materiales porosos capaces de asimilar los pigmentos del entorno disueltos en la saliva.

**Materiales de endodoncia:** los materiales de obturación deben removerse y repetir el tratamiento de conductos para remover el tejido pulpar necrótico remanente, verificando que en la cámara pulpar no se quede gutapercha para evitar futuras pigmentaciones.

### **Iatrogenia:**

Apertura cameral inadecuada o no se eliminan por completo los restos pulpares, debido a una hemorragia interna, las piezas dentales tomarán un aspecto café oscuro. Responden bien a los blanqueamientos.



# ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



Otros materiales utilizados en odontología podrían causar pigmentaciones dentales como el yodo, nitrato de plata, cobre, aceites volátiles, eugenol, compuestos fenólicos o pastas antibióticas entre otros.

## 2.7. Blanqueamiento dental

### 2.7.1. Agentes blanqueadores

Los agentes blanqueadores utilizados actualmente en odontología, son los peróxidos, estos ingredientes activos actúan como agentes oxidantes directa o indirectamente sobre la porción orgánica del diente. (Summitt JB, 2001)<sup>11</sup> La presentación de los peróxidos, es en gel, se activan químicamente o bien mediante luz, calor, o la combinación de estos medios, para dar paso a la reacción oxidativa, en la que se libera O<sub>2</sub> y se desprenden moléculas de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, que se filtran en los túbulos dentinarios, oxidando a la dentina, para proporcionar el efecto de blanqueamiento dental. (Meneses CE, Llamosas E, Quintanar RE, 2013)<sup>12</sup>

Estos agentes blanqueadores son el peróxido de hidrógeno, el peróxido de carbamida y el perborato de sodio, cada uno con diferentes concentraciones pero en definitiva es el peróxido de hidrógeno quien inicia el proceso de degradación de las moléculas orgánicas complejas y de elevado peso molecular, que reflejan una longitud de onda de la luz específica, causantes del color de la mancha. (Bertone MN, 2008)<sup>9</sup> El peso molecular del peróxido de hidrógeno, permite que atraviese el esmalte y la dentina generando la oxidación de los pigmentos en estas estructuras, debido a que los anillos de carbono convierten las cadenas más claras, lo que propiamente daría el efecto blanqueamiento dental deseado. (Minoux y Serfaty, 2008; Hilvanado 2005; Rodriguez et al, 2007; Sulieman, 2000)



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



### 2.7.1.1. Perborato de sodio

Agente oxidante, disponible en polvo y líquido, mezclado con agua oxigenada o peróxido de carbamida para catalizar la liberación de oxígeno y facilitar el blanqueamiento. Preparación alcalina, que contiene 95% de perborato de sodio cuando está fresco, que corresponde al 9.9% de oxígeno disponible. Es estable mientras está seco pero ante presencia de ácido, aire caliente o agua se descompone en metaborato de sodio, peróxido de hidrógeno y oxígeno efervescente.

### 2.7.1.2. Peróxido de hidrógeno

Disponible para el blanqueamiento dental ambulatorio o casero y de consultorio, en una concentración del 3% hasta el 38%. Para el blanqueamiento casero se utilizan concentraciones del 3% al 4.5%, por su volatilidad e inestabilidad. En el consultorio se emplean concentraciones altas (35-38%) activadas por reacción química o estimulación lumínica.

Presentación polvo-líquido; el líquido es peróxido de hidrógeno mientras que el polvo contiene sulfato de magnesio monohidratado (libera oxígeno más rápido). Entre otros componentes están la sílica hidratada amorfa, persulfinato de potasio, éter maleato metilvinil y colorantes.

Los fotosensibles contienen en su seno caroteno que transforma la energía lumínica en calórica, para acelerar el blanqueamiento.

### 2.7.1.3. Peróxido de carbamida

Presenta una reacción de oxidación, es un compuesto más estable que el peróxido de hidrógeno, se usa en concentraciones de 10 a 22% para blanqueamientos ambulatorios. En el consultorio se usa al 35%, equivaliendo al 12-14% de peróxido de hidrógeno.



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



Su pH varía entre 5.2 a 5.9%, se degrada en peróxido de hidrógeno y urea, así del 10% de peróxido de carbamida inicialmente aplicado 3.6% formará peróxido de hidrógeno y en un 6.45% urea.

Los compuestos de los blanqueamientos desdoblán en agua oxigenada que a su vez libera oxígeno, para catalizar esta liberación adicionan sulfato de magnesio monohidratado. La diferencia de cargas eléctricas entre el producto y el diente favorecen la liberación del agente oxidante. En el desdoblamiento del material blanqueador está la peroxidasa salival presente de la superficie del diente, siempre previa profilaxis. Para acelerar este desdoblamiento se usa energía lumínica y calor.

### 2.7.2. Mecanismos de acción

Reacción oxidativa producida por el ingrediente activo que actúa sobre el esmalte o dentina.

Químicamente las sustancias oxigenadas de los agentes blanqueadores se desdoblán en agua oxigenada y liberan oxígeno, el cual ataca compuestos carbonatados abriendo sus dobles ligaduras y anillos de carbono de las sustancias orgánicas cromógenas, generando moléculas más pequeñas que permiten el paso de luz entre ellas fácilmente. El oxígeno, también actuará sobre sustancias amarillentas o color ámbar presentes en el diente haciéndolas transparentes e incoloras. El oxígeno libre posteriormente se combina con el carbono y finalmente se libera como  $\text{CO}_2$  (Socias G, 2005cp).

Es decir, la activación de los agentes blanqueadores desprende moléculas de  $\text{H}_2\text{O}_2$  capaces de filtrarse a través del esmalte para llegar a la dentina, para efectuar un proceso de oxidación con el cual los tejidos dentarios adoptarán una apariencia más blanca.



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



En los procedimientos intracamerales se debe colocar en la entrada del conducto un tapón cervical de cemento para evitar que el oxígeno se permee por los túbulos y produzca un absceso cervical periodontal o reabsorciones radiculares cervicales importantes. Las reabsorciones pueden ser una respuesta al desbalance entre el material mineral y no mineral de la estructura dental, con la entrada de microorganismos a través de los túbulos dentinarios ampliados de la zona, así como a la inflamación crónica del área o bien por una respuesta biológica de autodestrucción. (Kohen S, 2006)

### 2.7.3. Indicaciones

- ★ Que por estética, el paciente desee tener unos dientes más blancos.
- ★ El tratamiento dependerá de la etiología.

### 2.7.4. Contraindicaciones

- ★ Alergia a alguno de los componentes.
- ★ Debe evitarse en cámaras pulpares grandes (Bonilla V, 2007)<sup>11</sup>
- ★ Dientes con hipersensibilidad, polirestaurados o con grandes destrucciones dentales.
- ★ Mujeres embarazadas o en período de lactancia
- ★ Alteraciones severas del esmalte (hipoplasia o fluorosis severa). (Joubert, 2010)<sub>2</sub>
- ★ Traumatismos dentales
- ★ Resorción radicular
- ★ Defectos de desarrollo del esmalte
- ★ Pérdida importante del esmalte (grietas o fisuras, caries)
- ★ Enfermedad periodontal



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



- ★ Pigmentación por corrosión de amalgamas
- ★ Composites mal ajustados con grandes restauraciones
- ★ Dientes con proceso infeccioso apical

### 2.7.5. Tipos de terapia de blanqueamiento dental

En la consulta odontológica, la técnica del blanqueamiento podrá ser efectuada en forma externa, interna o mediante la combinación de ambas. La elección de la misma dependerá de la vitalidad del o de los dientes a tratar y de la intensidad de la pigmentación. El tiempo de contacto del agente blanqueador, la presentación del producto y su concentración son factores críticos para el éxito del tratamiento. (Bertone MN, 2008)<sub>9</sub>

### 2.7.6. Blanqueamiento aplicado a dientes no vitales (con tratamiento de conductos previo)

El cambio de color en un diente no vital, indica que la pigmentación proviene de la cámara pulpar. Su etiología hace referencia a la presencia de productos hemáticos o bacterianos dentro de los conductos, resultados de la necrosis pulpar que presenta el diente, ya sea por una mala apertura o técnica al cortar la gutapercha. (Roesch, 2007)<sub>1</sub>

El tratamiento consiste en eliminar de la cámara pulpar los agentes cromagénos y el tejido necrótico existente. Independientemente de la técnica a utilizar el diente, debe tener aislamiento absoluto, se desobtura 3mm debajo de la UCE, y se sella con ionómero de vidrio o resina fluida, para prevenir resorción radicular, y el contacto del agente blanqueador con el material de obturación. Se graba con ácido fosfórico al 35%



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



durante 5-10 segundos para posteriormente colocar el adhesivo dentinario, con una fresa de diamante se retira el adhesivo coronal, sin afectar el sellado previamente efectuado. (Roesch, 2007)<sub>1</sub>

El blanqueamiento, se efectúa en la cámara pulpar con peróxido de hidrógeno al 30%, existen 2 técnicas para poder realizarlo.

La técnica termocatalítica: en un período de 30 minutos activa la solución de perborato de sodio con peróxido de hidrogeno al 35%, se coloca sobre un instrumento caliente y algodón en la cámara pulpar, transcurrido el tiempo se enjuaga el interior de la cámara pulpar, se pueden repetir 3 sesiones como máximo.

El método alternativo es la técnica ambulatoria consiste en una mezcla de 35% de peróxido de hidrógeno y perborato de sodio, la pasta obtenida se coloca sellando el interior de la cámara pulpar para permitir su activación por algunos días, colocando una obturación temporal en la superficie. El paciente debe regresar a la semana para evaluar el blanqueamiento obtenido. (Roesch, 2007)<sub>1</sub>

Otras alternativas serían el uso de perborato de sodio sólo o peróxido de carbamida al 10% en la cámara pulpar. Una buena opción de tratamiento para el blanqueamiento interno, es restaurar con una resina de composite usando para la superficie externa la misma técnica utilizada para dientes vitales. Para lograr resultados óptimos permanentes, es necesario continuar el tratamiento por un período de tiempo que puede ir de 1 año a 3 años. (Roesch, 2007)<sub>1</sub>



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



El hecho de que se utilicen productos de altas concentraciones, demanda de una mayor experiencia por parte del odontólogo para evitar daños severos, en específico quemaduras y reabsorciones radiculares, entre otros. Se ha reportado un 7% de los dientes sometidos a blanqueamiento interno, han presentado resorción externa radicular. (Roesch, 2007)<sub>1</sub>

Para evitar estos daños, es recomendable usar retractores de carrillos, dique de hule, algodones, vaselina, etc. Si llegara a producir alguna lesión, se manejará con la aplicación de crema de vitamina E, esperando el tiempo prudente para la cicatrización. Si el agente infiltra los túbulos dentinarios cervicales y llega al periodonto, podría producir una reabsorción radicular externa. El manejo en este caso, lo hace un endodoncista, requiere de recambios periódicos de pastas de hidróxido de calcio, aplicaciones de fluoruro, exposición de la lesión, entre otros. (Joubert, 2010)<sub>2</sub>

### **2.7.7. Blanqueamiento de dientes vitales**

Requiere de un aislamiento previo de la zona donde se aplicará el sistema de blanqueamiento, para poder colocar el gel y activarlo química o físicamente. Se puede realizar en uno o varios dientes, el pronóstico es limitado ya que el elemento oxidante tendrá que atravesar el esmalte para llegar a la dentina y actuar. Se le recomienda el uso de desensibilizantes previo y posterior al blanqueamiento. Al término de la sesión de blanqueamiento se le indica al paciente que no consuma sustancias con colorantes, como la nicotina, cafeína u otros agentes cromógenos. Como mantenimiento para el blanqueamiento el paciente debe utilizar “cremas dentales blanqueadoras”.



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



### 2.7.8. Productos de consultorio

Blanqueamiento de consultorio: Realizado por el dentista

La técnica más utilizada es la del peróxido de hidrógeno al 35% activada mediante luz, aplicada directamente a los dientes a tratar. Está indicada para pacientes que requieren resultados inmediatos, así como también para quienes se le dificulte seguir con el régimen apropiado de blanqueamiento en casa.

### 2.7.9. Productos de casa

Blanqueamiento ambulatorio: Realizado por el paciente con la supervisión y elaboración de un profesional

El blanqueamiento ambulatorio o de casa está indicado para dientes vitales y no vitales. Existen ciertas ventajas para la comodidad del paciente que ofrecen este tipo de productos, entre ellas el poder elegir un horario para aplicarlo, es un procedimiento fácil, poco agresivo y económico, genera menos sensibilidad postoperatoria, mayor durabilidad de la terapia. (Joubert, 2010)<sup>2</sup> La experiencia clínica ha demostrado que las terapias lentas toman más tiempo de recidiva. (Joubert R, 2004 cp)<sup>2</sup>.

El peróxido de carbamida al 10%, requiere de mayor tiempo de exposición para ver resultados, pero cuando se logran apreciar generalmente son excelentes. Los rangos de concentración pueden ir de 10% a 20%, aunque de acuerdo con la ADA se obtienen mejores resultados y más rápidos con la concentración del 10%.



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



### 2.7.10. Productos OTC (Over the Counter)

Blanqueamiento OTC (Over the counter), literalmente hace referencia a los productos de libre venta en el mostrador de tiendas de autoservicio. Son productos de alta demanda incorporados por laboratorios en diversas presentaciones.

Es indispensable el diagnóstico y examen clínico por parte de un profesional previo a la aplicación de este tipo de productos. Así como el seguimiento del paciente para monitorear los posibles efectos de estos productos a largo plazo, debido a que el uso indiscriminado genera hipersensibilidad a los cambios térmicos, desencadenando irritación irreversible de la pulpa y el periodonto.

Se han incorporado al mercado una diversidad de productos de baja concentración con la finalidad de generar una sonrisa más blanca, entre ellos:

- ★ Tiras para blanqueamiento: contienen una capa fina (0.1-0.2mm) de peróxido de hidrógeno al 6.5% o al 14%.
- ★ Barnices con peróxido de carbamida al 18%
- ★ Pastas dentífricas
- ★ Enjuagues bucales
- ★ Gomas de mascar

### 2.7.11. Hipersensibilidad dental post-blanqueamiento dental

Efectos colaterales: existe una marcada sensibilidad a los cambios térmicos en un 55-75% en los pacientes tratados, siendo su punto crítico el cuarto día de tratamiento (Leonard, 1998).



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



Protocolo para tratar la sensibilidad:

- ★ Reducir el tiempo del tratamiento.
- ★ Alternar los días de aplicación del gel blanqueador.
- ★ Utilizar nitrato de potasio en gel en el mismo guarda durante 30 minutos después del gel blanqueador. El nitrato pasa rápidamente a través del esmalte y la dentina, previniendo la repolarización de las fibras amielínicas. Utilizar pastas dentífricas con nitrato de potasio reduce en aproximadamente 2 semanas la sensibilidad. (Joubert, 2010)<sub>2</sub>

### 2.7.12. Factores que alteran el blanqueamiento dental

Aceleradores del proceso de oxidación:

- ★ Luz de alta intensidad (los que contienen caroteno)
- ★ Concentración (A mayor concentración de peróxido de hidrógeno mayor liberación de Oxígeno)
- ★ Calor (aumentando el calor mayor liberación de oxígeno por evaporación y producción de agua)
- ★ pH (a mayor acidez la liberación es más rápida) (Joubert, 2010)<sub>2</sub>

#### 2.7.12.1. Factores de seguridad

**Precauciones:**

Utilizar agentes blanqueadores por períodos prolongados de tiempo (más de 4 meses) altera la microbiota de la cavidad bucal, y en consecuencia puede producirse *Cándida albicans*, hipertrofias papilares, así como la sensación de pérdida del sentido del gusto.



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



Los agentes blanqueadores irritan la piel y tejidos blandos, la afectación es directamente proporcional a la concentración. El procedimiento de emergencia es el lavado profuso y la aplicación de vitamina "E" sobre la lesión.

### **Relación adhesión-blanqueamiento dental.**

La presencia de mayor cantidad oxígeno afecta la fuerza de adhesión, evitando la polimerización del adhesivo, genera una capa inhibida mayor que lo hace menos resistente a fuerzas traccionales y tangenciales adhesivas. Por tal motivo para poder colocar restauraciones adhesivas, habría que esperarse 2 semanas.

### **Blanqueamiento dental-Restauraciones:**

Las resinas compuestas y la porcelana dental, no se afectan por el blanqueamiento dental. Sin embargo otros materiales si, (Swift, 2001):

Amalgama: Incrementa de 4 a 30 veces la liberación de mercurio

Cementos de fosfato de Zinc: los disuelve

Cementos de ionómero de vidrio convencionales: los disuelve

Metacrilatos: cambian de color a naranja o rosado.

**Dosis letal media** para un peróxido de hidrógeno al 10% es de 6.5 a 8 litros. (Li, 1997) Ingerir accidentalmente 10% de la dosis diaria, equivaldría al 0.027% que es la dosis que se produce diariamente en el hígado.

## 2.7.13. Sistemas de Blanqueamiento utilizados en el presente estudio

### 2.7.13.1. Sistema opalescence boost

Gel de Peróxido de Hidrógeno 38% con Fórmula PF (Nitrato de Potasio y Flúor) activado químicamente. Disminuye la sensibilidad, previene caries y refuerza el esmalte.

Kit para un paciente:

Código: 01-0388

Contiene:

1 Jeringa 1.2 ml Opal Boost/Activador

1 Jeringa 1.2 ml OpalDam

(Fotocurable)

2 puntas Micro FX

2 puntas Micro Tip



**NOTA IMPORTANTE:** Después de mezclado, Opalescence Boost es utilizable durante 10 días, siempre y cuando se encuentre refrigerado. Pasado 10 días, desecharse de la forma adecuada, ya que la jeringa puede desarrollar presión. Debería diluirse en agua y arrojarse en el drenaje o el inodoro seguido de varios litros adicionales de agua. **NO DESCARTE** en papeleras que contengan materiales inflamables como papel, cartón, goma, cuero, algodón y similares, ya que puede haber combustión espontánea. Además, no coloque este fuerte peróxido en contacto con este tipo de materiales inflamables durante su aplicación, ya que puede haber combustión.



Ilustración 1 Procedimiento de acuerdo al fabricante.

## 2.7.13.2. Sistema Opalescence® Quick PF 45%

(Blanqueador para la sala de espera )



Sistema de blanqueamiento dental exclusivo, para uso en el consultorio. Es un gel claro, viscoso y pegajoso de peróxido de carbamida al 45% (pH~6,5). Reduce la susceptibilidad a la caries, mejora la microdureza del esmalte y salud del esmalte.

Opalescence Quick combina algunas características del blanqueamiento dental ambulatorio y del de aplicación en la clínica odontológica. Con una rápida aplicación de la fórmula de concentración elevada, podrá ofrecer



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



un tratamiento clínico totalmente supervisado con la sencillez típica de la administración en cubeta.

Los pacientes permanecen supervisados en la sala de espera durante media hora, mientras se blanquean los dientes cómodamente. Por regla general, los resultados finales se obtienen después de 3 ó 4 sesiones.

Peróxido de carbamida al 45%, aplicado en cubeta para resultados rápidos. Requiere aplicación supervisada en la clínica, pero sin necesidad de ocupar el sillón odontológico. Fórmula PF patentada para fortalecer el esmalte, disminuir la sensibilidad y prevenir la caries.

Indicaciones:

Alternativa para tratar dientes oscuros, decolorados internamente a causa de enfermedad, heridas o tratamientos médicos por factores congénitos, sistémicos, metabólicos, farmacológicos, traumáticos o iatrogénicos como manchas de fluorosis dental, tetraciclina y minociclina aulta, trauma, eritroblastosis fetal, ictericia y porfiria.

No blanquea materiales restaurativos, por lo que se recomienda hacer el blanqueamiento dental antes de colocar restauraciones y esperar 2 semanas para iniciar los tratamientos restaurativos, basándose en el color obtenido con el blanqueamiento dental.

Debe prestarse atención a la fabricación de la cubeta debido a sus características pegajosas, viscosas y de liberación sostenida, para evitar o reducir la irritación.

Cargar la cubeta colocando una acpa continua de gel sobre la cara vestibular de la misma, desde el bode incisal hasta más o menos la mitad, o un poco menos, de molar a molar. Esto debería utilizar como máximo de 1/3 a 1/2 de una jeringa. Una sesión no debe exceder los 30 minutos, el tiempo dependerá de la comodidad del paciente.

Cepillar los dientes para remover el gel terminado el tratamiento.

Limpiar la cubeta con un cepillo dental suave y agua fresca del grifo.

Guardar en el estuche para cubetas que se proporciona.

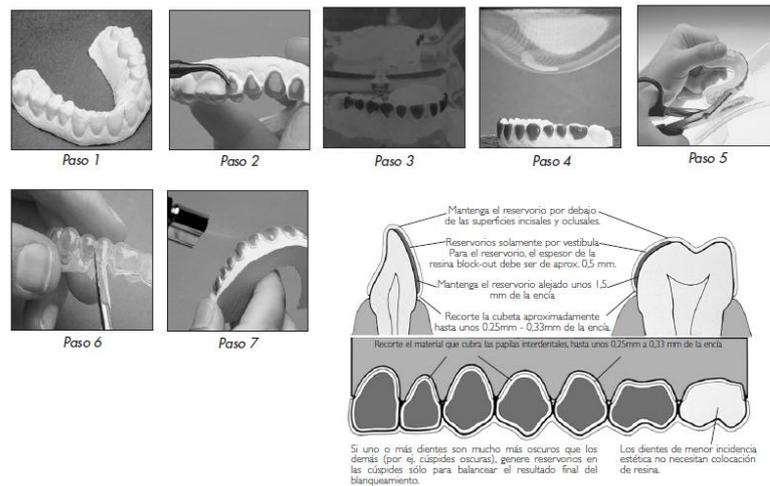


Ilustración 2 procedimiento para elaborar una cubeta para la aplicación del peróxido de carbamida

En caso de sensibilidad o irritación, el tratamiento de elección es la aplicación de UltraEZ, gel viscoso y pegajoso de nitrato de potasio que puede aplicarse en la misma cubeta que Opalescence desde 1-2 horas hasta la noche, según sea necesario. Los tratamientos alternativos incluyen: utilizar un cubeta con un gel sin sabor, pegajoso y viscoso, casi neutro (Flor-Opal®). El uso diurno aísla los dientes del frío, logrando la remisión de la sensibilidad. Así como la administración apropiada de analgésicos antiinflamatorios suaves.



# ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESMALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



## 3. Diseño experimental

### 3.1. Planteamiento del problema

“El método de acción de los sistemas de blanqueamiento daña la superficie del diente.”

El blanqueamiento dental, dentro de la odontología estética ha ido adquiriendo mayor popularidad, los pacientes en su afán por tener una mejor apariencia están recurriendo con mayor frecuencia a este tipo de tratamiento. Por ello, es de vital importancia que el odontólogo informe al paciente de los posibles efectos secundarios que podrían presentarse por la aplicación de los agentes blanqueadores en la superficie dental, debido a que estos después de actuar desmineralizan el diente.

Con este estudio se pretende identificar los efectos que produciría la aplicación de 2 sistemas de blanqueamiento de consultorio [Opalescence Boost PF (Fórmula Nitrato de Potasio y Flúor), gel de peróxido de hidrógeno al 38%; Opalescence Quick PF, gel de peróxido de carbamida al 45%] sobre la superficie del esmalte. Por lo tanto, esto nos lleva al siguiente cuestionamiento:

¿Cuál de los dos agentes de blanqueamiento tendrá el mejor efecto con menor daño?



# ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



## 3.2. Justificación

Los sistemas de blanqueamiento están en auge, ya que cada día son más demandados por el paciente, la publicidad vende sólo la apariencia, justificando que una sonrisa blanca es sinónimo de salud, pero no informan las posibles consecuencias del uso de estos productos. Es necesario conocer si estos causan algún daño en la superficie del esmalte dental, de manera específica conocer su modo de acción en la superficie dental y los efectos secundarios que podrían presentarse posterior a la aplicación de los agentes blanqueadores.

## 3.3. Objetivos

### 3.3.1. General

Valorar el efecto de dos sistemas de blanqueamiento (Opalescence Boost PF al 38% y Opalescence Quick PF al 45%) por medio de colorimetría y rugosidad.

### 3.3.2. Específicos

- ★ Determinar el cambio de rugosidad con perfilometría del esmalte sometido al sistema de blanqueamiento Opalescence Boost PF al 38%:
  - Respecto al esmalte sano ( $r_0$ ), con la primera aplicación ( $r_1$ ).
  - Respecto al esmalte sano ( $r_0$ ) con la segunda aplicación ( $r_2$ ).
  
- ★ Determinar el cambio de rugosidad con perfilometría del esmalte sometido al sistema de blanqueamiento Opalescence Quick PF al 45%.



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



- Respecto al esmalte sano ( $r_0$ ), con la primera aplicación ( $r_1$ ).
- Respecto al esmalte sano ( $r_0$ ) con la segunda aplicación ( $r_2$ ).
- ★ Identificar para que sistema de blanqueamiento fue más significativo el cambio
  
- ★ Identificar el cambio de color en esmalte sometido al sistema de blanqueamiento Opalescence Boost PF al 38%. Mediante tres variables de medición del sistema CIE  $L^*a^*b^*$  para obtener el cambio de color al finalizar las 2 aplicaciones del sistema de blanqueamiento.
  - Respecto al esmalte sano ( $L_0$ ), con la primera aplicación ( $L_1$ ).
  - Respecto al esmalte sano ( $L_0$ ) con la segunda aplicación ( $L_2$ ).
  - Respecto al esmalte sano ( $a_0$ ), con la primera aplicación ( $a_1$ ).
  - Respecto al esmalte sano ( $a_0$ ) con la segunda aplicación ( $a_2$ ).
  - Respecto al esmalte sano ( $b_0$ ), con la primera aplicación ( $b_1$ ).
  - Respecto al esmalte sano ( $b_0$ ) con la segunda aplicación ( $b_2$ )
  
- ★ Identificar el cambio de color en esmalte sometido al sistema de blanqueamiento Opalescence Quick PF al 45%. Mediante tres variables de medición del sistema CIE  $L^*a^*b^*$  para obtener el cambio de color al finalizar las 2 aplicaciones del sistema de blanqueamiento.
  - Respecto al esmalte sano ( $L_0$ ), con la primera aplicación ( $L_1$ ).
  - Respecto al esmalte sano ( $L_0$ ) con la segunda aplicación ( $L_2$ ).



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



- Respecto al esmalte sano ( $a_0$ ), con la primera aplicación ( $a_1$ ).
- Respecto al esmalte sano ( $a_0$ ) con la segunda aplicación ( $a_2$ ).
- Respecto al esmalte sano ( $b_0$ ), con la primera aplicación ( $b_1$ ).
- Respecto al esmalte sano ( $b_0$ ) con la segunda aplicación ( $b_2$ ).

★ Identificar para que sistema de blanqueamiento fue más significativo el cambio.

### 3.4. Hipótesis

#### Hipótesis Nula:

- ★ La rugosidad del esmalte del grupo 1 sometido al sistema de blanqueamiento con peróxido de hidrógeno al 38% presentaran valores similares con respecto al grupo 2 sometido al sistema de blanqueamiento con peróxido de carbamida al 45%.
- ★ El cambio de color será más significativo para el grupo 1 sometido al sistema de blanqueamiento a base de peróxido de carbamida.

#### Hipótesis de Trabajo:

- ★ La rugosidad del esmalte del grupo 1 sometido al sistema de blanqueamiento con peróxido de hidrógeno al 38% será mayor que la que presentaran el grupo 2 sometido al sistema de blanqueamiento con peróxido de carbamida al 45%.



# ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



- ★ El cambio de color será más significativo para el grupo 2 sometido al sistema de blanqueamiento a base de peróxido de carbamida.

## 4. Metodología

### 4.1. Criterios de inclusión

- ★ Terceros molares humanos.
- ★ Terceros molares humanos hidratados.
- ★ Terceros molares de extracción menor a tres meses atrás.
- ★ Terceros molares de reciente extracción libres de caries.

### 4.2. Criterios de exclusión

- ★ Terceros molares con caries.
- ★ Terceros molares con más de tres meses de haberse extraído.
- ★ Terceros molares no hidratados.
- ★ Terceros molares con defectos en la superficie vestibular.

### 4.3. Variables de estudio

#### 4.3.1. Variables dependientes

Tiempo de exposición al agente blanqueador en los dientes.

- ★ Peróxido de Hidrógeno al 38% (Opalescence Boost PF, 38% **ULTRADENT PRODUCTS, INC**)
- ★ Peróxido de Carbamida al 45% (Opalescence Quick PF 45%, **ULTRADENT PRODUCTS, INC**)



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



### 4.3.2. Variables Independientes

- ★ Concentración de peróxido de hidrógeno al % en ocho dientes de un grupo de dieciséis.
- ★ Concentración de peróxido de carbamida al 45% en ocho dientes de un grupo de dieciséis.

### 4.4. Material y equipo

- ★ 32 terceros molares libres de caries de reciente extracción (menos de 3 meses)
- ★ Pinzas de curación
- ★ Lentes de protección
- ★ Curetas
- ★ Campos desechables
- ★ Guantes de látex
- ★ Cera
- ★ Lámpara de alcohol
- ★ Alcohol
- ★ Espátulas: 7A y de lecrón
- ★ Encendedor
- ★ Campos de trabajo desechable y de tela
- ★ Barnices/Esmaltes para uñas Bissu de 2 colores diferentes
- ★ Refrigerador
- ★ Base de vidrio para posicionar los dientes y los aparatos de medición
- ★ Paralelizador de muestras
- ★ Portaobjetos
- ★ 2 Cajas organizadoras de plástico con contenedores para 20 muestras.
- ★ Pasta profiláctica
- ★ Cepillo para profilaxis
- ★ Pieza de baja velocidad
- ★ Contrángulo
- ★ Acrílico autopolimerizable
- ★ Monómero autopolimerizable
- ★ Godete de vidrio
- ★ Espátula de acero inoxidable
- ★ Petrolato puro (Vaselina)
- ★ Tubos de PVC seccionados
- ★ Estufa de temperatura controlada Felisa 1
- ★ Saliva artificial elaborada en el Laboratorio de Materiales Dentales de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Odontología, UNAM.
- ★ Agua desionizada contenida en una pipeta de plástico
- ★ Plastilina epóxica y Cianocrilato
- ★ 2 Cronómetros
- ★ Sistemas de Blanqueamiento con instructivos (Peróxido de Hidrógeno al 40% y Peróxido de Carbamida al 45%)
- ★ Colorímetro digital (Chinespec ®, HPG-2132, China)
- ★ Perfilometro Mitutoyo



# ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



## 4.5. Tipo de estudio

Estudio de tipo experimental, observacional, analítico y comparativo.

## 4.6. Población de estudio y muestra

### Población de estudio:

32 terceros molares libres de caries de reciente extracción (No mayor a tres meses), hidratados, sin defectos estructurales.

### Muestra:

16 terceros molares libres de caries de reciente extracción para la aplicación del peróxido de hidrógeno al 38% (Opalescence Boost PF 38, de ULTRADENT)

16 terceros molares libres de caries de reciente extracción para la aplicación del peróxido de hidrógeno al 45% (Opalescence Quick PF 45, de ULTRADENT)

## 4.7. Método

### Preparación de las muestras:

Se utilizaron 32 terceros molares humanos de reciente extracción por razones quirúrgicas por ortodoncia, libres de caries, restauraciones, abrasión o fracturas. Se les realizó eliminación de cálculo y profilaxis con una pasta abrasiva sin flúor. Al azar se dividieron en dos grupos (n=16),

identificados en dos recipientes de plástico con agua y se almacenaron en el refrigerador.

Se colocó cera para sellar sus ápices. Posteriormente se aplicó barniz de uñas (Bissu®) para diferenciarlos el grupo 1 de color rosa y el grupo 2 color morado dejando expuesta la cara vestibular. Se almacenaron individualmente en cajas organizadoras, inmersos en agua desionizada y se mantuvieron a temperatura de 37°C.



Fotografía 1.- Grupo 1



Fotografía 2.- Grupo 2



Fotografía 3.- Almacenamiento del grupo 1 con agua desionizada en cajas organizadoras de plástico.



Fotografía 4.- Almacenamiento del grupo 2 con agua desionizada en cajas organizadoras de plástico.

Se fabricaron bases de acrílico autopolimerizable (Nictone ®), usando tubos de PVC para tener una altura uniforme, sobre la base de acrílico se colocó plastilina epóxica y el diente, después todo en conjunto se colocó sobre una base de vidrio y se paralelizó cada una de las muestras, hasta obtener una superficie plana en la cara vestibular de cada diente, inmediatamente después se registró el valor inicial de rugosidad ( $r_0$ ). Para cada uno de los dientes de los dos grupos.



Fotografía 5.- Paralelizador



Fotografía 6.- Muestra paralelizada.

Se realizó un diagrama de localización de la superficie medida al inicio por cada diente que sirvió de guía para las siguientes mediciones ( $r_1$ ,  $r_2$ ).

## **Mediciones Iniciales previas al blanqueamiento dental.**

### **Rugosidad:**

Se evaluó la rugosidad inicial ( $Ra_X$ ) del esmalte en cada espécimen con el perfilómetro (Mitutoyo SurfTest), previamente calibrado en una base metálica ( $0.01 \times 1 = Ra = 0000 \mu m$ ). Colocando cada muestra y el perfilómetro Mitutoyo sobre una base de vidrio, especialmente confeccionada para el tamaño de las muestras a medir. Se registró la primera medición ( $r_0$ ), realizando el mismo procedimiento en todas las muestras.



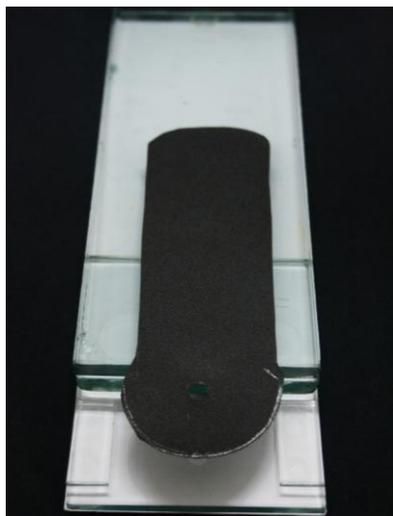
Fotografía 7 Calibración del perfilómetro Mitutoyo, para la lectura de rugosidad en el esmalte.



Fotografía 8 Lectura de rugosidad en un punto específico del diente.

## Color:

Posteriormente se realizó el registro de color con la ayuda de un colorímetro digital (Chinespec ®, HPG-2132, China) para evaluar los atributos de color  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  iniciales de cada espécimen. Posicionando sobre una base de vidrio especialmente confeccionada para el tamaño de las muestras a medir, una guía de acetato que se fabricó para colocar siempre en la misma posición el colorímetro (Fotografía 9)



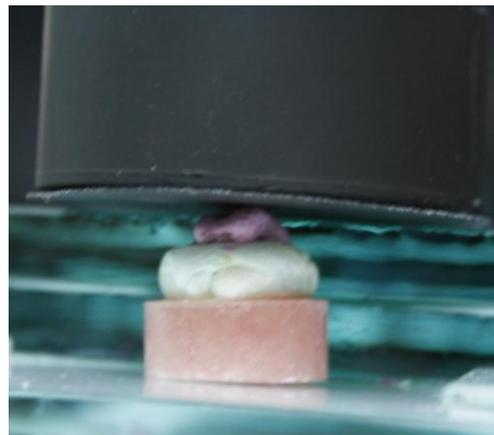
Fotografía 9 Guía para posicionar el colorímetro en la cara vestibular de los terceros molares.



Fotografía 10 Colorímetro Chinespec en posición para medir los valores del sistema CIE  $L^*a^*b^*$



Fotografía 11 Colorímetro Chinespec®, HPG-2132, China calibrado previamente con una hoja



Fotografía 12 colorímetro digital tomando lectura sobre la cara vestibular de un tercer molar

## Almacenamiento de las muestras previo a la aplicación de los sistemas de blanqueamiento:

Se almacenaron en un contenedor con agua desionizada por 24 hrs, en la Estufa de temperatura controlada Felisa 1, a 37°C.



Fotografía 13.- Grupo #1 o Rosa listo para la medición inicial de rugosidad y colorimetría.



Fotografía 14.- Grupo #2 o Morado listo para la medición inicial de rugosidad y colorimetría.

Para la aplicación de los sistemas de blanqueamiento se siguieron las instrucciones del fabricante, haciendo una pequeña modificación para el peróxido de hidrógeno (se omitió la aplicación cada 15 minutos, haciendo sólo una exposición de 30 minutos). Para que el rango de exposición en ambos productos fuera el mismo.



Fotografía 15.- Sistemas de Blanqueamiento utilizados . En la parte superior: Opalescence Boost PF al 38% (peróxido de hidrógeno al 38%). En la parte inferior, Opalescence Quick PF al 45% (Peróxido de carbamida al 45%)

De manera que tanto el peróxido de hidrógeno al 38% (Opalescence Boost PF ®) aplicado al grupo 1, como para el peróxido de carbamida al 45% (Opalescence Quick PF ®) aplicado al grupo 2, se colocó una capa aprox. de 1-2mm del gel por un intervalo de tiempo de 30 minutos. Para controlar el tiempo de exposición se activaron 2 cronómetros inmediatamente después de haber terminado con su aplicación, uno para cada grupo.

### Primera sesión de Blanqueamiento para el grupo 1 con Opalescence Boost PF, 38% ULTRADENT (Peróxido de Hidrógeno al 38%):



Fotografía 16.- Primera aplicación del peróxido de hidrógeno al 38% (Opalescence Boost PF, ULTRADENT).



Fotografía 17.- Primera aplicación de peróxido de Hidrógeno al 38% (Opalescence Boost PF, ULTRADENT).

## Primera sesión de Blanqueamiento con Opalescence Quick PF, 45% ULTRADENT (Peróxido de carbamida al 45%):



Fotografía 18.- Primera aplicación de peróxido de carbamida al 45% (Opalescence Quick PF, ULTRADENT)

Transcurridos los 30 minutos, se enjuagaron y se almacenaron en un contenedor con agua desionizada en la estufa de temperatura contralada a 37° Felisa #1.

## Primera medición del grupo 1 y 2 posterior a la primera aplicación de los sistemas de blanqueamiento:

A las 24 horas después de la primera aplicación se realizaron las mediciones de rugosidad con el perfilómetro Mitutoyo, y de colorimetría con el Colorímetro digital (Chinespec®, HPG-2132, China). Para registrar la rugosidad y el color posterior a la primera aplicación de los sistemas de blanqueamiento.



Fotografía 19 Dientes sometidos a peróxido de Hidrógeno al 38%. (Opalescence Boost PF, ULTRADENT)



Fotografía 20.- Dientes sometidos a peróxido de carbamida al 45%. (Opalescence Quick PF, ULTRADENT)



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



### **Segunda sesión de aplicación de los Sistemas de Blanqueamiento e el grupo 1 y 2:**

La segunda aplicación se realizó exactamente igual a la primera aplicación, al termino se rehidrataron en agua desionizada.

### **Segunda medición posterior a la segunda aplicación de los Sistemas de Blanqueamiento de los grupos 1 y 2:**

Para las mediciones de rugosidad y color se retiró previamente el excedente de humedad con toallas de papel de aproximadamente 2cm por 2cm. Inicialmente se registraron los valores de rugosidad tomados por el perfilometro Mitutoyo colocado en la misma posición de sus mediciones anteriores. Posteriormente se tomó lectura del valor de  $L^*$   $a^*$  y  $b^*$  de cada muestra.

## **5. Aspectos éticos**

Debido a que no se trabajó directamente con paciente, no fue necesario realizar ningún consentimiento informado.

## **6. Recursos**

### **Humanos:**

Personal del Laboratorio de Biomateriales Dentales de la División de Estudios de Posgrado e Investigación.

Tesinista

### **Financieros:**

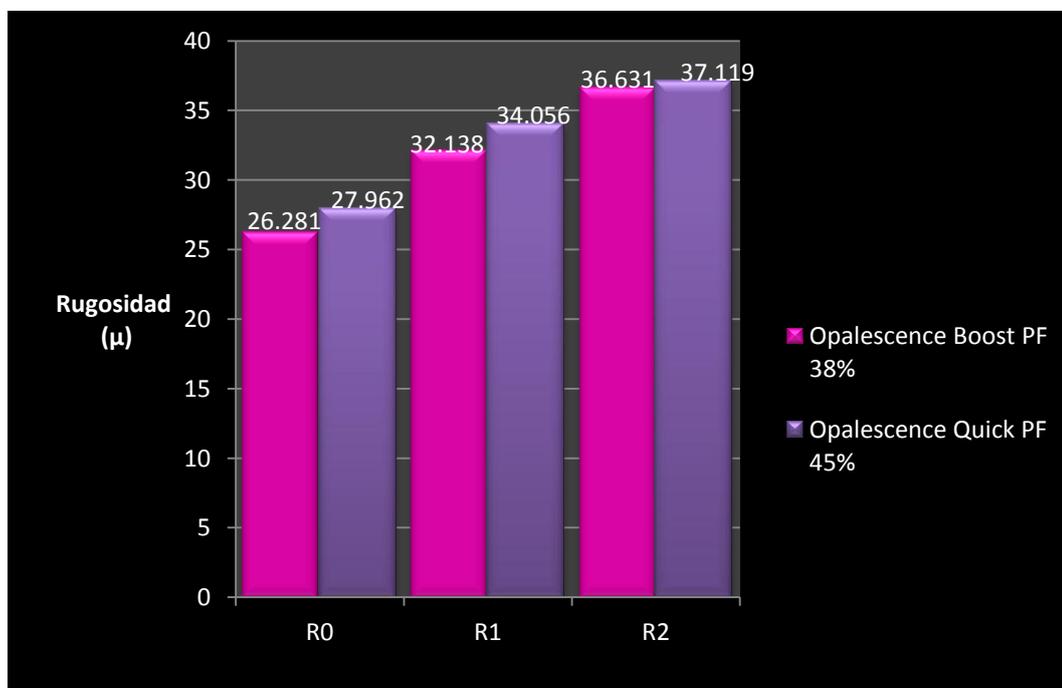
Se contó con el apoyo del Laboratorio de Biomateriales Dentales de la División de Estudios de Posgrado e Investigación para realizar todo el procedimiento del presente este estudio. Los gastos propios de los sistemas de blanqueamiento fueron soportados por la tesista.

## 7. Resultados

### Rugosidad

En la gráfica 1, se muestran los promedios de la prueba rugosidad de superficie inicial ( $R_0$ ), la primera aplicación de los sistemas de blanqueamiento ( $R_1$ ) y a la segunda aplicación ( $R_2$ ). Observándose que el grupo 1 para el sistema Opalescence Boost PF 38%, a base de peróxido de hidrógeno al 38% presentó mayor cambio en rugosidad en comparación con el grupo 2 para el sistema Opalescence Quick PF 45%, a base de peróxido de carbamida al 45%.

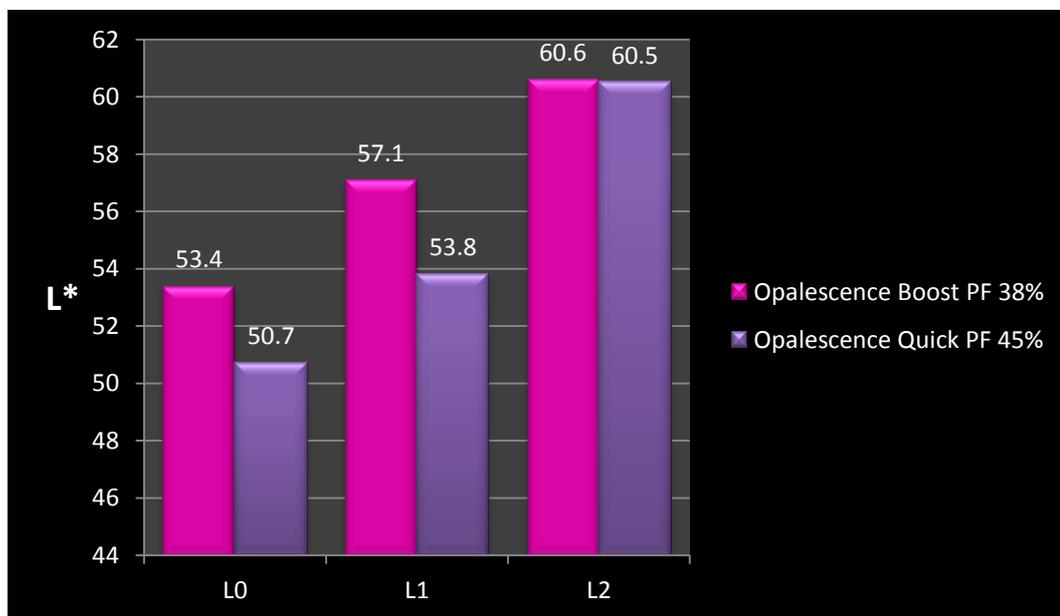
Los valores obtenidos en el análisis de variancia a una vía para el grupo 1 sistema de blanqueamiento Opalescence Boost PF 38%, a base de peróxido de hidrógeno son de ( $p = 0.148$ ), mientras que para el grupo 2 sistema de blanqueamiento Opalescence Quick PF 45%, a base de peróxido de carbamida son de ( $p = 0.058$ ) Por lo que se registraron datos estadísticamente significativos en comparación del valor de rugosidad ( $r_0$ ) y ( $r_2$ ).



Gráfica 1 Rugosidad del esmalte previo al blanqueamiento ( $R_0$ ), primer aplicación del sistema de blanqueamiento ( $R_1$ ), segunda aplicación del sistema de blanqueamiento ( $R_2$ ) para el grupo 1 y grupo 2.

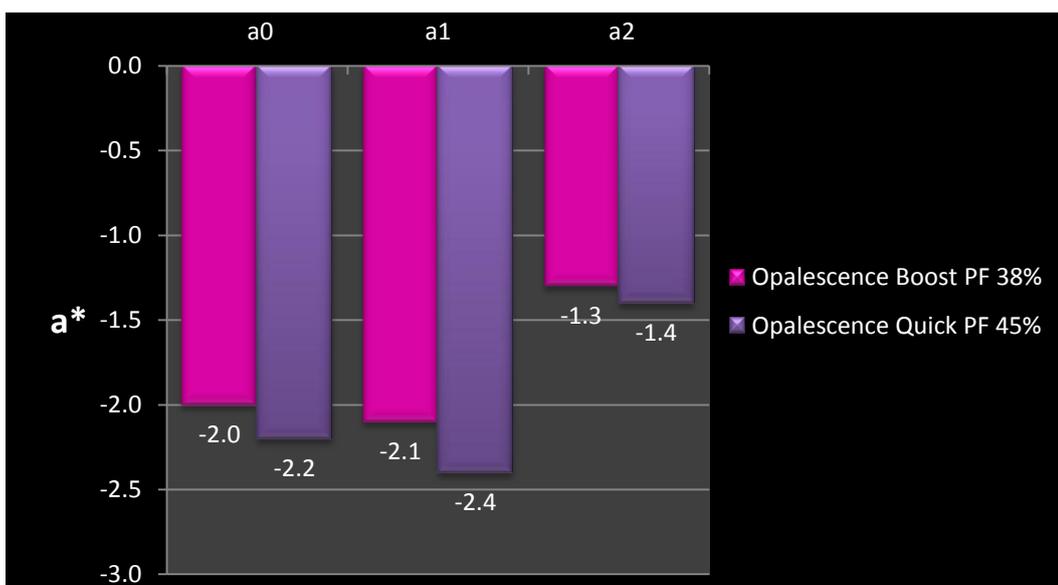
## Color

En la gráfica 2,  $L^*$  se muestran los promedios de luminosidad inicial ( $L_0$ ), Observándose que en la primer aplicación ( $L_1$ ), el grupo 1 para el sistema Opalescence Boost PF 38%, a base de peróxido de hidrógeno al 38% presentó mayor cambio en la luminosidad en comparación con el grupo 2 para el sistema Opalescence Quick PF 45%, a base de peróxido de carbamida al 45%. En la segunda aplicación, el grupo 1 y el grupo 2 presentaron mayor cambio en la luminosidad con respecto a la medición inicial.



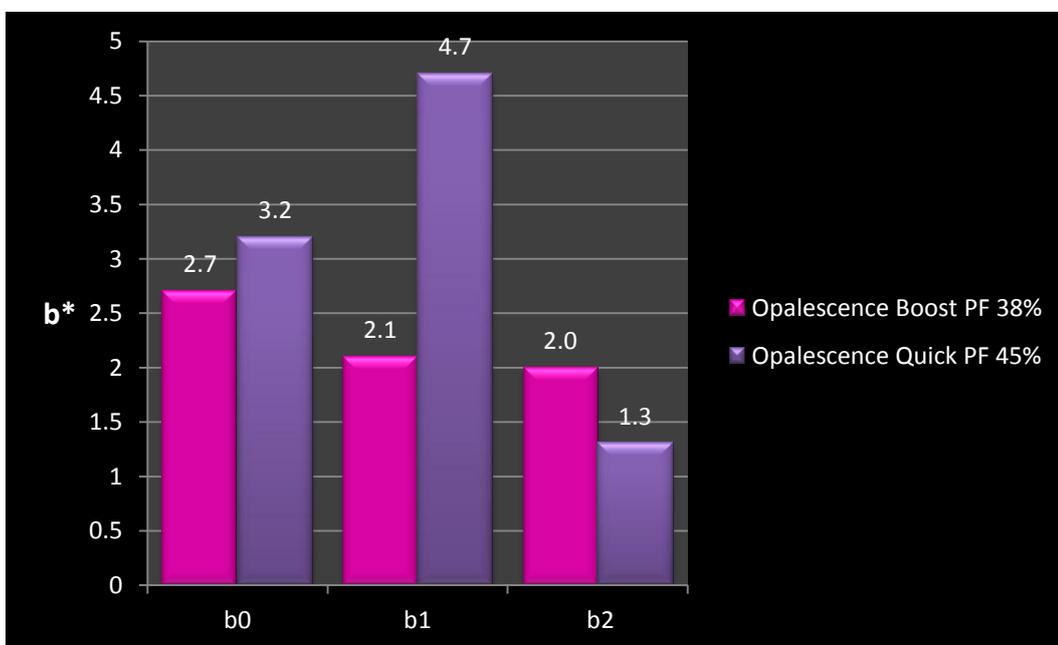
Gráfica 2 Atributo de color: Luminosidad ( $L^*$ ) inicial ( $L_0$ ), posterior al primer blanqueamiento ( $L_1$ ) y al segundo blanqueamiento ( $L_2$ ).

La gráfica 3,  $a^*$  (rojo-verde) muestra los promedios de inicial ( $a_0$ ), Observándose que en la primer aplicación, el grupo 1 para el sistema Opalescence Boost PF 38%, a base de peróxido de hidrógeno al 38% y grupo 2 para el sistema Opalescence Quick PF 45%, a base de peróxido de carbamida al 45%, no presentaron cambios significativos con respecto a la medición inicial ( $a_0$ ), es decir que de acuerdo al CIE lab los dientes obtuvieron variación entre rojizo-verdoso con tendencia al verde ( $-a^*$ ). Sin embargo para la segunda aplicación tanto para el grupo 1 como para el grupo 2 dicha tendencia disminuyó.



Gráfica 3 Atributo de color:  $a^*$  inicial ( $a_0$ ), primer aplicación ( $a_1$ ) y segunda aplicación ( $a_2$ )

La gráfica 4,  $b^*$  (amarillo-azul) muestra los promedios de inicial ( $a_0$ ), Observándose que en la primer aplicación ( $b_1$ ), el grupo 1 para el sistema Opalescence Boost PF 38%, a base de peróxido de hidrógeno al 38% presentó valores significativos en descenso con respecto a la medición inicial ( $b_0$ ) y grupo 2 para el sistema Opalescence Quick PF 45%, a base de peróxido de carbamida al 45%, aumentó significativamente sus valores con respecto a la medición inicial ( $b_0$ ), de acuerdo al CIE lab los dientes obtuvieron variación entre amarillento-azuloso con tendencia al azul ( $+b^*$ ). Sin embargo para la segunda aplicación tanto para el grupo 1 como para el grupo 2 dicha tendencia disminuyó, siendo más significativa para el grupo 2.

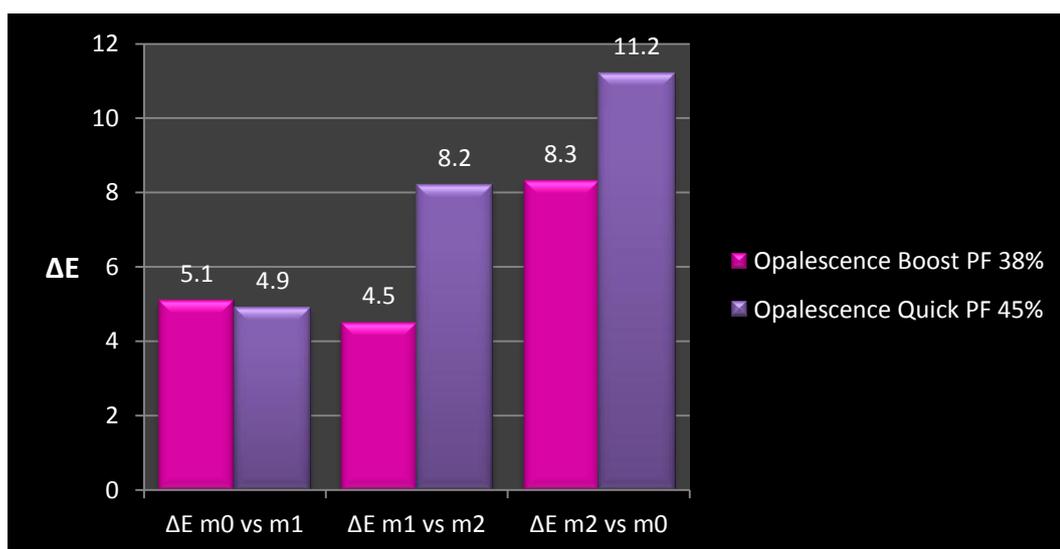


Gráfica 4 . Atributo del color:  $b^*$  valores promedio inicial ( $b_0$ ), primer aplicación ( $b_1$ ), segunda aplicación ( $b_2$ ).

En la gráfica 5,  $\Delta E$  (diferencia de color), se muestran los promedios de los cambios de color obtenidos en la primera aplicación de los sistemas de blanqueamiento ( $\Delta E m_0$  vs  $m_1$ ) los cuales muestran cambios significativos para el grupo 1 a los que se les aplicó Opalescence Boost PF 38% a base de peróxido de hidrógeno

Para la segunda aplicación ( $\Delta E m_1$  vs  $m_2$ ) el cambio de color fue mayor para el grupo 2 aplicando el sistema de blanqueamiento Opalescence Quick PF 45% a base de peróxido de carbamida.

Así mismo se muestran los promedios de los cambios de color comparando los valores de la segunda aplicación de los sistemas de blanqueamiento ( $m_2$ ) con la medición inicial ( $m_0$ ) ( $\Delta E m_2$  vs  $m_0$ ) donde se observó que los dientes del grupo 2 a los que se les aplicó Opalescence Quick PF 45% a base de peróxido de carbamida obtuvieron un mayor cambio de color comparados con los del grupo 1 a los que se les aplicó Opalescence Boost PF 38%.



Gráfica 5 Cambios de color  $\Delta E$  posterior al primer blanqueamiento ( $\Delta E m_0$  vs  $m_1$ ), posterior al segundo blanqueamiento comparando los promedios de la primera aplicación ( $\Delta E m_1$  vs  $m_2$ ), posterior a la segunda medición con respecto al promedio inicial ( $\Delta E m_2$  vs  $m_0$ )



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESMALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



### 8. Discusión

En el presente estudio se evaluó el efecto de dos sistemas de blanqueamiento de diferente composición aplicados en el esmalte de 16 dientes por cada grupo, uno a base de peróxido de hidrógeno en una concentración al 38% y el segundo a base de peróxido de carbamida al 45%, con respecto al cambio que produjeron en su rugosidad y color.

Diversos estudios hacen referencia sobre los efectos generados en el esmalte <sup>(13,15,17,18,20-22,25)</sup> sometido a sistemas de blanqueamiento. Güorgan et al.<sup>25</sup>, no encontraron diferencia significativa entre la rugosidad del esmalte dental tratado con sistemas blanqueadores en comparación con esmalte dental no tratado. Suleiman et al.<sup>26</sup> tampoco encontraron cambios significativos en el esmalte y dentina posterior a la aplicación de peróxido de carbamida al 35% aplicada durante 30 minutos, contrario a los resultados obtenidos con los sistemas evaluados en presente estudio, que tanto para el peróxido de hidrógeno al 38% como para el peróxido de carbamida al 45% hubo cambios significativos, siendo más marcados en la rugosidad del esmalte al que se le aplicó el sistema de blanqueamiento Opalescence Boost PF 38, a base de peróxido de hidrógeno. Los resultados tan contrariados entre los estudios previamente realizados por Güorgan et al. y Suleiman et al. <sup>26</sup> y los del presente estudio pudieron verse alterados diversos factores, entre ellos que los dientes de ambos grupos después de las aplicaciones de los sistemas de blanqueamiento no fueron almacenados en saliva artificial, lo cual ejercería una función remineralizante para los dientes, sino en agua desionizada durante 24 horas. Pinto *et al.*<sup>18</sup> encontraron incrementos significativos en la rugosidad del esmalte al que se le aplicó peróxido de hidrógeno al 35%, con respecto al grupo control; lo asociaban a la pérdida de mineral de la matriz inorgánica, posterior al proceso de oxidación efectuado por el sistema de blanqueamiento, lo cual refuerza lo encontrado en el presente estudio.



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESMALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



De acuerdo con la hipótesis propuesta de rugosidad, en la que el esmalte del grupo 1 sometido al sistema de blanqueamiento con peróxido de hidrógeno al 38% sería mayor que la que presentaría el grupo 2 sometido al sistema de blanqueamiento con peróxido de carbamida al 45%, después de colocar el perfilometro Mitutoyo sobre la superficie vestibular de los 16 dientes de cada grupo y analizar los datos estadísticamente, se llegó a la comprobación de la hipótesis, este cambio se puede explicar por la rápida liberación del peróxido de hidrógeno con respecto a la del peróxido de carbamida.

Otro de los objetivos del presente estudio fue la evaluación por colorimetría del esmalte sometido a dos sistemas de blanqueamiento. Mediante el sistema CIE  $L^*a^*b^*$ , se obtuvieron las variables de color  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  del esmalte previo a la aplicación de los agentes blanqueadores, y posterior a ella. En el estudio de Pimenta et al<sub>22</sub>, posterior a la primera aplicación del peróxido de hidrógeno al 35% se incrementó la luminosidad ( $L^*$ ) y disminuyó los valores de  $a^*$ , los valores obtenidos después de la segunda aplicación disminuyó el valor del parámetro de  $L^*$  y  $b^*$ .

Lo anterior concuerda con respecto a los valores promedios obtenidos para el atributo  $L^*$  los cuales aumentaron significativamente en cada aplicación de ambos sistemas de blanqueamiento, el atributo  $a^*$  concuerda con los resultados obtenidos en el estudio de Pimenta et al<sub>22</sub> para el sistema de blanqueamiento Opalescence Boost PF 38% el cual disminuyó significativamente con cada aplicación, en el caso de los dientes tratados con Opalescence Quick PF 45% el atributo  $a^*$  aumento posterior a la primera aplicación ( $a_1$ ) y disminuyó significativamente a la segunda aplicación ( $a_2$ ).



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



De manera similar ocurrió con los valores del atributo  $b^*$  los cuales descendieron a cada aplicación del sistema Opalescence Boost PF 38% a base de peróxido de hidrógeno del grupo 1, pero de igual manera que ocurrió con los valores del atributo  $a^*$ , los valores del atributo  $b^*$  en el grupo 2 tratados con el sistema de blanqueamiento Opalescence Quick PF 45% incrementaron con la primera aplicación ( $b_1$ ) y disminuyeron significativamente con la segunda aplicación ( $b_2$ ).

En cuanto al cambio de color Meireles et al.<sup>19</sup> encontró que a la semana de la primera aplicación del sistema de blanqueamiento los valores del sistema CIE Lab arrojaron los siguientes comportamientos, para incremento de  $L^*$ , es decir la luminosidad del esmalte blanqueado aumento, mientras que ( $a^*$ ) y ( $b^*$ ) disminuyeron, al observar lo sucedido con su grupo control, encontró exactamente lo mismo con el comportamiento de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , con respecto a las hipótesis planteadas

Para LLambés et al.<sup>27</sup> quienes analizaron los cambios en el color posterior a la aplicación de los sistemas de blanqueamiento de peróxido de hidrógeno y de peróxido de carbamida, observaron que eran más significativos los valores arrojados por el peróxido de carbamida que los obtenidos por el peróxido de hidrógeno, lo cual concuerda con los valores obtenidos después de 2 aplicaciones de los sistemas de blanqueamiento en el presente estudio, esto debido a que el peróxido de carbamida presenta mayor estabilidad con respecto al peróxido de hidrógeno.

Estas discrepancias en el comportamiento de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  del sistema CIE se atribuyen a que los dientes de las muestras, a pesar de ser todos terceros molares libres de caries que cumplieron con los criterios de



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



inclusión establecidos, no hubo un control en la edad de los pacientes a los que les fueron extraídos, ni mucho menos el sexo y el período de erupción en el que se encontraban, por cuestiones de tiempo para la elaboración de la presente tesina.

Para la hipótesis del cambio de color al obtener los datos  $L^*$ ,  $a^*$   $b^*$  se logró comprobar la diferencia de color ( $\Delta E^*$ ), los cuales arrojaron que los cambios eran más significativos en el esmalte sometido al sistema de blanqueamiento a base de peróxido de carbamida, con lo cual se logró comprobar la hipótesis planteada.



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



### 9. Conclusiones

Con el sistema de blanqueamiento Opalescence Quick PF 45%, se obtuvieron mejores resultados en cuanto color y la rugosidad obtenida, comparados con el sistema de blanqueamiento Opalescence Boost PF 38%. Debido a que el grupo 2 sometido al sistema de blanqueamiento Opalescence Quick PF 45% a base de peróxido de carbamida obtuvo un cambio de color más significativo, ejerciendo menor daño en la superficie del esmalte con respecto a los dientes del grupo 1 sometidos al sistema de blanqueamiento Opalescence Boost PF 38%, a base de peróxido de hidrógeno.



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



### 10. Referencias bibliográficas

#### TRABAJOS CITADOS

1. Roesch, R. P. (2007). Tipos y técnicas de blanqueamiento dental. *Art. de rev. Oral Año 8. Núm. 25.* , 392-395.
2. Joubert, R. (2010). *Odontología adhesiva y estética*. Madrid: Ed. Ripano.
3. Gómez M.A., C. A. (1999). *HISTOLOGÍA Y EMBRIOLOGÍA BUCODENTAL*. Madrid.
4. Garnet, L. J. (2008). *Texto Atlas de Histología*. México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.
5. Roos, M., & Wojciech, P. (2009). *Histología: texto y atlas color con biología celular y molecular*. Buenos Aires: Médica Panamericana.
6. Maravankin, F. (2007). El color en Odontología Restauradora. *Lanata* , 123-167.
7. Lafuente, D. (2008). Física del color y su utilidad en Odontología. *Revista Científica Odontológica. Colegio de Cirujanos Dentistas de Costa Rica* , 10-16.
8. Mc Laughlin G, F. G. (1991). *COLOR ATLAS OF TOOTH WHITENING*. Ishiyaku EuroAmerica, Inc. \*: 15-25, 29-33.
9. Bertone MN, Z. S. (2008). Blanqueamiento dentario. Aplicaciones clínicas. *Revista de la Facultad de Odontología (UBA)* , 19-25.



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



10. Summitt, J., J.W., R., & Schwartz, R. (2001). *Fundamentals of Operative Dentistry a contemporary approach*. Singapore. : 2°ed. Edit. Quintessence books.
11. Bonilla V, M. J. (2007). Alteraciones del Color de los Dientes. *REDOE* . Médica Panamericana.
12. Meneses CE, Llamosas E, Quintanar RE. (2013). Análisis morfológico y químico mediante microscopía electrónica del esmalte de dientes sometidos a blanqueamiento. *Revista ADM; 70* (3) , 146-150.

### BIBLIOGRAFÍA:

13. Efeoglu N, Wood DJ, Efeoglu C. Thirty-five percent carbamide peroxide application causes in vitro demineralization of enamel. *Dental Materials* 23 (2007) 900-904.
14. Luo W, Westland S, Brunton P, Ellwood R, Pretty NM. Comparison of the ability of different colour indices to assess changes in tooth whiteness. *Journal of Dentistry* 35 (2007) 109-116.
15. Gomes CR, Wiegand A, Sener B, Attin T. Influence of chemical activation of a 35% hydrogen peroxide bleaching gel on its penetration and efficacy- In vitro study. *Journal of dentistry* 38 (2010) 838-846.
16. Joiner A Review of the effects of peroxide on enamel and dentine properties. *Journal of Dentistry* 35 (2007) 889-896.
17. Attin T, Schmidlin PR, Wegehaupt F, Wiegand A Influence of study design on the impact of bleaching agents on dental enamel microhardness: A review.



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



18. Sa Y, Chen D, Liu Y, Wen W, Xu M, Jiang T, Wang Y Effects o two in office agents with different pH values on enamel surface structure and color: An in situ vs. in vitro study. *Journal of Dentistry* 40s (2012) e26-e34.
19. Pinto CF, Oliveira R, Cavalli V, Giannini M. Peroxide bleaching agent effects on enamel surface microhardness, roughness and morphology. *Braz Oral Res*, 2004; 18 (4): 306-311.
20. Meireles SS, Fontes ST, Coimbra LAA, Della Bona A, Demarco FF. Effectiveness o different carbamide peroxide concentrations used for tooth bleaching: an in vitro study. *J Appl Oral Sci*. 2012; 20 (2):186-191.
21. Abouassi T, Wolkewitz M, Hahn P. Effect of carbamide peroxide and hydrogen peroxide on enamel surface: an in vitro study. *Clin Oral Invest* (2011) 14: 673-680.
22. Pimenta MJ, Araújo DB, Campos EJ, Correia RP Efficacy of 35% hydrogen peroxide on human enamel: in vitro evaluation in different tooth areas. *Acta Odontol. Latinoam*. 2009 Vol 22 N°3/ 2009/ 163-170. ISSN 0326-4815.
23. Soares DG, Daniel CP, Hebling J, De Souza Costa CA. Efecto de los diferentes protocolos de blanqueamiento sobre esmalte dental y la resina compuesta. *RODYB Volumen II. Número 2. Mayo-Agosto*, 2013. 1-12.
24. Dietschi D, Rossier S, Krejci I. In vitro colorimetric evaluation of the efficacy of various bleaching methods and products. *Quintessence International* 2006; 37:515-526.



## ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



25. Cavalli V, Arrais C.A.G., Giannini & Ambrosano. High – concentrated carbamide peroxide bleaching agents effects on enamel surface. *Journal of Oral Rehabilitation* 2004 31; 155-159.
26. Güorgan s, Bolay S, Alacam R. In vitro adherence of bacteria to bleached or unbleached enamel surfaces. *Journa of Oral Rehabilitation*. 1997; 24(8): 624-627.
27. Suleiman M, Addy M, Macdonald E, Rees JS. A safety study in vitro for effects of an in-office bleaching system on the integrity of enamel and dentine. *J Dent* 2004; 32: 581-90
28. Llambés G, LLena C, Amengual J, Forner L. In vitro evaluation of efficacy of two bleaching procedures. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2011 Sep 1;16 (6)ce845-51

## 11. Anexos

Rugosidad ( $\mu\text{m}$ ) Grupo 1			
# Diente	Medición inicial	Medición posterior a la 1° aplicación	Medición posterior a la 2° aplicación
#1	32	35.8	38
#2	32.4	38.7	39.6
#3	21.4	37.6	39.6
#4	21.0	26.1	26.8
#5	22.7	28.1	34.2
#6	30.2	35.1	41.5
#7	21	23.6	24.2
#8	26.1	32.1	38.5
#9	24.9	35.1	44.8
#10	22.9	33.3	37.5
#11	24.8	24.9	35.7
#12	27.2	31.1	36.3
#13	28.2	28.7	29.8
#14	30.2	36.3	39.2
#15	26	32.5	40.2
#16	29.5	35.2	40.2
Total			

Origen: Fuente directa

Rugosidad ( $\mu\text{m}$ ) Grupo 2			
# Diente	Medición inicial	Medición posterior a la 1° aplicación	Medición posterior a la 2° aplicación
#1	26.1	33.5	35.6
#2	26.5	35.7	40.0
#3	23.9	29.6	32.1
#4	26.7	36.7	45.1
#5	29.9	39.8	41.2
#6	29.9	36.4	39.1
#7	29.6	34.5	37.0
#8	26.3	32.5	39.5
#9	32.5	34.8	36.1
#10	27.5	32.9	35.4
#11	35	39.9	42.5
#12	23.2	32.0	35.8
#13	32.8	39.6	44.6
#14	32	37.6	38.2
#15	23.1	24.8	26.4
#16	22.4	24.6	25.3
Total			

Origen: Fuente directa



# ESTUDIO DE COLORIMETRÍA Y RUGOSIDAD EN ESM ALTE SOMETIDO A DOS SISTEMAS DE BLANQUEAMIENTO



## Colorimetría Grupo 1

# Diente	Medición inicial L*a*b*	Medición posterior a la 1° aplicación L*a*b*	Medición posterior a la 2° aplicación L*a*b*
#1	+48.2, -6.5, +8.7	+58.4, -3.1, +3.9	+66.6, -2.9, +2.8
#2	+52.8, -4.6, +6.6	+63.3, -2.6, +0.4	+63.9, -0.4, +1.9
#3	+56.6, -2.3, +5.0	+58.8, -1.2, +4.4	+69.0, -1.1, +1.3
#4	+54.7, -1.5, -0.8	+58.8, +0.2, +1.1	+59.0, +0.1, -0.1
#5	+48.6, +6.8, -5.0	+52.4, -3.9, +1.5	+54.4, -0.3, +4.2
#6	+46.4, +1.0, +1.0	+51.6, +1.4, +0.9	+55.6, +1.7, +1.3
#7	+54.8, -4.7, +2.2	+59.3, -1.5, -1.8	+66.2, +1.3, -2.6
#8	+59.3, -3.3, +2.8	+59.5, -3.4, +3.6	+64.9, -1.2, +0.0
#9	+49.9, -2.9, +5.8	+50.8, -2.8, 4.1	+53.0, -2.3, +4.8
#10	+50.9, -3.5, +2.9	+51.1, -3.3, +5.6	+55.4, -3.3, +6.2
#11	+53.4, -2.4, +3.8	+55.4, -2.6, +3.3	+58.4, -1.3, +0.5
#12	+48.3, -0.9, +1.5	+49.7, -1.8, +1.2	+51.5, -1.0, +0.3
#13	+64.1, -4.4, +2.3	+64.3, -4.5, +3.1	+66.2, -5.1, +3.6
#14	+62.0, -2.0, -0.0	+64.5, -3.0, +0.4	+69.3, -2.8, +0.0
#15	+48.2, +2.2, +1.7	+55.4, -0.2, +2.8	+55.5, +0.6, +2.3
#16	+57.7, -2.9, +4.1	+60.5, -0.7, +0.8	+60.6, -2.6, +4.2
Total			

Origen: Fuente directa

## Colorimetría Grupo 2

# Diente	Medición inicial L*a*b*	Medición posterior a la 1° aplicación L*a*b*	Medición posterior a la 2° aplicación L*a*b*
#1	+53.5, -2.4, +5.7	+55.9, -4.3, +6.7	+62.7, -1.8, +2.1
#2	+50.0, -5.0, -9.8	+53.8, -2.9, +7.1	+58.8, -1.4, +3.4
#3	+57.8, -2.8, +3.6	+61.5, -2.4, +1.3	+67.5, -1.9, +2.2
#4	+55.2, -1.7, +3.8	+55.8, -2.4, +8.6	+61.2, -1.0, +0.4
#5	+48.6, -5.0, +7.8	+50.9, -5.9, +8.2	+62.7, -1.7, -0.7
#6	+61.0, -4.2, +3.8	+61.7, -3.9, +2.7	+73.3, -1.6, -1.8
#7	+52.2, -0.7, +4.3	+52.4, -1.1, +4.6	+55.3, -0.8, +3.3
#8	+50.9, -2.2, +5.6	+53.9, -1.9, +4.2	+58.5, -1.9, +3.5
#9	+52.3, -2.8, +2.9	+55.7, -3.1, +2.8	+68.1, -2.6, +0.3
#10	+40.0, +0.1, +0.2	+42.5, +1.7, -0.7	+54.2, +2.1, -3.0
#11	+44.1, -1.4, +1.9	+55.9, -1.5, +1.3	+61.3, -2.8, +1.3
#12	+43.9, -1.0, +2.2	+49.9, -3.1, +5.1	+52.8, +0.0, +0.6
#13	+50.0, -0.0, +3.5	+51.4, -1.5, +5.8	+60.8, -1.9, +2.1
#14	+54.6, -2.6, +5.5	+56.4, -2.5, +5.2	+60.4, +0.2, +0.0
#15	+56.0, +0.1, +2.3	+56.3, -1.8, +5.5	+63.5, -2.7, +3.9
#16	+40.5, -4.3, +7.4	+46.1, -2.0, +5.3	+47.5, -2.2, +2.9
Total			

Origen: Fuente directa