



**UNIVERSIDAD DE SEVILLA  
DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA**

***RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO DE UNA RESINA  
COMPUESTA AL APLICAR DIFERENTES AGENTES  
BLANQUEADORES Y SU EFECTO SOBRE LA  
MICROESTRUCTURA DEL ESMALTE***

*Tesis presentada para obtener el grado de Doctor, por:*

**MARIA ANTONIETA CORNEJO PEÑA**

Directores de Tesis:

**Dr. RAFAEL LLAMAS CADAVAL**

**DR. EMILIO JIMÉNEZ-CASTELLANOS BALLESTEROS**

Tampico, Tamaulipas, 2014

**D. RAFAEL LLAMAS CADAVAL Y D. EMILIO JIMÉNEZ-CASTELLANOS BALLESTEROS, DOCTORES EN MEDICINA Y CIRUGÍA Y PROFESOR TITULAR Y CATEDRÁTICO DE UNIVERSIDAD, RESPECTIVAMENTE, Y ADSCRITOS AL DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA,**

**CERTIFICAN QUE: D<sup>a</sup>. María Antonieta Cornejo Peña ha realizado bajo nuestra dirección los trabajos de investigación del proyecto de Tesis Doctoral titulado: “*RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO DE UNA RESINA COMPUESTA AL APLICAR DIFERENTES AGENTES BLANQUEADORES Y SU EFECTO SOBRE LA MICROESTRUCTURA DEL ESMALTE*”.**

Sevilla, 23 de Enero de 2014

# **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Rafael Llamas Cadaval, director de esta tesis por sus conocimientos, su experiencia y paciencia en la elaboración del presente trabajo, todo el apoyo que he recibido de usted es invaluable.

Al Dr. Emilio Jiménez-Castellanos Ballesteros codirector de este estudio por su ayuda en la realización de este trabajo.

Al Dr. Rogelio Oliver Parra por su amistad y apoyo permanente.

A Leonardo Armando, Aurora y Alejandra:

que son los seres más maravillosos que la vida me ha dado,  
por el apoyo, su amor, paciencia y comprensión,  
prefirieron sacrificar su tiempo para que yo pudiera cumplir con el mío.

Por su bondad y sacrificio me inspiran a ser mejor,  
ahora puedo decir que esta tesis lleva mucho de ustedes,  
gracias por estar siempre a mi lado  
y por ser las personas que marcan mi camino.

# ÍNDICE

	<b>Página</b>
I. JUSTIFICACIÓN .....	1
II. ANTECEDENTES .....	3
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	8
A) HISTOLOGÍA DENTAL.....	9
1. ESMALTE.....	9
a) Generalidades.....	9
b) Estructura del esmalte.....	10
c) Micromorfología.....	10
d) Propiedades físicas del esmalte.....	11
e) Desmineralización–Remineralización del esmalte.	12
2. DENTINA.....	12
a) Generalidades.....	15
b) Composición química.....	15
c) Micromorfología.....	16
d) Propiedades físicas de la dentina.....	17
B) CLASIFICACIÓN DE ALTERACIONES CROMÁTICAS EN LA ESTRUCTURA DENTAL .....	18
1. ALTERACIÓN CROMÁTICA ESTRUCTURAL INTRÍNSECA-SISTÉMICA.....	18
2. ALTERACIÓN CROMÁTICA ESTRUCTURAL INTRÍNSECA LOCAL DENTARIA .....	19
3. ALTERACIÓN CROMÁTICA ESTRUCTURAL EXTRÍNSECA DENTARIA.....	19
4. ALTERACIÓN CROMÁTICA NO ESTRUCTURAL EXTRÍNSECA.....	20
C) BLANQUEAMIENTO DENTAL.....	22
1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA.....	22
2. MECANISMO DEL BLANQUEAMIENTO.....	24

	<b>Página</b>
3. AGENTES QUÍMICOS PARA BLANQUEAMIENTO	
DENTAL.....	25
a) Peróxido de hidrógeno.....	25
b) Peróxido de carbamida.....	26
c) Perborato de sodio.....	27
4. MÉTODOS DEL BLANQUEAMIENTO DENTAL .....	27
a) Blanqueamiento realizado en consultorio dental...	27
b) Blanqueamiento aplicado en casa .....	28
c) Blanqueamiento combinado .....	29
5. DIFERENCIA EN EL BLANQUEAMIENTO DE DIENTES	
VITALES Y NO VITALES.....	30
a) En dientes no vitales.....	30
b) En dientes vitales.....	31
6. EFECTOS ADVERSOS DEL BLANQUEAMIENTO	
DENTAL.....	31
7. CAMBIOS SOBRE EL ESMALTE DENTAL OCASIONADOS	
POR EL BLANQUEAMIENTO DENTAL.....	31
D) ADHESIÓN.....	36
1. PRINCIPIOS DE LA ADHESIÓN.....	36
2. ADHESIÓN AL ESMALTE .....	36
a) Agentes acondicionadores del esmalte.....	37
b) Hibridación.....	37
c) Imprimador.....	38
d) Adhesivo .....	38
3. DESARROLLO DE LOS ADHESIVOS .....	39
a) Clasificación.....	39
• Adhesivos de grabado y enjuague .....	40
• Adhesivos auto-grabadores .....	40
• Ionómeros de vidrio y adhesivos de	
Ionómero de vidrio.....	40
4. MEDICIÓN DE LA FUERZA DE ADHESIÓN.....	40



	<b>Página</b>
E) ADHESIÓN Y BLANQUEAMIENTO DENTAL.....	42
IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	47
V. HIPOTESIS DEL ESTUDIO.....	49
VI. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	51
A) OBJETIVO GENERAL .....	52
B) OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	52
VII. MATERIALES Y MÉTODOS .....	54
A) CLASIFICACIÓN DEL DISEÑO DEL ESTUDIO .....	55
B) POBLACIÓN DE ESTUDIO .....	55
C) MUESTRA.....	55
1. TIPO DE MUESTREO.....	55
2. TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	55
D) CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	57
1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	57
2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	57
3. CRITERIOS DE ELIMINACIÓN.....	57
E) IDENTIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DE VARIABLES.....	58
F) MATERIALES EMPLEADOS .....	60
G) PROCEDIMIENTO.....	62
1. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS.....	62
2. PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DEL ASPECTO SUPERFICIAL DEL ESMALTE Y CONTENIDO MINERAL..	65
3. PROCEDIMIENTO PARA MEDIR DE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL DEL ESMALTE.....	67
4. PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE LA FUERZA DE ADHESIÓN.....	71
5. MODO DE FALLA ADHESIVA.....	75
6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	75

	<b>Página</b>
VIII. RESULTADOS .....	76
A) RESULTADOS DEL ASPECTO SUPERFICIAL DEL ESMALTE .....	77
1. CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO AL 38%.....	77
2. CON PERÓXIDO DE CARBAMIDA AL 45%.....	84
B) RESULTADOS DEL CONTENIDO MINERAL (CALCIO Y FÓSFORO) .....	91
1. CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO AL 38%....	91
2. CON PERÓXIDO DE CARBAMIDA AL 45%.....	92
C) RESULTADOS DE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL DEL ESMALTE .....	94
D) RESULTADOS DE LA FUERZA DE ADHESIÓN.....	96
1. RESULTADOS DE RESISTENCIA AL DESALOJO	96
2. RESULTADOS DE MODO DE FALLA.....	99
IX. DISCUSIÓN.....	101
A) ASPECTO SUPERFICIAL.....	102
B) CONTENIDO MINERAL.....	104
C) RUGOSIDAD SUPERFICIAL.....	105
D) FUERZA DE ADHESIÓN.....	106
E) MODO DE FALLA.....	107
X. CONCLUSIONES.....	109
XI. BIBLIOGRAFIA.....	111

# **I. JUSTIFICACIÓN**

Actualmente el clínico se encuentra con numerosos tipos de tratamientos estéticos como lo son la colocación de restauraciones cerámicas y el blanqueamiento dental. Éste último es uno de los procedimientos clínicos realizados con mayor frecuencia en la consulta dental. Para realizarlo, existen diversos agentes blanqueadores como es el Peróxido de Hidrógeno (PH) y el Peróxido de Carbamida (PC) con sus diferentes concentraciones y sus distintas formas de aplicación y activación.

Aunque son escasos los estudios que tratan de la pérdida de minerales sobre el esmalte después del blanqueamiento dental, sí se han reportado cambios en la microestructura del mismo. Existen resultados inconclusos sobre este fenómeno, destacando que ni el tiempo, ni la concentración de agentes blanqueadores ocasionan alteración en la morfología del esmalte.

Los resultados de este estudio pretenden dar a conocer a los profesionistas dentales los posibles cambios que se presentan sobre la microestructura del esmalte provocados por las sustancias químicas del blanqueamiento dental e identificar posibles factores que pudieran tener repercusión clínica en la adhesión de restauraciones estéticas al esmalte para brindarle al paciente un mejor pronóstico de los tratamientos realizados.

## **II. ANTECEDENTES**

En la actualidad, los pacientes se preocupan tanto por la salud bucal como por la estética, por lo que el blanqueamiento dental ha generado una alta demanda clínica y por consiguiente el odontólogo deberá contemplar alternativas para este tratamiento, tal situación ha propiciado una constante publicidad en los medios de comunicación produciendo un impacto que ha traído como consecuencia, la aparición de algunos productos que están disponibles en el mercado para ser utilizados en dicho fin.<sup>1-3</sup>

Factores como el paso de los años, la falta de higiene bucal, alimentos con alto contenido de colorantes y medicamentos como la tetraciclina, provocan que los dientes pierdan su color natural; sin embargo, durante el procedimiento del blanqueamiento existe la preocupación de causar la desmineralización del diente, así como diversos cambios en su morfología superficial.<sup>4,5</sup>

El blanqueamiento dental ha sido utilizado como tratamiento estético por más de 100 años<sup>6</sup> en la odontología, en la actualidad los agentes más utilizados son: el Peróxido de Hidrógeno (PH) y el Peróxido de Carbamida (PC)<sup>7-11</sup> y el éxito de dicho blanqueamiento tanto en dientes vitales como no vitales es impredecible, una de las probables causas es por los diferentes substratos que encontramos en los dientes de nuestros pacientes.<sup>12,13</sup>

Las indicaciones para el tratamiento de blanqueamiento dental son en dientes vitales y no vitales y está contraindicado en dientes con lesión cariosa extensa, en dientes con enfermedad periodontal, así como en restauraciones mal adaptadas y en mujeres embarazadas, ya que se sabe que un efecto adverso en tal tratamiento consistirá en la reabsorción externa radicular del diente tratado.<sup>14-17</sup>

McEvoy<sup>18</sup> y Prabhakary Cols.<sup>19</sup> mencionan que los mecanismos de acción del blanqueamiento dental contienen peróxidos inestables los cuales producen radicales libres de oxígeno, que son capaces de romper los componentes orgánicos de los anillos de carbono intensamente pigmentados que contiene la matriz del esmalte, convirtiéndolos en moléculas de cadenas más corta y menos pigmentadas, definido como oxidación; cuando el proceso de oxidación continúa durante largo tiempo supera a la fase del blanqueamiento.

Olivieray Cols.<sup>20</sup>, reportan que se debe de realizar un protocolo clínico adecuado. En general, el mecanismo de acción del agente blanqueador PH no es muy bien entendido ya que puede formar diferentes especies de oxígeno activo que dependen de las condiciones de la reacción, incluyendo la temperatura, pH, luz y presencia de transición metálica.

En cuanto a las causas de las interrelaciones entre los dientes vitales y no vitales y la clasificación pigmentaria, encontramos que las han dividido en: a) factores intrínsecos, b) extrínsecos y c) combinados.<sup>21, 22</sup>

Wandera y Cols.<sup>23</sup> mencionan que las desventajas del blanqueamiento dental son: sensibilidad dental, efectos laxantes, irritación de los tejidos blandos, dolor de garganta y problemas oclusales. En cuanto a la eficacia del PH, Marshall y Cols.<sup>24</sup>, mencionan que es mejor cuando se realiza bajo estrecha supervisión profesional mientras que los ejecutivos de los productos Opalescence Xtra Boost, Ultradent Products<sup>25</sup> señalan que es un agente para blanqueamiento dental químicamente activado de uso en consulta dental, indicado en dientes vitales y no vitales y teniendo como ingrediente activo al PH al 38% y con un pH 7, no requiere activación por la luz, es fácil de mezclar y aplicar, su color rojo vivo facilita la visibilidad durante la colocación y la remoción, la cual se realiza utilizando únicamente agua y succión y el tiempo recomendado de tratamiento es de 15 minutos. En cuanto a sus desventajas tenemos, irritación a los tejidos y quemaduras.

Rotstein y Cols.<sup>26</sup> reportaron pérdida de solidez y alta solubilidad del esmalte, dentina y cemento después del blanqueamiento, además de reportar también que el PH está asociado con la resorción externa radicular lo cual podría atribuirse a los cambios de proporción original entre componentes orgánicos e inorgánicos.

A pesar de la reducción de la microdureza del esmalte se ha informado que es de suponer que esta alteración no es sólo por el procedimiento de blanqueo, sino también por el pH de la fórmula utilizada. Algunos estudios no han encontrado ningún cambio significativo después del blanqueamiento con PH en altas concentraciones; además, estudios in vitro han encontrado una pérdida de calcio en el esmalte blanqueado, aunque estas alteraciones no se consideran clínicamente significativas.<sup>27</sup>

En ocasiones, el blanqueamiento dental es utilizado adicionalmente con otros procedimientos estéticos, generalmente se requiere colocar restauraciones de resina, reemplazar restauraciones antiguas, cerrar diastemas, carillas u otros procedimientos.<sup>3, 28-33</sup>

Estudios han demostrado que tanto el Peróxido de Hidrógeno como el Peróxido de Carbamida afectan la fuerza de unión de las resinas al esmalte grabado después del tratamiento de blanqueamiento.<sup>34-44</sup>

Varias teorías han sido propuestas para explicar por qué la fuerza de unión de las resinas es afectada en el diente blanqueado. Se han señalado cambios en la estructura del esmalte, pérdida del contenido mineral y el incremento de la porosidad aparentando un grabado excesivo debido a la pérdida de las varillas del esmalte.<sup>33, 36, 45-48</sup> Otra teoría propuesta es que los poros del esmalte, la dentina y el fluido dentinario funcionan como un reservorio de peróxido/oxígeno, resultando en una concentración de oxígeno en la superficie del esmalte inhibiendo completamente la polimerización de algunas resinas.<sup>3, 49-51</sup>

Se conoce que a mayor tiempo de exposición con el Peróxido de Hidrógeno mayor es la profundidad de penetración del oxígeno<sup>52</sup>. La reducción de la fuerza adhesiva es importante, ya que la presencia de oxígeno liberado por el blanqueamiento inhibe los procesos de polimerización y el sistema de adhesivo es responsable de poner en peligro la fuerza de adhesión del material restaurativo y sustrato.<sup>49, 53</sup>

Se requiere de un período de 3 semanas para que la fuerza de unión retorne a los valores obtenidos en esmalte no blanqueado<sup>34, 41, 50</sup>

Existe una remineralización por la saliva que revierte los cambios.<sup>33, 48</sup> Se han propuesto métodos para eliminar los problemas clínicos ocasionados por la disminución de la fuerza de adhesión de las resinas al diente después del blanqueamiento; la recomendación más común es retrasar el procedimiento adhesivo desde 24 horas<sup>34</sup>, una semana<sup>28,52,54</sup> ó hasta tres semanas.<sup>29</sup> Otro



método sugerido es remover la superficie del esmalte para poder obtener una fuerza de adhesión en valores normales. <sup>23, 34, 55</sup>

### **III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

# A) HISTOLOGIA DENTAL

## 1. ESMALTE

### a) Generalidades

El llamado tejido adamantino o sustancia adamantina, tiene una dureza que estriba en que estructuralmente está constituido por millones de prismas altamente mineralizados que lo recorren en todo su espesor y que tiene un rango de dureza de 200-500 knoop.<sup>56- 59</sup> Embriológicamente proviene de células epiteliales ectodérmicas y está formado por 95% de material inorgánico, 4% de agua y 1% de componentes orgánicos siendo su principal componente inorgánico la hidroxiapatita.

- **Matriz orgánica:** el componente orgánico es de naturaleza proteica y constituye un complejo sistema de multiagregados polipeptídicos que, en general, no han sido caracterizados de forma definitiva y la dificultad reside en las contaminaciones que se producen al tratar de separar o aislar la porción orgánica del esmalte de la dentina, mediante distintas técnicas de fraccionamiento, electroforesis, separación y extracción, diversos autores han postulado la existencia de distintas proteínas con diferente peso molecular y propiedades. Estas proteínas son: las amelogeninas, enamelinas, ameloblastinas y tuftelinas.<sup>57-59</sup>
- **Matriz inorgánica:** está constituida por sales minerales cálcicas básicamente de fosfato y carbonato.<sup>56-59</sup> Estas sales se depositan en la matriz del esmalte, dando origen rápidamente a un proceso de cristalización que transforma la masa mineral en cristales de hidroxiapatita, calcio y fósforo, éstos son embebidos dentro de la matriz orgánica, material de naturaleza proteica con agregados de polisacáridos en la cual no participa el colágeno.<sup>56-59</sup>

Los cristales de sales minerales en el esmalte son más voluminosos que los existentes en la dentina y el tejido óseo, éstos alcanzan una longitud de 0.05 a 1 $\mu$ , y un diámetro de 0.02 y 0.04  $\mu$ .<sup>56, 59</sup>

- **Agua:** se localiza en la periferia del cristal constituyendo la denominada capa de hidratación, o capa de agua absorbida. El porcentaje de agua en el esmalte disminuye progresivamente con la edad.<sup>58, 59</sup>

## **b) Estructura del esmalte**

La unidad estructural básica es la varilla del esmalte, además de unidades estructurales secundarias, este conjunto varillar constituye la mayor parte de matriz extracelular mineralizada variando en número entre 5 a 12 millones. En la periferia de la corona y en la conexión amelodentinaria existe la denominada capa amorfa sin varillas o esmalte aprismático en el que el esmalte mineralizado no constituye ni configura varillas.<sup>56, 58, 59</sup>

Las varillas presentan una orientación compleja dentro del seno del esmalte, pues no sigue una trayectoria curvilínea a través, sino que experimentan entrecruzamientos, mientras que los que se dirigen desde la superficie de dentina hacia la superficie externa del diente, se organizan en hileras alrededor del eje longitudinal. Hacia la región cervical, las hileras de varillas son horizontales mientras que en la región cuspídea son verticales, es decir perpendicular a la unión amelodentinaria.<sup>56, 58, 59</sup>

## **c) Micromorfología**

El esmalte cuya dureza estriba en que estructuralmente está constituido por millones de varillas altamente mineralizados que lo recorren en todo su espesor, lo que lo hace el tejido más duro del cuerpo humano. Cubre a la dentina en su porción coronaria ofreciendo protección a los tejidos conectivos subyacentes, propiedad que le permite soportar fuerzas mecánicas aplicadas durante su funcionamiento. A nivel cervical el espesor de esmalte es mínimo y se relaciona con el cemento de varias maneras, es más grueso en la superficie vestibular que en la lingual, por lo contrario su mayor grosor lo encontramos a nivel mesial.<sup>56, 58, 59</sup>

Es muy delgado en surcos intercupídeos y fosas, pudiendo a veces faltar, es por ello que estas zonas implican una alta probabilidad de aparición de caries. Su

espesor máximo de 2 a 3 mm se da en las cúspides de molares, premolares, en el borde incisal de incisivos y caninos superiores, zona de grandes impactos masticatorios.<sup>56, 58, 59</sup>

#### **d) Propiedades físicas del esmalte**

- **Dureza:** es la resistencia superficial de una sustancia a ser rayada o a sufrir deformaciones de cualquier índole, motivadas por presiones. Presenta una dureza que corresponde a 5-6 en la escala de Mohs y equivale a la apatita. La dureza adamantina decrece desde la superficie libre al límite amelo-dentinario o sea que está en relación directa con el grado de mineralización. Esta dureza varía de 200 a 500 knoops.<sup>56, 58, 59</sup>
- **Elasticidad:** es muy escasa pues depende de la cantidad de agua y de la sustancia orgánica que posee, siendo un tejido frágil, con tendencia a macro y microfracturas cuando no tiene un apoyo dentinario elástico. Su elasticidad mayor la presenta en la zona del cuello por el mayor contenido de sustancia orgánica.<sup>56</sup>
- **Color y transparencia:** el esmalte es translúcido, el color varía entre blanco amarillento y blanco-grisáceo, pero este color no es propio del esmalte, sino que depende de las estructuras subyacentes, en especial de la dentina. La transparencia puede atribuirse a variaciones en el grado de calcificación y homogeneidad del esmalte, es decir, a mayor mineralización mayor translucidez.<sup>52, 58</sup> Varía de espesor de aproximadamente 2.5 mm en molares y de 1- 1.5 mm a nivel del borde incisal.<sup>56, 58, 59</sup>
- **Radiopacidad:** es muy alta ya que es la estructura más radiopaca del organismo humano por su alto contenido de minerales. Mediante rayos X aparece como un capuchón blanco y en ellas las zonas afectadas por descalcificación como lo ocasiona la caries, son detectadas por tener disminuida su radiopacidad.<sup>56</sup>

- **Permeabilidad:** escasa, el esmalte puede actuar como una membrana semipermeable, permitiendo la difusión del agua y algunos iones del medio bucal.<sup>56</sup>

### e) Desmineralización-remineralización del esmalte dental

Este fenómeno es un ciclo continuo pero variable que se repite con la ingesta de los alimentos, específicamente los carbohidratos, que al metabolizarse en la placa dental forman ácidos que reaccionan en la superficie del esmalte cediendo iones de calcio y fósforo que alteran la estructura cristalina de la hidroxiapatita, tornándola más susceptible a ser remineralizada.<sup>58-61</sup>

Si no continúa la producción de ácidos después de 30 a 45 minutos, el pH sube y los minerales en forma iónica, tienden a incorporarse a la estructura dentaria. La irreversibilidad se da cuando la cantidad de cristales removidos, ocasiona el colapso de la matriz de proteína estructural.<sup>57, 58, 60, 61</sup>

### • DESMINERALIZACION

Clínicamente la lesión se identifica como una zona blanquecina, yesosa, con pérdida de translucidez que puede afectar uno o varios dientes y se presenta tanto en la dentición temporal como permanente.

Se han identificado las características microscópicas del esmalte desmineralizado, entendiendo la importancia de cada una de ellas y tratar de proporcionar un tratamiento preventivo, antes de que la lesión sea irreversible. Las zonas histológicas de la desmineralización se describen a continuación:

- **Zona translúcida:** es el frente de avance de la lesión, separándola del esmalte normal, situada por encima de la zona oscura. El esmalte se observa menos estructurado y tiene 1.2% de pérdida mineral por unidad de volumen, indicando la presencia del 1% de espacios en lugar del 0.1% en el esmalte intacto. Las principales diferencias con el esmalte normal son el aumento en

la concentración de flúor, disminución promedio de 12% en magnesio y una pérdida más variable de carbonato.<sup>57, 58, 60</sup>

- **Zona oscura:** aparece como una banda, extendiéndose sobre toda la superficie profunda del cuerpo de la lesión en forma de una zona opaca y densa en la cual se observa poca estructura, en ocasiones se identifica dentro de la superficie del esmalte normalmente transparente. Se crean del 2 al 4% de espacios o poros, observándose una disolución por los ácidos en los cristales con una pérdida mineral del 6% por unidad de volumen y una zona positivamente birrefringente a la luz polarizada.<sup>57, 58, 60</sup>
- **Cuerpo de la lesión:** es la zona de mayor desmineralización y destrucción cristalina, hay una pérdida mineral por unidad de volumen del 24%, con aumento de la cantidad de materia orgánica, es negativamente birrefringente. Las varillas del esmalte aparecen estriados y las estrías de Retzius están incrementadas, así como los espacios intercristalinos y los espacios intervarillas, donde los cristales aumentan su tamaño, son más electrodensos y porosos en la superficie, por precipitación de los iones calcio y fósforo procedentes de las zonas de desmineralización.<sup>57, 58, 60</sup>
- **Capa superficial:** aparece cubierta con una multitud de agujeros diminutos como un panal de abejas. Tiene un espesor aproximado de 30 micras sobre un área radiolúcida creciente, donde los agentes desmineralizantes se difunden a través de una capa externa de menor solubilidad en uno o más puntos microscópicos de entrada; se ha sugerido que son rupturas en la cutícula del esmalte, intersticios entre los tubos del esmalte, estrías no selladas de Retzius y cracks. La pérdida de mineral es de 9.9% por unidad de volumen, pues existe una reprecipitación del material disuelto en una etapa temprana de la misma lesión.<sup>57, 58, 60</sup>
- **Defecto cavitario:** cuando la capa superficial del esmalte se fractura microscópicamente se produce una cavitación con diferente extensión, grosor y profundidad, por lo que las bacterias con la saliva se introducen con más

facilidad en el esmalte y dentina, alterando la estructura cristalina, no siendo detectables clínicamente sino por medio radiográfico.<sup>57, 58, 60</sup>

La desmineralización y pérdida de matriz orgánica son alteraciones que se pueden producir por el uso de agentes blanqueadores, sin embargo varios estudios han demostrado que estas alteraciones son reversibles y probablemente sin importancia clínica.<sup>27, 58-61</sup>

- **REMINERALIZACIÓN**

La remineralización es un proceso que consiste en la precipitación del calcio, fósforo y otros iones en la superficie o dentro del esmalte parcialmente desmineralizado; estos iones pueden proceder de la disolución del tejido mineralizado, de una fuente externa o de una combinación de ambos, proceso mediante el cual se depositan minerales en la estructura dentaria, dicho proceso ocurre bajo un pH neutro, condición por la cual, los minerales presentes en los fluidos bucales se precipitan en los defectos del esmalte desmineralizado.<sup>58, 62</sup>

Es un fenómeno complejo que depende de cualidades relacionadas con la saliva y la presencia de flúor, por lo que existen variaciones individuales.<sup>58, 62</sup>

Se ha considerado a la remineralización como una deposición de minerales después de una pérdida de ellos o de un ataque ácido, de tal manera que, es posible la remineralización de lesiones cariosas superficiales. En dicho mecanismo, la deposición inicial de los minerales ocurre en la capa externa de la lesión o cerca de ella. Los minerales que se depositan inicialmente lo hacen en una forma soluble y al transcurrir el tiempo son transferidos dentro de la lesión y eventualmente depositados en forma de compuestos insolubles, ésto es, en la parte más profunda del cuerpo de la lesión.<sup>58, 62</sup>



## 2. DENTINA

### a) Generalidades

Es también llamada sustancia ebúrnea o marfil y es el eje estructural del diente constituyendo el tejido mineralizado,<sup>52</sup> por lo tanto se distinguen dos componentes básicos: la matriz mineralizada y los conductos o túbulos dentinarios que la atraviesan en todo su espesor, en los que se alojan los dentinoblastos que son células de origen mesenquimatoso.<sup>52, 59-61, 63</sup>

La dentina constituye la mayor parte de la estructura dental, y sus propiedades son determinantes en casi todos los procedimientos de Odontología Restauradora.<sup>63, 64.</sup> La dentina es básicamente un sustrato dinámico, lo que hace que la adhesión a la dentina se vuelva una técnica sensible, difícil de obtener e impredecible.

Muchos factores también pueden ser responsables por la sensibilidad de la adhesión a la dentina, como son: la complejidad de su estructura histológica, la variabilidad de su composición y otros factores como tipo de dentina y edad del diente.<sup>59, 61, 63</sup>

### b) Composición química

Es un tejido calcificado semejante al hueso por su contenido de sales de calcio en un 70% en forma de cristales de hidroxiapatita, un 20% de mineral intercelular orgánico compuesto principalmente por fibras de colágeno y glucosaminoglucanos, sintetizados por células llamadas dentinoblastos y un 10% de agua; asumiendo que en esta composición generalmente existen variaciones entre distintas regiones de la misma, tanto en la dentina de la corona como de la raíz.<sup>52, 59-61, 63</sup>

- **Matriz orgánica:** se destaca el colágeno tipo I, que es sintetizado por el dentinoblasto, aunque también se llega a encontrar fibras de colágeno tipo III,

IV, V y VI, así como proteínas del suero y factores de crecimiento, posiblemente éstos últimos inmovilizados durante la dentinogénesis. Los dentinoblastos persisten toda la vida, si se estimulan por un uso excesivo o enfermedad periodontal, por ejemplo, pueden depositar nueva dentina “reparadora” que contiene conductos dentinarios llenos de matriz calcificada, ésto hace que se forme una dentina homogénea y menos sensible.<sup>52, 59- 61, 62</sup>

- **Matriz inorgánica:** está constituida por pequeños y delgados cristales de hidroxiapatita orientados en forma paralela a las fibras de colágeno de la matriz dentinaria, también se puede encontrar cantidad de fosfatos, carbonatos, sulfatos y oligoelementos. Existe también calcio ligado a componentes de la matriz orgánica que actuaría como reservorio para la formación de cristales de hidroxiapatita.<sup>52,59-62</sup>

### **c) Micromorfología.**

En condiciones normales no se encuentra expuesta al medio ambiente, por lo que se encuentra íntimamente relacionada con el tejido pulpar y se debe considerar como una extensión fisiológica de la pulpa. Sus principales componentes son el calcio y el fósforo. El túbulo dentinario y la matriz intertubular son las unidades básicas de la dentina. Estos túbulos o conductillos dentinarios son estructuras cilíndricas delgadas que se extienden en todo el espesor de la dentina desde la pulpa hacia la unión amelodentinaria o cementodentinaria.<sup>59-61</sup>

Los túbulos dentinarios son estructuras cilíndricas delgadas que se extienden por todo el espesor de la dentina desde la pulpa hasta la unión amelo-dentinaria o cemento-dentinaria. Se asume que su longitud promedio oscila entre 1.5 y 2 mm<sup>2</sup>. Estos túbulos están más separados en las capas periféricas y son más compactos cerca de la pulpa, además son más anchos cerca de la cavidad pulpar (3 a 4 µm) y más pequeños en sus extremos externos (1 µm). La relación entre el número de túbulos por unidad en la superficie pulpar y externa de la dentina es aproximadamente 4:1; por ejemplo, en la dentina más cercana a la unión dentina-esmalte hay aproximadamente 15.000 túbulos por mm<sup>2</sup> de tejido y cerca de la superficie pulpar de la dentina el número por milímetro cuadrado varía, entre 50.000

y 90.000. Existen más túbulos por unidad de área en la corona que en la raíz. Éstos tienen ramificaciones laterales a lo largo de la dentina conocidos como canalículos o microtúbulos. Los canalículos son de 1  $\mu\text{m}$  o menos de diámetro y se originan más o menos en ángulo recto al túbulo principal cada 1 a 2  $\mu\text{m}$  de su longitud.<sup>52, 59, 60, 62</sup>

#### **d) Propiedades físicas de la dentina**

- **Color:** presenta color blanco amarillento variado de un individuo a otro y de la edad del diente, por lo que es el encargado de otorgarle el color al diente. El color también puede depender de la vitalidad pulpar, en dientes desvitalizados del grado de mineralización, y a agentes endógenos y exógenos.<sup>52, 59, 60, 62</sup>
- **Translucidez:** es menos translúcida que el esmalte por su menor grado de desmineralización, aunque en regiones apicales, donde el espesor de la dentina es mínimo puede verse transparencia del conducto radicular. Aunque su dureza es mucho menor que la del esmalte, es algo mayor que la del hueso y cemento. En estudios recientes se establecen valores promedios de la micro-dureza de la dentina en dientes permanentes entre 0.57 y 1.12 GPa.<sup>52, 59, 60, 62</sup>
- **Elasticidad:** su elasticidad es de gran importancia funcional, amortiguando a los impactos masticatorios y éste varía de acuerdo al porcentaje de sustancia orgánica y cantidad de agua que contiene. Sus valores oscilan entre 17.6 – 22.9 GPa según el módulo elástico de Young. Posee una gran permeabilidad que le hace sensible al calor, frío, concentración de hidrogeniones y tacto, creyendo que esos estímulos son transmitidos a la pulpa dental a través de los túbulos dentinarios. Se han descrito dos mecanismos: por difusión, o por presión de los fluidos intersticiales de la pulpa.<sup>52, 59, 60, 62</sup>

## **B) CLASIFICACIÓN DE ALTERACIONES CROMÁTICAS EN LA ESTRUCTURA DENTAL**

Con el paso de los años se presentan alteraciones cromáticas en la dentición debido a que el diente se va calcificando e incorporando pigmentos en la matriz del esmalte.<sup>52, 64</sup>

La dentición permanente puede exhibir alteraciones cromáticas importantes, por factores: 1. estructurales- intrínsecos sistémicos, 2. estructurales- intrínsecos locales dentarios, 3. estructurales- extrínsecas, 4. extrínsecas no estructurales y 5. mixtas o combinadas.<sup>64- 66</sup>

### **1. ALTERACIÓN CROMÁTICA ESTRUCTURAL INTRÍNSECA-SISTÉMICA.**

- a) **Por defectos congénitos de vías biliares:** aunque los trastornos de la vía biliar no han captado la atención que se presta a otros cuadros, son extraordinariamente frecuentes, si este fenómeno se presenta en un germen dental en morfohistodiferenciación, los microprecipitados de color negro o pardo se incorporarán en la estructura dental aportando diferentes alteraciones cromáticas, lo que crea una estructura dental pigmentada, debilitada y con zonas radiotransparentes.<sup>65</sup>
  
- b) **Por anemia hemolítica:** en casos muy graves, como el de una hemocromatosis secundaria puede provocar diversas alteraciones cromáticas en la estructura dental.<sup>65</sup>
  
- c) **Por trastornos de hemólisis intravascular:** se producen cuando los eritrocitos sufren traumatismos mecánicos o resultan dañados por distintos agentes bioquímicos, físicos o por procedimientos de transfusión sanguínea, dentro del comportamiento vascular.<sup>65</sup>

## 2. ALTERACIÓN CROMÁTICAS ESTRUCTURAL- INTRÍNSECA LOCAL DENTARIA

Asociadas a modificaciones en la formación dental

- a) **Hipoplasia:** el esmalte defectuoso se representa poroso y fácilmente se mancha por materiales presentes en la cavidad bucal,<sup>56</sup> trastorno que puede ser de carácter hereditario como en la amelogénesis imperfecta, o un resultado de factores ambientales como son infecciones, tumores o traumatismos. Se piensa que durante la formación del esmalte, la matriz se altera y no se mineraliza de manera apropiada.
  
- b) **Hipocalcificación:** es una zona parduzca o blanquecina distintiva que comúnmente se encuentra en la superficie facial de las coronas afectadas, en donde el esmalte está bien formado con una superficie intacta.<sup>56</sup>

## 3. ALTERACIÓN CROMÁTICA ESTRUCTURAL-EXTRÍNSECA DENTARIA

La administración o ingestión de determinados medicamentos durante la formación del diente puede ocasionar una pigmentación grave tanto en el esmalte como en la dentina, y como ejemplos tenemos los casos donde se ha ingerido tetraciclinas y el exceso de flúor.<sup>66</sup>

- a) **Tetraciclina:** las tetraciclinas pueden causar decoloración e hipoplasia del esmalte, tanto de la dentición primaria como en la dentición permanente si se administra durante el periodo de desarrollo del diente. Los principales factores que condicionan esta anomalía son: la dosis de administración de tetraciclinas, la duración del tratamiento, la etapa y el proceso de mineralización de los dientes.<sup>65</sup>

Dicho antimicrobiano se ha considerado ser la causa clásica de una alteración cromática producida por fármacos, donde ambas denticiones pueden sufrir

pigmentación permanente<sup>67</sup> ya sea gris marrón o amarillo y puede presentarse cuando se administra en concentraciones de 100 a 200 mg/kg de peso corporal.<sup>65</sup>

La pigmentación de la tetraciclina se ha clasificado en tres grupos según su gravedad:

- **Primer grado:** Es de color amarillo claro, pardo claro y gris pardo, y ocurre de manera uniforme en toda la corona, sin formación de bandas.
- **Segundo grado:** El tono varía de un amarillo profundo uniforme hasta marrón o gris, es más intensa sin formación de bandas.
- **Tercer grado:** Es muy intensa y la corona clínica muestra bandas horizontales de color gris oscuro o azul. Este tipo de pigmentación por lo general predomina en las regiones cervicales.<sup>58, 68</sup>

**b) Fluorosis dental:** el flúor en exceso dentro de la estructura dental puede producir manchas que varían desde puntos blancos opacos con estrías difusas, hasta un moteado pardo, siendo común que se traslapen con alteraciones cromáticas hipoplásicas, displásicas, hipocálcicas o farmacológicas.<sup>65</sup>

#### **4. ALTERACIÓN CROMÁTICA NO ESTRUCTURAL EXTRÍNSECA**

Manchas extrínsecas se encuentra en la superficie del diente y por esta razón se pueden eliminar con relativa facilidad. La afinidad de los materiales de la superficie del diente juega un papel fundamental en la deposición de manchas extrínsecas.<sup>64</sup>

**a) Por hábitos del paciente:** manchas mineralizadas por tabaco, café, o colorantes, con más de 24 horas de permanencia en la estructura dental, los cuales también pueden ser causados por medicamentos, alimentos como carbohidratos y azúcares tales como manzanas y papas.<sup>66,21, 22</sup>

**b) Por el Odontólogo:** debido a capas de resina remanentes a tratamientos de ortodoncia, operatoria dental, ferulización dental postraumática,

prótesis por adhesión dental directa, que sufren cambios de color por fenómenos de absorción.<sup>65</sup>

## C) BLANQUEAMIENTO DENTAL

Una gran proporción de pacientes que acuden a tratamiento en las clínicas dentales buscan mejorar la apariencia de su sonrisa. La evolución en la experiencia tecnológica en odontología ofrece métodos y técnicas innovadoras para mantener la integridad y la salud de la estructura dental y periodontal. Además, nuestra cultura relaciona unos dientes blancos como una señal de salud y éxito, el blanqueamiento de dientes vitales se ha hecho más popular entre los dentistas y los pacientes.<sup>1, 3, 69</sup>

Los primeros intentos de blanqueamiento fueron hace más de un siglo, pero se ha convertido en una parte vital de la Odontología estética en la década pasada.<sup>6, 70</sup>

Los mayores avances en la década actual, se han enfocado en agentes aclaradores y nuevas maneras de facilitar la absorción del agente en combinación con otros agentes químicos, el uso de calor y luz, variación en la intensidad y concentración de los productos que se utilizan como blanqueadores.<sup>71-73</sup>

La Odontología Estética fue un tema popular desde el año 1800, incluyendo el recontorneo dental y blanqueamiento como procedimientos recomendados.<sup>3, 74</sup>

### 1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA

- En 1800, se emplearon diferentes agentes blanqueadores para dientes no vitales entre ellos incluían: cloruro de aluminio, ácido oxálico, Pyrozone (eter-peróxido), dióxido de hidrógeno, ácido sulfúrico, hipofosfato de sodio, cloruro de cal y cianuro de potasio.<sup>6,75</sup>
- En 1848 se practicaba el blanqueamiento dental en dientes no vitales con cloruro de cal.<sup>6,75</sup>
- Truman en 1864 introduce la técnica más eficaz para blanquear dientes no vitales usando cloruro en una solución de hipoclorito de calcio y ácido acético.<sup>6,75</sup>



- Más tarde, sale al mercado el derivado comercial conocido como la solución de Labarraque's, que era un refresco líquido de cloruro.<sup>6,75</sup>
- En 1868 utilizan la técnica del blanqueamiento de dientes no vitales en dientes vitales con ácido oxálico y más adelante con peróxido de hidrógeno o Parazona.<sup>6,75</sup>
- Westlake en 1895 empleó Parazona (Peróxido de Hidrógeno y éter) con corriente eléctrica para blanquear dientes.<sup>76</sup>
- En 1910 las técnicas de blanqueamiento en dientes vitales incluían el uso del peróxido de hidrógeno con instrumentos calientes y con una fuente de luz.<sup>6</sup>
- Aproximadamente entre los años 1913 a 1940 que fue el tiempo durante la primera y segunda guerra mundial, muy poco fue escrito acerca del blanqueamiento dental.<sup>6</sup>
- Ames en 1937, informó del ácido clorhídrico como la primer alternativa para eliminar las manchas de fluorosis: 5 partes de peróxido de hidrógeno al 10% y 1 parte de éter.<sup>76</sup>
- En los años 1940, el peróxido de hidrógeno fue utilizado en dientes vitales.<sup>6</sup>
- Sin embargo, de 1940 a 1950 en Estados Unidos comenzaron a recuperar la comunicación y los profesionistas comenzaron a tratar dientes con fluorosis, dientes pigmentados con tetraciclinas, así como dientes decolorados tratando de salvarlos por medio de Endodoncia y evitar así las extracciones.<sup>6</sup>
- En 1950 a 1960 Pyrozone continuaba siendo efectivo para dientes no vitales y se comenzó a utilizar el Perborato de Sodio.<sup>6</sup>
- Nutting y Poe en 1960 eligieron Superoxol en lugar del Pyrozone para mayor seguridad combinado con Perborato de sodio.<sup>6</sup>
- Cohen y Parking en 1970 divulgaron el uso de Superoxol al 30% con aplicación controlada de calor con reóstatos en el blanqueamiento de dientes de pacientes con fibrosis quística manchados por el uso de las tetraciclinas.<sup>6</sup>

- Walton y cols. en 1982 realizaron un estudio con perros, encontrando una leve mejoría a largo plazo en dientes manchados por tetraciclinas los cuales fueron blanqueados con Peróxido de Hidrógeno (PH) ya sea con grabado ácido o sin él.<sup>75</sup>
- Haywood y Heymannen 1989 describieron un blanqueamiento comercial casero utilizando Peróxido de Carbamida (PC).<sup>76</sup>

## 2. MECANISMO DEL BLANQUEAMIENTO

Los blanqueadores contienen peróxidos inestables que producen radicales libres de oxígeno altamente inestables, quienes rompen los compuestos orgánicos del anillo de carbono mayores e intensamente pigmentados que contiene la matriz del esmalte, convirtiéndolos en moléculas de cadenas más cortas y menos pigmentadas,<sup>15</sup> proceso que es conocido como oxidación. Cuando el proceso de oxidación continúa durante largo tiempo, supera la fase de blanqueamiento, pudiendo llegar a descomponer los materiales orgánicos en dióxido de carbono y agua, lo que representa la pérdida de matriz del esmalte.<sup>77,18</sup>

Durante el blanqueamiento dental tiene lugar una reacción combinada de óxido-reducción, que se conoce como *reacción Redox*. En este tipo de reacción química, el agente oxidante es el peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ), el cual genera radicales libres con electrones impares, los cuales son cedidos, por lo cual se reduce; el agente de reducción (la sustancia que está siendo blanqueada), en este caso el diente, acepta los electrones y por lo tanto se oxida.<sup>15, 18</sup>

En la tinción dentinaria, como en el caso de los dientes no vitales, el proceso de blanqueamiento es factible debido a la permeabilidad ofrecida por la estructura del diente al peróxido de hidrógeno, que tiene la capacidad de difundir a través de esa estructura que causa oxidación o reducción de moléculas de tinción; cuando entra en contacto con el tejido, la molécula de Peróxido de Hidrógeno se separa y

forma oxígeno y radicales libres los cuales son muy inestables y reactivos que pueden fracturar la macromolécula pigmentada.<sup>15</sup>

El Peróxido de Hidrógeno (PH) es capaz de formar diferentes tipos de oxígeno activo, dependiendo de la temperatura, el pH, y una ligera presencia de catalizadores. Estos agentes deben ser almacenados a bajas temperaturas y preferentemente en un lugar en donde no se encuentre en contacto con la luz, ya que esto podría causar la pérdida de más del 50% de su poder de oxidación.<sup>15, 64</sup>

### **3. AGENTES QUÍMICOS PARA BLANQUEAMIENTO DENTAL**

Entre los agentes blanqueadores encontramos al Peróxido de Hidrógeno y al Peróxido de Carbamida que están indicados principalmente para el blanqueamiento extracoronal, mientras que el Perborato de Sodio se utiliza sólo para el blanqueamiento intracoronal.<sup>15, 74, 78</sup>

#### **a) Peróxido de Hidrógeno**

Ha sido utilizado a lo largo de la historia en odontología como el primer agente blanqueador. En 1800 se utilizó para el aclaramiento de dientes no vitales, documentándose en la literatura a partir de los años de 1900 como antiséptico. La concentración y tiempo de exposición de los factores causantes del oscurecimiento dental son factores influyentes en la eficacia de este agente, tomando en cuenta que la oxidación es el proceso por el cual actúa sobre la superficie dental.<sup>24</sup>

Este agente está disponible en varias concentraciones, pero las soluciones acuosas estabilizadas de 30 al 35% son las más comunes,<sup>78, 79</sup> por otro lado, también se cuenta con geles de dióxido de sílice que contiene peróxido de hidrógeno al 35%, siendo algunos de ellos activados por una luz catalizadora. El peróxido de hidrógeno es cáustico y quema los tejidos al establecer contacto con ellos, liberando radicales libres tóxicos, aniones perhidróxilo, o ambos. Los blanqueadores de peróxido de hidrógeno para su aplicación en clínica se presentan concentraciones

de 30%, 35%, 38% y 50%, dependiendo del fabricante<sup>79</sup>, los designados para uso domiciliario presentan concentraciones de 5.5% y 7.5%.<sup>76</sup>

Las soluciones de peróxido de hidrógeno en alta concentración deben manejarse con cuidado, ya que son termodinámicamente inestables<sup>34</sup> y su liberación puede ser prolongada por la adición del polímero carboxipolimetileno.<sup>76, 79, 80</sup>

## **b) Peróxido de Carbamida**

Históricamente fue usado como agente antiséptico oral en concentraciones del 10 al 15%, pero en 1989 empezó a ser usado como agente de blanqueamiento por medio de guardas bucales.<sup>76</sup>

Las soluciones de peróxido de carbamida al 10% se descomponen para formar urea, amoníaco, dióxido de carbono y peróxido de hidrógeno al 35% y suelen incluir glicerina o propilenglicol, estanato de sodio, ácido fosfórico o cítrico y aditivos saborizantes. En algunas preparaciones es utilizado como agente espesante el carbopol, el cual prolonga la liberación de peróxido activo y mejora la vida de almacenamiento del agente blanqueador.<sup>78</sup> El peróxido de carbamida como agente blanqueador, puede presentarse en concentraciones de 10%, 15%, 16%, 20% ó 22%, para uso domiciliario y en concentración al 35%, para uso en clínica.<sup>75, 79</sup>

En el mercado recientemente se utilizan concentraciones de hasta 45% de este agente, estas concentraciones son de uso exclusivo del consultorio dental, dando resultados efectivos entre los pacientes.

Las burbujas producidas durante el proceso de oxidación son las causantes de degradar y eliminar los desechos interplasmáticos, mientras tanto el calor es el responsable de suministrar energía a la solución blanqueadora. El bajo peso molecular de los peróxidos así como el de la urea explican su libre movimiento a través del esmalte y dentina. Es también conocido hidroperóxido de urea, con un pH promedio de 5 a 6.5.<sup>81, 82</sup>

### **c) Perborato de Sodio**

Este agente oxidante está disponible en una presentación de polvo o en diversas preparaciones comerciales, cuando es fresco contiene alrededor del 95% de perborato, que corresponde a 9.9% del oxígeno disponible, el cual es estable cuando se seca. En presencia de ácido, aire o agua, se descompone para formar metaborato de sodio, peróxido de hidrógeno y oxígeno nascente. Se dispone de tres tipos de preparaciones de perborato de sodio: monohidrato, trihidrato y tetrahidrato, pero difieren en su concentración de oxígeno, el cual determina su eficacia de blanqueamiento.

Las preparaciones de perborato de sodio que suelen utilizarse son alcalinas y su pH depende de la cantidad de peróxido de hidrógeno que se libera y del metaborato sódico residual.<sup>78</sup>

## **4. MÉTODOS PARA APLICAR EL BLANQUEAMIENTO DENTAL**

A lo largo de los años, diferentes métodos han sido utilizados para eliminar las manchas intrínsecas y extrínsecas sobre la superficie del esmalte dental, se han propuesto dos técnicas básicas para el tratamiento efectivo de dientes vitales, estos métodos incluyen las aplicaciones con distintas concentraciones de agentes blanqueadores, como el peróxido de hidrógeno y peróxido de carbamida, así como diferentes productos administrados por el odontólogo o en aplicaciones en casa mediante concentraciones más bajas de estos mismos agentes.<sup>83, 84</sup>

El blanqueamiento dental puede aplicarse de las siguientes formas:

### **a) Blanqueamiento realizado en consultorio dental**

Este tratamiento es realizado en el consultorio dental, utilizando peróxido de hidrógeno al 35-38% en el caso de patologías moderadas a severas y puesto que estos productos son muy cáusticos requieren de aislamiento absoluto y una

aplicación muy cuidadosa por parte del profesional, pues también pudiera causar daño si llegara a tener contacto con el químico, el blanqueamiento es realizado previa profilaxis, control de la existencia de restauraciones defectuosas, caries o defectos estructurales en los cuales está expuesta la dentina.<sup>5, 7, 8, 10, 11, 85</sup>

El peróxido de carbamida al 45% mediante el uso de cubetas de acetato de blanqueamiento dental también se realiza en consultorio dental bajo la supervisión del profesional por la alta concentración del agente, siguiendo las indicaciones del fabricante en cuanto a la cantidad y tiempo recomendado del agente sobre la superficie dental.

Algunos reportes describen que la aplicación de fuentes externas como lámparas de curado, láser y calor con la técnica de consultorio catalizan la reacción mejorando la eficacia del procedimiento pero no su resultado final.<sup>86</sup>

### **b) Blanqueamiento aplicado en casa**

Existen en el mercado diferentes tratamientos para blanqueamiento dental que casas comerciales lanzan con el fin de lograr mejorar la apariencia de la sonrisa en los cuales podemos encontrar tiras blanqueadoras, pastas y enjuagues dentales que se aplican en casa . El uso de estos productos puede causar hipersensibilidad a los cambios térmicos, así como una irritación irreversible de la pulpa y el periodonto.<sup>85</sup>

Este blanqueamiento se realiza por paciente sin la supervisión profesional comprando productos de autoservicio.<sup>85</sup> El paciente compra el agente blanqueador en farmacias o parafarmacias sin que el profesional tenga un control de su uso, ni de la composición, concentración y técnica de aplicación:

- *Colocación en férulas:* utilizadas por el paciente diariamente por 2 a 6 semanas, con peróxido de carbamida al 10%, indicado en múltiples dientes o arcadas completas, más efectivo para pigmentación amarilla o café, puede ser efectivo en tinción por tetraciclina a largo plazo, podría causar sensibilidad dental durante el blanqueamiento.<sup>87</sup>

- *Cepillado dental con pasta dental blanqueadora*: con agentes abrasivos, para superficies teñidas.<sup>87</sup>
- *Tiras blanqueadoras*: un novedoso sistema de aclaramiento que usa tiras flexibles de polietileno para liberar gel aclarante de peróxido de hidrogeno para la dentición anterior. Este sistema libre de tiras ofrece ventajas con respecto a la dosis de peróxido, tiempo de contacto y facilidad en su uso comparado con otros sistemas.<sup>88</sup>

### **c) Blanqueamiento combinado**

Se trata de un sistema eficaz de tratamiento para dientes ligeramente manchados, el cual tiene un alto nivel de aceptación por parte del paciente, ya que consiste en pasos sencillos y ocupa un mínimo de tiempo dental, además de económico y causar un mínimo de molestias.<sup>5, 87-91</sup>

Este blanqueamiento dental vital con férulas nocturnas es el más popular para uso doméstico, ya que esta técnica utiliza peróxido de carbamida en un 10-15%.

- **Otras técnicas blanqueantes**

Blanqueamiento interno, en el consultorio con peróxido de hidrogeno al 35% y blanqueamiento casero con peróxido de carbamida, indicado en dientes tratados endodónticamente,<sup>92</sup> podría causar resorción radicular.<sup>87</sup>

La microabrasión seguida del uso de férulas con blanqueamiento, con agentes abrasivos y peróxido de carbamida al 10%, para pigmentaciones blancas o amarillas, podría provocar sensibilidad dental durante el blanqueamiento.<sup>87</sup>

Se puede indicar la combinación de ambos métodos para lograr resultados más efectivos, según requiera el caso.

## 5. DIFERENCIA EN EL BLANQUEAMIENTO DE DIENTES NO VITALES Y VITALES

### a) En dientes no vitales

Útil cuando el cambio de coloración u oscurecimiento del diente es ligero. Se indica a aquellos pacientes que por razones de traumatismo sufrieron necrosis pulpar, cambiando la tonalidad del diente, siempre y cuando la superficie no haya sufrido destrucción, fractura o pérdida de tejido dentario; en general, el paciente en estas condiciones recibe tratamiento de conductos.<sup>15, 19, 68, 74</sup>

El agente colorante se difunde desde la cámara de la pulpa hacia la superficie interior del esmalte sin hacer contacto con la superficie externa del esmalte, después de colocar un sellante para el resto del material restaurador de la raíz, apropiadamente obturado para prevenir que el agente blanqueador dañe los tejidos periapicales. El acceso a la corona se realiza por la remoción de la restauración coronal y la parte coronal de la obturación radicular que es sellada después con ionómero de vidrio de cementación. Si falta el sellado de la obturación radicular, la contaminación de los tejidos periapicales pueden llevar al fracaso del tratamiento endodóntico, el agente blanqueador residual puede ser absorbido debido a insuficiente irrigación del pegajoso gel y la dentina intracoronal pudiera sufrir pigmentación por pigmentos de alimentos y/o bebidas.<sup>93</sup>

El peróxido de hidrogeno y perborato de sodio han sido utilizados, y varias fuentes de calor han sido aplicadas para acelerar la reacción y mejorar el efecto del blanqueamiento. También una combinación de perborato de sodio y agua o peróxido de hidrogeno puede ser colocado en la cámara pulpar sellada, por 3–7 días y después reemplazarlo regularmente hasta lograr un aclaramiento aceptable.<sup>93</sup>

Cabe destacar que el éxito de este método se ve influenciado por la causa que produjo el cambio de coloración y el tiempo transcurrido.<sup>94</sup>



## **b) En dientes vitales**

Se establece contacto directo entre el agente blanqueador y la superficie del esmalte exterior.<sup>78</sup>

## **6. EFECTOS ADVERSOS DEL BLANQUEAMIENTO DENTAL**

El blanqueamiento dental se ve limitado cuando el paciente refiere tener manifestaciones alérgicas en relación con la solución blanqueadora o al material de confección de la cubeta, tales como: sensación de quemadura, garganta seca, náuseas, irritación o edema.<sup>13</sup>

Marshall y Cols.<sup>74</sup> reportaron efectos por ingestión como: necrosis, ruptura del estómago con liberación de oxígeno, asfixia mecánica y obstrucción del tracto respiratorio debido a la formación de espuma; mientras que Wandera y Cols.<sup>23</sup> encontraron desventajas por incumplimiento por parte del paciente como sensibilidad dental, efectos laxantes, irritación a los tejidos blandos, dolor de garganta y problemas oclusales.

Rotstein y Cols.<sup>26</sup> reportaron que las concentraciones altas de peróxido de hidrógeno estaban asociadas con resorción externa radicular, lo cual podría atribuirse a los cambios de proporción original entre los componentes orgánicos e inorgánicos además de que el peróxido de hidrógeno podría causar también desnaturalización de las proteínas del cuerpo.

## **7. CAMBIOS SOBRE EL ESMALTE OCASIONADO POR EL BLANQUEAMIENTO DENTAL**

El éxito del blanqueamiento dental es impredecible, pues los cambios que sufren los tejidos dentales ante la presencia de sustancias aclaradoras no está garantizado en un 100% pues se llegan a observar variaciones entre los pacientes.<sup>13,</sup>

Muchos han sido los estudios que han reportado acerca del efecto del peróxido de hidrógeno sobre la estructura y solidez del esmalte; sin embargo, poco se ha reportado sobre las alteraciones morfológicas de la estructura exterior del esmalte después del blanqueamiento,<sup>45</sup> así como la solubilidad de estos tejidos ante la presencia de este producto; por ejemplo: Cavalli y Cols.<sup>95</sup> seleccionaron 15 molares humanos, separando la raíz de la corona con un disco diamantado a baja velocidad para realizar cortes en sentido mesiodistal de la corona. Se utilizó un rugosímetro para determinar la rugosidad de la superficie del esmalte del diente antes y después de haber sido blanqueados con peróxido de carbamida al 35 y 37% (Ra) y posteriormente fueron analizados al MEB a 5000 aumentos, dando resultados estadísticamente significativos en rugosidad superficial en el grupo blanqueado con peróxido de carbamida al 35%; mientras que el grupo blanqueado con peróxido de carbamida al 37% no mostró diferencias significativas en rugosidad superficial.

McGuckin y Cols.<sup>96</sup> realizaron un estudio usando un tratamiento en casa y otro en consultorio (el realizado en el consultorio con PH al 30% y polimerizado con luz de alta intensidad) y un grupo control. Después de los tratamientos las superficies coronales fueron examinadas con un MEB a 2000 aumentos y la topografía de la superficie dental fue medida por un perfilómetro. Los resultados mostraron que las microfotografías del MEB de los controles y del grupo tratado en consultorio fueron similares a reportes previos, mientras que las superficies blanqueadas en casa fueron similares una con otra, el examen de la rugosidad se analizó con un rugosímetro. La “aspereza superficial” del espécimen refiere a irregularidades superficiales en reducida escala, mientras que la “ondulación” describe la profundidad de la topografía superficial, una irregularidad de una escala más grande. Observando alteraciones sobre el esmalte después de la aplicación del blanqueamiento dental, posiblemente relacionada con el pH de los agentes blanqueadores.

Rotstein y Cols.<sup>20</sup> midieron el efecto de los agentes blanqueadores sobre la solubilidad y porcentaje de componentes inorgánicos de la dentina y cemento, usaron Peróxido de Hidrógeno al 30%; por medio de un análisis de Calcio (Ca) con un espectrofotómetro de absorción atómica, encontrando marcada reducción dentro de los componentes inorgánicos, mientras que en 1996<sup>97</sup> analizaron los componentes

inorgánicos tales como: calcio, fósforo, potasio y azufre, utilizaron 21 premolares humanos recién extraídos, se removieron las dos terceras partes de la raíz y se cortó en sentido longitudinal para obtener dos mitades, utilizando los siguientes tratamientos: PH 30%, PC 10% y tres marcas comerciales y un grupo control. El análisis se realizó por medio del MEB y un espectrofotómetro de energía dispersa con un mínimo detectable a 300 ppm, el área a analizar fue de 200  $\mu\text{m}^2$  irradiados con 15 voltios por 50 segundos, dando como resultado la pérdida de calcio y de fósforo en el esmalte, resultando estadísticamente significativo ( $p < 0.05$ ).

Ernest y Cols.<sup>45</sup> examinaron la apariencia de la superficie del esmalte después del blanqueamiento en Microscopio electrónico de barrido (MEB) a 3000 aumentos empleando el Peróxido de Hidrógeno al 30%, dando como resultado ligeras alteraciones morfológicas, mientras que Tezel y Cols.<sup>8</sup> y Marshall y Cols.<sup>24</sup> evaluaron el aspecto morfológico y la pérdida de calcio sobre la superficie del esmalte utilizando Peróxido de Hidrógeno al 35% (Opalescence Xtra), encontrando como resultado una disminución en el porcentaje del contenido mineral y cambios en su morfología superficial.

Zalkind y Cols.<sup>7</sup> evaluaron los efectos del blanqueamiento sobre la morfología del esmalte, dentina y cemento, siendo capaces de correlacionar los resultados en cuanto a los cambios en los niveles de Calcio/Fósforo (Ca/P). Ésto fue realizado en premolares, los cuales fueron primeramente cortados longitudinalmente con disco de diamante, para después ser limpiados con ultrasonido por 15 minutos y finalmente secados; dividiéndose en 6 grupos con 6 especímenes cada uno, fueron embebidos en los diferentes agentes blanqueadores para posteriormente ser incubados a 37° C por 7 días y ser observados al MEB, obteniendo en sus resultados finales cambios morfológicos en esmalte, dentina y cemento.

Berga y Cols.<sup>10</sup> determinaron los efectos en la superficie del esmalte In- vivo y con dos concentraciones bajas de productos blanqueadores de uso domiciliario, los cuales fueron Peróxido de Hidrógeno al 3.5% y Peróxido de Carbamida al 10%. En este estudio se realizaron bandejas para la aplicación del producto, realizando impresiones con silicón y el vaciado con resina epóxica, las caras vestibulares fueron seleccionadas para facilitar su observación y seccionando con pieza de mano de

alta velocidad con fresa de tungsteno, para después ser limpiados con ultrasonido. Después de preparar las réplicas en metal fueron observadas a 100X, sin encontrar irregularidades morfológicas, comparados con el modelo normal de la superficie del esmalte.

En el 2003, Tarkany y Cols.<sup>98</sup> realizaron un estudio evaluando al esmalte después de la aplicación de diferentes concentraciones de peróxido de carbamida, dando como resultado una pérdida en la microdureza. La importancia clínica de su estudio es que concentraciones más altas de peróxido de carbamida contienen 0.1% de flúor que puede blanquear los dientes en un periodo más corto y por lo tanto menos cambios en el esmalte.

De acuerdo con lo reportado por Scherer y Cols.<sup>70</sup> al utilizar concentraciones bajas de Peróxido de Carbamida y en presencia del MEB no se observaron ninguna diferencia entre los especímenes tratados con blanqueamiento dental y el grupo control, aunque sí se reportó alguna variación en cuanto al color de uno a dos tonos.

Spalding y Cols.<sup>9</sup> evaluaron el aspecto morfológico de la superficie del esmalte mediante el uso del MEB y del Peróxido de Hidrógeno al 35% con y sin Peróxido de Carbamida al 10%; utilizaron 6 premolares y 6 molares, los cuales fueron almacenados en agua destilada y seccionados 2mm antes de la unión cemento esmalte, obteniéndose 4 segmentos de cada corona seccionados longitudinalmente en sentido mesiodistal (M-D) y buco-lingual o vestibulolingual (B-L). Se realizaron bajo 3 protocolos experimentales: Protocolo 1, se manejó el Peróxido de Hidrógeno al 35% (Opalescence Xtra) curado en 10 minutos, dejándose 10 minutos más aun en contacto. El protocolo 2: igual que el 1, pero después de los 20 minutos los segmentos se lavaron con agua de grifo y se colocaron en saliva natural a 37°C por una semana, durante la cual cada 12 horas los especímenes fueron lavados con agua destilada y hubo recambio de saliva. En el protocolo 3, igual que el protocolo 1, fueron sumergidos en saliva durante 24 horas a 37°C para posteriormente ser aplicado el peróxido de carbamida al 10% durante 12 horas. Los resultados fueron observados en MEB a 100, 500,1000, 3000 y 5000X, reportándose al final del estudio la presencia de: agujeros, grietas, irregularidades y pequeñas fisuras, sin embargo en los dientes que estuvieron expuestos a saliva

natural se observaron precipitados en la superficie, probablemente debido al potencial de remineralización de la saliva.

Cabrera y Cols.<sup>99</sup> evaluaron los efectos de peróxido de hidrógeno al 35% sobre el esmalte dental de premolares, revelando patrones de erosión en imágenes arrojadas por el MEB comparándolas con imágenes de esmalte con grabado ácido. Explican que debido al uso de agentes aclaradores, la tasa de los minerales de calcio y fósforo disminuye, lo que sugiere un daño en un componente orgánico de la matriz del esmalte.

Potocnik y Cols.<sup>100</sup> evaluaron la microdureza utilizando una prueba Vickers y pérdida mineral del diente sometido a blanqueamiento dental con PC 10% seccionando el diente en sentido longitudinal obteniendo un grupo control y un grupo experimental, en cuanto a la microdureza no reportaron diferencias estadísticamente significativas, por el contrario el volumen mineral fue observado con una pérdida considerable de Calcio y Fósforo, los cuales fueron analizadas por medio del MEB.

Justino y Cols.<sup>91</sup> realizaron un estudio in vitro e in situ comparando la pérdida de calcio, pérdida de microdureza y cambios morfológicos en el esmalte después de aplicar PC al 10% por 8 horas. Los resultados obtenidos muestran que la pérdida de calcio fue significativamente mayor en los especímenes in vitro, sugiriendo que es producto de una desmineralización previa a la aplicación de los agentes blanqueadores al no encontrarse en condiciones similares a la cavidad oral como los especímenes del estudio in situ.

## **D) ADHESIÓN**

La palabra adhesión es derivada del latín “adhaerere”, la cual es un compuesto de “ad”, o para, y “haerere”, o pegarse.<sup>101</sup>

En terminología adhesiva, adhesión o enlace es la unión de una sustancia a otra. Un adhesivo es una sustancia que mantiene juntas o une las superficies de dos materiales<sup>102</sup> El adhesivo o adherente, o en terminología dental el agente adhesivo o sistema adhesivo, puede entonces ser definido como el material que, cuando es aplicado a superficies de sustancias, puede unir las, resistir la separación, y transferir carga a través de la unión.<sup>103, 104</sup>

### **1. PRINCIPIOS DE LA ADHESIÓN**

El principio fundamental de la adhesión al sustrato del diente está basado en un proceso de intercambio por el cual el material inorgánico es intercambiado por resina sintética. Este proceso involucra dos fases. Una fase consiste de remover los fosfatos de calcio por los cuales son expuestas las microporosidades tanto del esmalte como de la dentina en la superficie del diente. La otra fase conocida como hibridación involucra la infiltración y la subsiguiente polimerización in situ de resina dentro de las microporosidades creadas en la superficie.<sup>101-106</sup>

### **2. ADHESIÓN AL ESMALTE**

La búsqueda de agentes que logren la unión entre el diente y una resina empezó en la década de 1950. En 1955, Buonocore demostró un aumento de 100 veces en la retención cuando el esmalte fue grabado ácido fosfórico al 85% por 120 segundos en el esmalte, permitiendo la penetración de resinas sin relleno dentro de las porosidades del esmalte.<sup>107</sup>

### **a) Agentes acondicionadores del esmalte**

El grabado del esmalte transforma la superficie lisa del esmalte en una superficie irregular con una alta energía superficial. Son ácidos que eliminan, disuelven o alteran la capa de barrillo dentinario, desmineralizan la dentina y exponen la estructura del colágeno, ensanchan los túbulos dentinarios y posibilitan la formación de una capa híbrida.<sup>104</sup>

Se ha recomendado para acondicionamiento del esmalte utilizar ácido fosfórico al 35 - 40%. Como alternativa también se puede utilizar ácido maleico al 10%, ácido cítrico al 10%, ácido oxálico al 2.5% y ácido nítrico al 2.5%, aunque el uso de estos agentes es controversial ya que existen pocos estudios que comprueben sus efectos duraderos como acondicionadores ácidos.<sup>108</sup>

Históricamente, existió alguna controversia acerca de la concentración del ácido fosfórico que podría proporcionar eficacia de grabado óptima, debido a que algunos ácidos han sido reportados que forman precipitaciones sobre la superficie que podría interferir con la unión de la resina. El tiempo de grabado sobre la superficie también ha sido reducido desde la aplicación tradicional de 60 segundos con ácido fosfórico de 30% a 40% hasta tiempos de grabado tan breves como de 15 segundos.<sup>103</sup>

### **b) Hibridación**

La hibridación o la formación de una capa híbrida, ocurre después de una desmineralización inicial de la superficie con un acondicionador ácido, exponiendo la red de fibrillas colágenas con espacios interfibrilares que subsecuentemente se vuelven interdifusas con monómeros de baja viscosidad. Esta zona, en donde la resina del sistema adhesivo se traba micromecánicamente con el colágeno dentinario, es la llamada capa híbrida.<sup>104, 105</sup>

Fusayama (1980) fue el primero en preconizar que el tratamiento ácido de la superficie dentinaria, lejos de perjudicarla, favorecía su adhesividad.<sup>109</sup>

Denominó grabado total al procedimiento, para destacar que- como medio promotor de la adhesión- es favorable grabar no sólo el esmalte sino también extenderlo a la dentina, para así remover la capa de desechos (barro dentinario ) y permitir el ingreso del adhesivo en los túbulos dentinarios, quedando trabado mecánicamente dentro de ellos luego de su polimerización.<sup>101-103,109</sup>

### **c) Imprimador**

Resina hidrófila con bajo relleno que se introduce en las estructuras expuestas (túbulos dentinarios, red de colágeno expuesta, dentina intertubular y esmalte) y forma una capa híbrida. A este imprimador se une el adhesivo, que es una resina con bajo relleno.<sup>104</sup>

En 1982, Nakabayashi y Cols.<sup>106</sup> usaron el sistema para describir el mecanismo de unión micromecánico como la formación de una zona de resina reforzada. Sobre esta base planteó la teoría conocida como hibridación dentinaria, la cual sostiene que la adhesión a la dentina por polímeros de bajo relleno se da por un mecanismo de retención micromecánica de la resina en la red de fibras colágenas de la dentina desmineralizada, en la cual, luego de infiltrarse en consistencia fluida y adoptar rigidez por polimerización, queda trabada formando una capa híbrida capa de interdifusión (resina/colágeno),<sup>102-104,106</sup> el cual es usado en los sistemas adhesivos actuales.

### **d) Adhesivo**

Resina de baja viscosidad que se une al imprimador, humedece esta superficie, le imprime alta energía libre y posteriormente se ve atraída hacia las microporosidades por atracción capilar. Una vez polimerizado, las porciones que penetraron en las microporosidades forman una traba micro mecánica resistente entre el esmalte y la resina. Estas prolongaciones penetran de 10 a 20  $\mu\text{m}$  dentro de las porosidades del esmalte, pero sus longitudes dependen de que el tiempo de grabado del esmalte y el tiempo de irrigación sean suficientes para producir un entramado adecuado de esmalte grabado y a la vez eliminar los restos de residuos de grabado que se depositan en la superficie acondicionada.<sup>104</sup>



### 3. DESARROLLO DE LOS ADHESIVOS

El desarrollo de los sistemas adhesivos ha revolucionado los principios de la odontología restaurativa; la posibilidad de crear superficies adhesivas ha modificado los conceptos y principios básicos de las preparaciones cavitarias, de la prevención de la caries y de la odontología estética.

La amplia demanda y uso de adhesivos dentales ha impulsado el desarrollo de mejores sistemas de adhesión y cada vez más fáciles de manejar.

#### a) Clasificación

El mecanismo básico de la adhesión al esmalte y la dentina es esencialmente un proceso de intercambio que involucra el reemplazo de minerales removidos del tejido dental duro por monómeros de resina, el que, al fraguar, se intertraba micro-mecánicamente en las porosidades creadas. Con base en la estrategia de adhesión implícita, tres mecanismos de adhesión están actualmente en uso con los sistemas adhesivos modernos.<sup>110</sup>

Se redujo el número de pasos cuando se combinaron el acondicionador e imprimador (acondicionador de autograbado) o el imprimador y el adhesivo (adhesivo autograbador o sistema de bote único). Estas simplificaciones desarrollaron los adhesivos de quinta generación.<sup>104</sup>

- **Adhesivos de grabado y enjuague**

Esta estrategia de adhesión involucra al menos dos pasos y, en su forma más convencional, tres pasos con aplicación sucesiva de acondicionador o grabado ácido, seguido por el revestimiento o agente promotor de la adhesión, y eventualmente, la aplicación del agente adhesivo real o resina adhesiva.<sup>102, 104-105, 111</sup>

- **Adhesivos auto-grabadores**

Los adhesivos de auto-grabado acondicionan y revisten el esmalte y la dentina simultáneamente sin enjuagar, no requieren un paso separado de grabado con ácido.

Una estrategia alternativa está basada en el uso de mezclas acuosas de monómeros ácidos funcionales, generalmente ésteres de ácido fosfórico, sin enjuague que simultáneamente acondicionan y revisten la dentina. Esta estrategia elimina la fase de enjuague. Lo que no sólo reduce el tiempo de aplicación, sino también reduce significativamente la sensibilidad a la técnica o el riesgo de cometer errores durante la aplicación.<sup>100,109</sup>

Los adhesivos de autograbado se subdividen en: leve, que tienen un pH de alrededor de 2; mientras que los adhesivos de auto-grabado fuerte su pH es de 1 o menos.<sup>102, 112</sup>

- **Ionómeros de vidrio y adhesivos de ionómero de vidrio**

Los ionómeros de vidrio aún son considerados los únicos materiales que se auto-adhieren al tejido del diente. Un corto pre-tratamiento con ácido polialquenoico limpia la superficie del diente; éste remueve la capa de grasa y expone las fibrillas de colágeno hasta casi 0.5-1  $\mu\text{m}$  de profundidad; en este respecto, los componentes del ionómero de vidrio se interdifunden y establecen una adhesión micro-mecánica siguiendo el principio de la hibridación. Además, la adhesión química se obtiene mediante interacción iónica de los grupos carboxilo del ácido polialquenoico con los iones calcio de la hidroxiapatita que permaneció unida a las fibrillas de colágeno.<sup>101, 105</sup>

#### **4. MEDICIÓN DE LA FUERZA DE ADHESIÓN**

La resistencia adhesiva o resistencia de enlace es la medida de la capacidad para soportar la carga del adhesivo.<sup>86</sup> La evaluación de la eficacia de los adhesivos

dentenarios se basa en la medición de la fuerza adhesiva cuando se realiza una prueba de cizallamiento o de tracción de una muestra de adhesivo hasta que se fractura. Este tipo de pruebas puede ser indicativo de cómo puede el adhesivo actuar in vivo. No hay un acuerdo unánime en la fuerza de adhesión mínima que debe de existir para que haya una adhesión exitosa, aunque se ha propuesto un valor de 20 MPa o más como objetivo razonable.<sup>42, 101</sup>

Si la unión falla en la interfase entre los dos sustratos, el modo de falla es referido como adhesivo. Y se le conoce como cohesivo si la falla ocurre en uno de los dos sustratos, pero no en la interfase. La adhesión al esmalte es mucho más fácil de lograr que la adhesión a dentina. Ya que el esmalte contiene principalmente hidroxiapatita, la cual tiene una alta energía superficial libre, mientras que la dentina está compuesta de dos sustratos definidos, hidroxiapatita y colágeno, la cual tiene una energía superficial libre baja.<sup>101, 102</sup>

## E) ADHESIÓN Y BLANQUEAMIENTO DENTAL

En 1993, Garcia-Godoy y Cols.<sup>35</sup> utilizaron 45 molares humanos permanentes en un estudio donde evaluaron la resistencia adhesiva de una resina compuesta después de blanqueamiento a esmalte que dividieron en 3 grupos. Grupo 1: esmalte grabado con ácido fosfórico al 37% por 60 segundos, aplicación una capa delgada de una resina sin relleno aplicado con un cepillo y una resina compuesta; Grupo: 2 Blanqueamiento del esmalte, 1 hora después se realizó el grabado por 60 segundos y la colocación del adhesivo y la resina compuesta y Grupo 3: blanqueamiento del esmalte, y 24 horas después el grabado por 60 segundos, y colocación de adhesivo y resina compuesta. Los resultados revelaron que el grabado ácido al esmalte por 60 segundos antes del imprimador o blanqueamiento por una hora antes del grabado ácido no mostraron diferencia estadística sobre la resistencia adhesiva. La resistencia al desalajo de las resinas compuestas colocadas 24 horas después de blanquear el esmalte es significativamente menor.

Da Silva y Cols.<sup>113</sup> estudiaron la influencia de intervalos de tiempo entre blanqueamiento y adhesión al esmalte. El propósito de este estudio fue investigar la penetración de un material de adhesión convencional en esmalte blanqueado con peróxido de carbamida al 16% y peróxido de hidrógeno usando un microscopio óptico de luz. Los especímenes de los grupos experimentales, en los cuales las restauraciones fueron hechas 7, 14 y 30 días después del blanqueamiento, mostraron mejor penetración del material de adhesión en el esmalte que los especímenes que fueron restaurados inmediatamente después del blanqueamiento. No hubo diferencia estadísticamente significativa entre los materiales de blanqueamiento empleados o en la interacción entre el agente blanqueador y los intervalos de tiempo, sugiriendo que hay que dejar por lo menos 7 días como intervalo de tiempo entre el blanqueamiento al esmalte y la colocación de agentes adhesivos para realizar restauraciones de resina compuesta.

Mientras que Titley y Cols.<sup>34</sup> realizaron un estudio en el que vieron el efecto del peróxido de carbamida en gel sobre la resistencia al cizallamiento de una resina de microrelleno en esmalte bovino, realizaron cilindros de resina de micro relleno con

luz visible de fotocurado, y adheridos a las caras labiales de dientes incisivos de bovinos jóvenes los cuales previamente fueron sometidos a 4 diferentes tratamientos: 1) inmersión en gel de peróxido de carbamida al 10%, pH 4.7, durante tres horas, 2) inmersión en gel de peróxido de carbamida al 10%, pH 4.7, durante seis horas; 3) inmersión en gel de peróxido de carbamida al 10%, pH 7.2, durante tres horas y 4) inmersión en gel de peróxido de carbamida al 10%, pH 7.2, para seis horas. Para cada grupo experimental, se preparó un grupo control donde se adhirió resina en dientes inmersos en solución salina. En suma, dos grupos fueron preparados de acuerdo al tratamiento 4 fueron filtrados en agua destilada, para 1 y 7 días, respectivamente, previo a la aplicación de la resina. El análisis estadístico de los resultados indicó que hubo una reducción significativa mayor en la resistencia al cizallamiento en el esmalte tratado con peróxido de carbamida comparado con el esmalte tratado con solución salina. Los efectos de duración del tratamiento con peróxido y pH, así como el término de interacción, no fueron estadísticamente significativos. Filtrando el esmalte tratado con peróxido en agua ya sea por 1 o 7 días antes de la aplicación de resina restaurando la adherencia del esmalte. La observación con el MEB fue aleatoria, por medio de la prueba de fractura a los especímenes indicaron que la reducción de la adherencia al esmalte en los especímenes con peróxido estaba relacionada a alteraciones en ambas superficies en la interfase resina-esmalte y calidad de la resina.

Cavalli y Cols.<sup>38</sup> evaluaron los efectos del blanqueamiento con diferentes concentraciones de peróxido de carbamida y tiempos post-tratamiento de resistencia adhesiva de la resina al esmalte de 204 superficies linguales y bucales de terceras molares. Se dividieron en 17 grupos. Un control sin blanqueamiento pero puestos en saliva artificial a 37°C por 10 días y 16 grupos experimentales que fueron evaluados 4 diferentes tratamientos blanqueadores caseros con peróxido de carbamida (Opalescence al 10 y 20% y Whiteness al 10 y 16%) y 4 intervalos de tiempo después del tratamiento (1 día, 1, 2 y 3 semanas) los grupos experimentales fueron expuestos a una aplicación diaria de peróxido de carbamida durante 6 horas por 10 días consecutivos. Después del tratamiento diario y post-blanqueamiento, los especímenes eran almacenados en una solución de saliva artificial. Se colocaron restauraciones de resina realizada con Scotchbond MP y resina Z-100, y se llevó a cabo una prueba de cizalla 24 horas después de la aplicación del adhesivo y resina.

Para las primeras dos semanas post-blanqueamiento, la resistencia adhesiva de la resina al esmalte fue baja. Después de un lapso de 3 semanas, la resistencia a la adhesión fue la misma que el grupo control sin tratamiento. Incrementar la concentración no prolonga el tiempo necesario posterior para la adhesión. Los resultados sugieren que la adhesión al esmalte blanqueado de una resina con peróxido de carbamida al 10, 16 y 20% resulta en una disminución en la resistencia adhesiva. La resistencia adhesiva regresa a valores cercanos a los que mostró el esmalte sin blanquear al cabo de 3 semanas posteriores al procedimiento.

Nour y Cols.<sup>39</sup> realizaron adhesión inmediata al esmalte blanqueado, esta investigación buscó determinar la resistencia al cizallamiento, grado de filtración de la resina, y modo de falla cuando se usan adhesivos con base de solventes orgánicos (acetona o etanol) inmediatamente de la adhesión al esmalte blanqueado con peróxido de carbamida al 10% o peróxido de hidrógeno al 38%. 72 incisivos libres de caries fueron asignados a 3 grupos de 24: grupo control (agua desionizada), grupo blanqueado con peróxido de hidrógeno al 38% y grupo blanqueado con peróxido de carbamida al 10%. Cada grupo se subdividió en 2 grupos (12). Se usaron 2 sistemas adhesivos, el Single Bond adhesivo con base de etanol, y One Step, adhesivo con base de acetona. La resistencia adhesiva del peróxido de hidrógeno al 38% y peróxido de carbamida al 10% fueron significativamente más bajas comparado con los grupos sin blanqueamiento. Todos los especímenes mostraron modo de falla adhesiva. La comparación cualitativa de las prolongaciones de resina presentes en todos los especímenes revelaron pocas prolongaciones, delgadas y fragmentados cuando se utilizó el peróxido de hidrógeno y el de carbamida. Concluyendo que la resistencia adhesiva utilizando adhesivos con base de acetona o etanol inmediatamente después de realizar blanqueamiento con peróxido de carbamida o de hidrógeno no fue invertido. Para ambos sistemas de blanqueamiento, la resistencia adhesiva se observó reducida entre el 43 y 70% cuando se comparó con los subgrupos sin blanqueamiento.

Barghi y Cols.<sup>40</sup> buscaron reducir el efecto adverso del blanqueamiento sobre la adhesión composite-esmalte, utilizaron 140 molares humanos sin caries, almacenados en agua salina y refrigerados. Se dividieron en 2 grupos y fueron sometidos a 2 regímenes de blanqueamiento (casero y oficina) con Rembrandt Light

Bleaching Gel y Quik start Bleaching Agent. Ya blanqueados se subdividieron en 7 subgrupos (etilalcohol, acetona, Solución A de agente adhesivo a dentina, solución A y B de agente adhesivo de dentina, una superficie agente seco seguida de A de agente adhesivo de dentina, alcohol seguido de A de agente adhesivo de dentina, superficie sin tratamiento). Se realizó la prueba de cizalla con una máquina Instron. El efecto adverso del blanqueamiento sobre la adhesión al esmalte causada por la inhibición de oxígeno de los agentes blanqueadores ha causado preocupación entre los clínicos. Los resultados de este estudio muestran que el efecto adverso del esmalte blanqueado sobre la adhesión puede ser reducido o eliminado tratando la superficie blanqueada con una solución sin agua y utilizando un agente adhesivo que contenga acetona.

Borges y Cols.<sup>31</sup> realizaron un estudio para determinar el efecto de agentes blanqueadores en la resistencia adhesiva de una resina compuesta al esmalte, después de almacenarlo en saliva artificial. La superficie vestibular y lingual de 78 premolares fueron divididos en un grupo control (n = 12) y tres grupos experimentales (n = 48), de acuerdo a los agentes blanqueadores utilizados (6,5 % de peróxido de hidrógeno; 35% peróxido de carbamida; 35% de peróxido de hidrógeno). Los especímenes de grupo de control no fueron blanqueados y fueron almacenados durante 14 días. Después del blanqueamiento, los especímenes de los grupos experimentales fueron divididos en cuatro grupos (n = 12), de acuerdo con el tiempo de almacenamiento (1 día, 1, 2 y 3 semanas). La adhesión se realizó con Scotchbond MPP / Filtek Z-100 y la prueba de cizallamiento se llevó a cabo a las 24 horas, 1, 2 y 3 semanas. No hubo diferencias significativas entre los agentes blanqueadores entre los grupos de 1 día, 1 y 2 semanas. Los valores obtenidos de la resistencia adhesiva después de tres semanas, fueron significativamente superiores a los obtenidos tras los otros periodos y fueron similares a los obtenidos en el grupo control.

El objetivo del estudio de Hanan y Cols.<sup>54</sup> fue evaluar la influencia del agente blanqueador en micro-resistencia adhesiva de una resina compuesta al esmalte blanqueado en diferentes intervalos de tiempo (control, inmediato, una semana) con dos diferentes sistemas adhesivos. Sesenta molares humanos se asignaron a seis grupos (n= 10) de acuerdo al tiempo transcurrido entre el blanqueamiento y la

adhesión y tipo de adhesivo utilizado. Grupo 1: grupo Control, sin tratamiento blanqueador - resina compuesta con single bond. Grupo 2: blanqueamiento con peróxido de hidrógeno al 38% - resina compuesta inmediatamente después del blanqueamiento con single bond. Grupo 3: blanqueamiento con peróxido de hidrógeno al 38% - resina compuesta una semana después utilizando single bond. Grupo 4: sin blanqueamiento: grupo control de una resina utilizando un sistema adhesivo de autograbado. Grupo 5: peróxido de hidrógeno al 38%- resina compuesta inmediatamente después del blanqueamiento con un sistema adhesivo de autograbado. Grupo 6: peróxido de hidrógeno al 38% - resina compuesta usando autograbador una semana más tarde, los datos demostraron que el control sin blanqueamiento utilizando ambos sistemas single bond y el adhesivo autograbado en la adhesión de una resina compuesta al esmalte alcanzó la mayor resistencia microadhesiva seguido del grupo de una semana, mientras que el grupo con adhesión Inmediatamente después del blanqueamiento con adhesivo autograbable mostró la menor fuerza de adhesión. El valor de micro resistencia adhesiva de una resina compuesta al esmalte blanqueado es dependiente del tiempo y del sistema adhesivo, el procedimiento de adhesión siete días después de resinas compuestas a esmalte blanqueado es recomendado.



## **IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Durante el procedimiento de blanqueamiento se produce una desmineralización de la estructura dentaria por los diversos agentes químicos utilizados, al parecer relacionados con el pH de los agentes blanqueadores. Por otro lado, se han reportado algunos problemas con las técnicas empleadas en el blanqueamiento, porque el uso de sustancias ácidas en la superficie de esmalte puede causar un aumento en la rugosidad del esmalte, con la consiguiente pérdida de minerales y la disminución en la microdureza. Tal situación generará ciertos problemas de tipo clínico dentro de los cuales el principal sería la hipersensibilidad dentinaria, así como la acumulación de placa dentobacteriana, pudiendo pigmentar nuevamente los dientes tratados, lo cual afectaría la adhesión de los cementos resinosos durante el cementado de restauraciones estéticas.

Estudios anteriores demostraron la reducción en la fuerza de adhesión de resinas al esmalte inmediatamente después del blanqueamiento vital con Peróxido de Carbamida y Peróxido de Hidrógeno.

Se requiere un periodo mayor a las tres semanas después del blanqueamiento para que la fuerza de adhesión retorne a valores normales.

Esta reducción de la fuerza de adhesión al esmalte afecta a los trabajos de odontología estética, sin embargo, el principal beneficio que se consigue con dicho blanqueamiento es la satisfacción personal de tener una dentición más blanca que le permita al paciente sentirse no solamente cómodo y agradable con su sonrisa, sino aumentar de esta manera su autoestima.

Por lo anteriormente expuesto nos planteamos la siguiente pregunta:

*¿El Peróxido de Hidrógeno al 38% y el Peróxido de Carbamida al 45% modificarán la microestructura y adhesión sobre el esmalte después del blanqueamiento dental?*

## **V. HIPÓTESIS DEL ESTUDIO**

- **HIPÓTESIS DEL ESTUDIO**

El Peróxido de Hidrógeno al 38% y Peróxido de Carbamida al 45% modifica la microestructura y adhesión sobre el esmalte después del blanqueamiento dental *in vitro*.

- **HIPÓTESIS NULA**

El Peróxido de Hidrógeno al 38% y Peróxido de Carbamida al 45% no modifica la microestructura y adhesión sobre el esmalte después del blanqueamiento dental *in vitro*.

## **VI. OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

## **A) OBJETIVO GENERAL**

Comparar la micro-estructura del esmalte y resistencia al cizallamiento de una resina compuesta después del blanqueamiento dental con Peróxido de Hidrógeno y Peróxido de Carbamida.

## **B) OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Comparar el aspecto superficial de los especímenes de esmalte antes y después de la aplicación de Peróxido de Hidrógeno al 38% (Opalescence Xtra Boost, Ultradent Product) y Peróxido de Carbamida al 45% (Opalescence Quick PF, Ultradent Products) observados bajo el Microscopio Electrónico de Barrido (JEOL- JSM-6460LV) a 1000- 1500X.
- Medir y comparar la rugosidad superficial de los especímenes de esmalte antes y después de la aplicación de Peróxido de Hidrógeno al 38% (Opalescence Xtra Boost, Ultradent Products) y Peróxido de Carbamida al 45% (Opalescence Quick PF, Ultradent Products) por medio de un rugosímetro (Mitutoyo SJ- 201).
- Comparar la fuerza de adhesión de una resina compuesta a esmalte no expuesto y expuesto al Peróxido de hidrogeno al 38% (Opalescence Xtra Boost, Ultradent Products), peróxido de carbamida al 45% (Opalescence Quick PF, Ultradent Products) a las 24 horas y 3 semanas post-blanqueamiento, en una máquina Universal de Pruebas MTS (Alliance RT30).
- Observar el modo de falla de una resina compuesta antes y después de aplicada la prueba de resistencia al cizallamiento en especímenes con blanqueamiento de Peróxido de Hidrogeno al 38% (Opalescence Xtra Boost, Ultradent Products) y Peróxido de Carbamida al 45% (Opalescence Quick PF, Ultradent Products) con un microscopio estereoscópico (Leica EZ 4D).

- Identificar los elementos químicos (Calcio y Fósforo) en el esmalte, antes y después de la aplicación de Peróxido de Hidrógeno al 38% (Opalescence Xtra Boost, Ultradent Products) y Peróxido de Carbamida al 45% (Opalescence Quick PF, Ultradent Products) mediante el análisis de los elementos utilizando microscopia de energía dispersa (JEOL- JSM-6460LV).

## **VII. MATERIALES Y MÉTODO**



## **A) CLASIFICACIÓN DEL DISEÑO DEL ESTUDIO**

El presente estudio es *in vitro*, de asignación aleatoria, analizando la rugosidad superficial antes y después del blanqueamiento dental con Peróxido de Hidrógeno al 38% y Peróxido de Carbamida al 45% por medio de un rugosímetro (Mitutoyo SJ- 210), imágenes microscópicas por medio del MEB, la medición longitudinal de la cantidad de contenido inorgánico Calcio y Fósforo por medio de microscopia de energía dispersa, comparando la resistencia al cizallamiento de una resina compuesta mediante una Máquina Universal de Pruebas de ambos agentes blanqueadores y posteriormente el modo de falla.

## **B) POBLACIÓN DEL ESTUDIO**

Dientes extraídos por razones ortodóncicas durante el periodo de Mayo y Junio del 2013, en la clínica de la Facultad de Odontología del Centro Universitario Tampico-Madero y clínicas particulares de las Ciudades Tampico y Madero en el Estado de Tamaulipas, México.

## **C) MUESTRA**

Premolares extraídos mediante técnica atraumática que cumplieron con los criterios de inclusión.

### **1. TIPO DE MUESTREO**

No probabilístico por conveniencia.

### **2. TAMAÑO DE LA MUESTRA**

El grupo de estudio consta de 69 premolares extraídos por razones ortodóncicas, de los cuales 24 fueron utilizados para analizar el contenido mineral, divididos en dos grupos:

- **Grupo A:** 12 premolares divididos longitudinalmente, la mitad mesial es el grupo basal, mientras que la porción distal se le aplicó el agente blanqueador Peróxido de Hidrógeno al 38% (Opalescence Xtra Boost).
- **Grupo B:** 12 premolares divididos longitudinalmente, la mitad mesial es el grupo basal, mientras que la porción distal se le aplicó el agente blanqueador Peróxido de Carbamida al 45% (Opalescence Quick PF).

Los 45 premolares restantes se dividieron longitudinalmente, obteniendo 90 especímenes:

- **Grupo A:** 30 mitades mesiales a las que se les aplicó el agente blanqueador Peróxido de Hidrógeno al 38% (Opalescence Xtra Boost).
  - **Grupo B:** 30 mitades distales a las que se les aplicó el agente blanqueador Peróxido de Carbamida al 45% (Opalescence Quick PF).
- **Grupo C:** 30 mitades sin tratamiento blanqueador, 15 mesiales y 15 distales.

## **D) CRITERIOS DE SELECCIÓN**

### **1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- Premolares superiores e inferiores extraídos de manera atraumática.
- Libres de caries.
- De pacientes con un rango de edad 16- 28 años.
- De pacientes de ambos sexos
- Extraídos en un periodo no mayor de 3 meses.

### **2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

- Premolares con fracturas.
- Que presenten malformaciones.
- Con restauraciones.
- Que presenten manchas, descalcificaciones ó hipoplasia del esmalte.
- Con caries

### **3. CRITERIOS DE ELIMINACIÓN**

- Premolares que sufran fractura durante el corte longitudinal.
- Premolares que se extravíen durante el experimento.

## E) IDENTIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DE VARIABLES

### VARIABLES DEL ESTUDIO

#### 1. VARIABLE DEPENDIENTE

##### a) Contenido mineral

- **Definición conceptual:** cantidad de elementos presentes en el esmalte.
- **Definición Operacional:** es la cuantificación de la pérdida de calcio y fósforo sobre el esmalte sometido o no a blanqueamiento dental por medio de un análisis de espectrometría de energía dispersa.
- **Escala de Medición:** numérica.
- **Categoría de Escala:** porcentaje de elementos (Calcio y Fósforo).

##### b) Rugosidad superficial

- **Definición conceptual:** discontinuidad de la superficie de algún cuerpo.
- **Definición operacional:** discontinuidad de la superficie de los especímenes de esmalte antes y después de la aplicación del Peróxido de Hidrógeno al 38% (Opalescence Xtra Boost) cuantificada por un rugosímetro (Mitutoyo SJ-210) en una dirección previamente establecida en los especímenes.
- **Escala de medición:** numérico.
- **Categoría de escala:** micrómetros

##### c) Aspecto superficial

- **Definición conceptual:** apariencia de un plano dentario.
- **Definición operacional:** imágenes topográficas que presentan los especímenes de esmalte antes y después de aplicar Peróxido de

Hidrógeno al 38% (Opalescence Xtra Boost) analizado por dos observadores de manera independiente en imágenes bajo Microscopía Electrónica de Barrido (JEOL- JSM-6460LV).

- **Escala de medición:** nominal
- **Categoría de escala:**
  - Agujeros.
  - Irregularidades.
  - Áreas de erosión.
  - Áreas lisas.

#### d) Resistencia al cizallamiento

- **Definición conceptual:** fuerza requerida para romper la unión, ocurriendo una falla cercana de la interfase del adhesivo/adherente.
- **Definición operacional:** cantidad de carga tensional ejercida por un vástago de una maquina universal de pruebas (MTS) a una velocidad de 0.5mm por minuto sobre un bloque de resina adherido a la superficie del diente hasta desprenderlo.
- **Escala de medición:** numérica
- **Categoría de escala:** megapascales.

#### e) Modo de falla

- **Definición conceptual:** fractura del material de restauración con el diente.
- **Definición operacional:** es la localización de la fractura en la interfase diente/material de restauración (falla adhesiva) o en el esmalte (falla cohesiva) o mixto analizado en imágenes bajo Microscopía Electrónica de Barrido (JEOL- JSM-6460LV).
- **Escala de medición:** numérica.
- **Categoría de escala:** porcentual.
  - Adhesivo.
  - Cohesivo.
  - Mixto.

## 2. VARIABLE INDEPENDIENTE

### a) Blanqueamiento dental

- **Definición conceptual:** es el proceso que se utiliza para tratar los dientes con fines estéticos, eliminando el efecto de manchas o coloraciones de origen extrínseco o intrínseco.
- **Definición Operacional:** aplicación o no de una sustancia química sobre la superficie dental (Peróxido de Hidrógeno al 38% Opalescence Xtra Boost, Ultradent) siguiendo las instrucciones del fabricante.
- **Escala de Medición:** nominal.
- **Categoría de Escala:**
  - Blanqueamiento dental con Opalescence Xtra Boost al 38%.
  - Sin blanqueamiento.

## F) MATERIALES EMPLEADOS

- 69 dientes premolares humanos extraídos por razones ortodónticas.
- Cilindros de acero inoxidable de 2 cm x 1.2 cm.
- Acrílicos diferentes colores (NicTone)
- Reglas milimétricas (Omega)
- Gotero de vidrio
- Cronómetro (Hanhart)
- Glicerina
- Espátula para cemento (TBS)
- Instrumentos condensadores de resina
- Recipientes de plástico

- Gasas
- Agua Bidestilada (Alpes)
- Escariador Scalex 800 (Dentamerica)
- Lapicero punta azul de cera (sds Belle)
- Mandril y discos de carburo (Keystone)
- Fresón (Brasseler)
- Plastilina color blanco
- Micromotor (MDC Dental III)
- Blanqueamiento dental Opalescence Xtra Boost
- Blanqueamiento dental Opalescence Quick PF
- Resina Filtek Z350 (3M-ESPE, St. Paul, MN, USA)
- Adhesivo Adper Single Bond 2 (3M-ESPE, St. Paul, MN, USA)
- Acido fosfórico al 35% Scotchbond (3M ESPE, St. Paul, MN, USA)
- Aplicadores
- Tiras de celuloide
- Jeringa triple libre de aceite
- Lámpara de Fotocurado
- Recortadora de Precisión Lineal (IsoMet 5000)
- Microscopio Electrónico de Barrido (JEOL- JSM-6460LV)
- Rugosímetro Mitutoyo SJ-210I
- Paralelizador (Leitz)

## **g) PROCEDIMIENTO**

### **1. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS**

Se recolectaron 69 dientes premolares que cumplieron con los criterios de inclusión **(Fig.1)**.

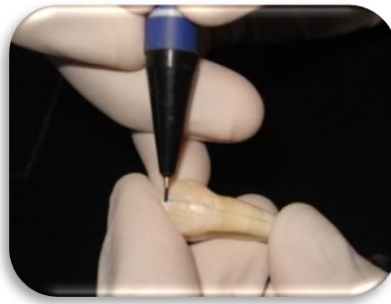


**Fig. 1. Premolares almacenados en agua bidestilada.**

La corona de todos los dientes se limpió únicamente con gasa, mientras que la porción radicular se utilizó un escariador para eliminar restos orgánico. Ya limpios, se almacenaron en recipientes de plástico con agua bidestilada para mantenerlos en un medio húmedo y evitar la desecación.

Cada diente fue seccionado por el centro para obtener una mitad mesial y una distal. Para ello se utilizó un lapicero punta azul de cera marcando los dientes en sentido longitudinal (sds Belle) **(Fig.2)** para posteriormente montarlos en reglas milimétricas (Omega), recortadas cada 7 cm con un micro motor (MDC Dental III) utilizando disco de carburo (Keystone) redondeando los bordes irregulares con un fresón de carburo (Brasseler). Los dientes fueron fijados con acrílico transparente (NicTone) **(Fig. 3)** y depositadas en un recipiente de plástico con agua bidestilada **(Fig.4)** para evitar la reacción exotérmica del acrílico.





**Fig. 2. Lapicero punta de cera**



**Fig. 3. Colocación de Acrílico transparente**

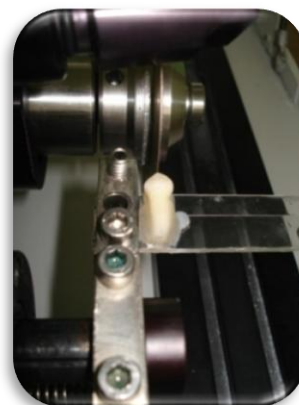


**Fig.4. Almacenados en agua bidestilada**

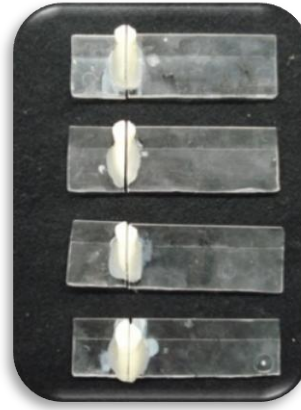
Una vez montados los dientes en las reglas, se utilizó una recortadora de precisión lineal (Buehler Isomet 5000) (**Fig. 5**) equipada un disco diamantado Buehler serie 15 HC de cuatro pulgadas de diámetro exterior, un diámetro interior de media pulgada y 0.012 de grosor (10.16cm. x 1.27cm x0.3mm) para seccionar el diente, en sentido bucolingual o bucopalatino, las reglas fueron colocadas en la base sujetadora (**Fig. 6,7 y 8**). Posterior a la sección ambas mitades fueron recuperadas de las reglas milimetradas.



**Fig. 5. Recortadora de Precisión Lineal**

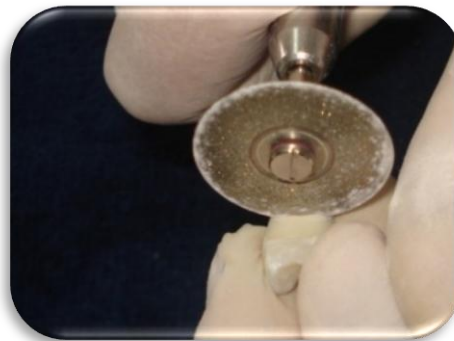


**Fig. 6. Posición del disco**



**Fig. 7y8. Diente seccionado obteniendo dos mitades.**

Además, se cortaron los tercios apical y medio de cada raíz (**Fig.9**) colocando la muestra nuevamente en agua bidestilada. Obtenidas las muestra que representaron los grupos control y experimental (mitad mesial y distal respectivamente) se llevaron a cabo las pruebas del estudio.



**Fig.9. Seccionado de la raíz.**

## 2. PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DEL ASPECTO SUPERFICIAL DEL ESMALTE Y CONTENIDO MINERAL (CALCIO Y FÓSFORO)

Se utilizaron 24 premolares que se dividieron de la siguiente manera:

- 12 premolares (12 mitades mesiales: grupo control; 12 mitades distales: grupo experimental tratado con peróxido de hidrógeno al 38% de acuerdo a las especificaciones del fabricante).
- 12 premolares (12 mitades mesiales: grupo control; 12 mitades distales grupo experimental expuestas al peróxido de carbamida al 45% de acuerdo a las especificaciones del fabricante).

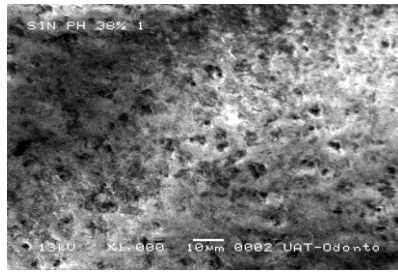
Con la finalidad de clasificar el aspecto superficial se obtuvieron micrografías del esmalte observadas bajo microscopio electrónico de barrido (MEB) a 1000 y 1500 X, (**Fig. 10 y 11**) utilizando los criterios señalados por Spalding y Cols.<sup>9</sup>:

- Agujeros: presencia de hoyos o poros de diferentes tamaños.
- Irregularidades: zonas difusas con presencia de manchas moteadas no definidas.
- Áreas lisas: superficies lisas y brillantes sin alteraciones aparentes.
- Erosión: zonas desgastadas con presencia de ralladuras.

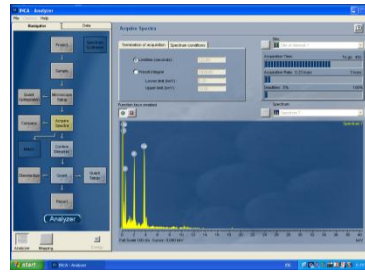
Para la variable de contenido mineral se utilizó el espectrofotómetro de energía dispersa, midiéndose la cantidad de Calcio y Fósforo presente en el esmalte en cada uno de los especímenes (**Fig. 12**) la medición de éstos proporcionó una evaluación porcentual.



**Fig. 10. Microscopio Electrónico de Barrido**



**Fig. 11. Aspecto superficial**



**Fig. 12 Análisis del contenido mineral**

### 3. PROCEDIMIENTO PARA MEDIR LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL DEL ESMALTE

Se dividieron los 30 premolares seccionados restantes en dos grupos:

- Grupo de Peróxido de hidrógeno al 38% (mitades mesiales)
- Grupo de Peróxido de carbamida al 45% (mitades distales).

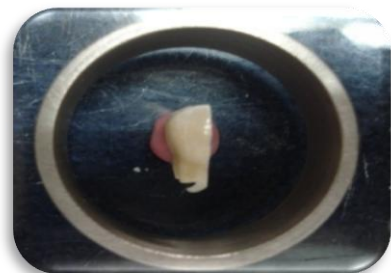
Divididos los grupos, se utilizó un paralelizador (Leitz) con el fin de obtener la superficie más plana y poder realizar la medición (**Fig. 13**), cada diente se colocó en una loseta de vidrio y se posicionó con plastilina. Después se colocó el hacedor de muestra, al cual se le aplicó glicerina (**Fig. 14 y 15**), para poder recuperar el espécimen.



**Fig. 13. Paralelizando la muestra**



**Fig. 14. Aplicación de glicerina**



**Fig. 15. Diente en posición**

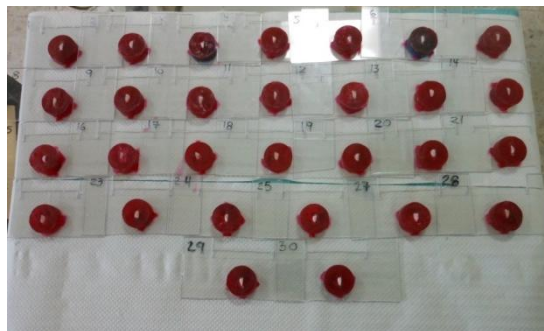
Se mezcló acrílico y monómero (Nic Tone) en una consistencia fluida y se vertió en los hacedores con la muestra utilizando dos colores; color rojo para el blanqueamiento dental con Opalescence Xtra Boost y color azul para el blanqueamiento dental con Opalescence Quick PF, antes que el acrílico

polimerizara, se retiró el hacedor de muestra y se colocaron en un recipiente con agua bidestilada para evitar que la reacción exotérmica dañara el espécimen (**Fig. 16 y 17**).



**Fig. 16 y 17. Sumergidos en agua bidestilada**

Una vez que polimerizaron, se utilizó una fresa de tungsteno marca Brasseler para eliminar el excedente de acrílico. Antes de la aplicación del blanqueamiento, con un perfilómetro Mitutoyo SJ-210 se midió la rugosidad superficial del esmalte en cada uno de los grupos.



**Fig. 18. Medición en el rugosímetro antes del blanqueamiento dental**

Para la medición con el rugosímetro, se realizó una guía de acetato calibre .080" a cada uno de los cilindros de acrílico, permitiendo así fijar el espécimen sobre ésta, se le realizaron cortes precisos que permitía ser colocada en la base del perfilómetro (como un sistema macho-hembra) y así cada que se requirió hacer las mediciones de rugosidad, la punta analizadora siempre realizara la medición en el

mismo sitio de recorrido, para ello se comprobó analizando tres veces la superficie del esmalte retirando el acetato entre cada medición **(Fig. 18)**

Una vez realizada la medición de la rugosidad superficial se procedió a la aplicación de la técnica del blanqueamiento dental a cada uno de los grupos siguiendo las instrucciones del fabricante.

Para el PH al 38% (Opalescence Xtra Boost) primero se realizó profilaxis a cada uno de los especímenes con piedra pómez, se secó la superficie a tratar y se mezcló el activador con el agente blanqueador presionando el émbolo de la jeringa roja hacia la jeringa transparente **(Fig.19)**, asegurándose que todo el émbolo pequeño esté completamente dentro de la jeringa transparente, mezclando de un lado a otro 20 veces. Se retiró la jeringa transparente, se colocó la punta aplicadora y se purgó para asegurar la aplicación. Se realizaron dos tiempos de aplicación de 15 minutos, cambiando el gel cada 15 minutos, dejando un grosor de 1 milímetro, ésto fue controlado con una sonda graduada **(Fig. 20)** y revolviendo en forma circular cada 5 minutos **(Fig.21)** para finalmente eliminarlo primero haciendo succión con el eyector y después lavando con agua de la jeringa triple libre de contaminantes **(Fig. 22)**.

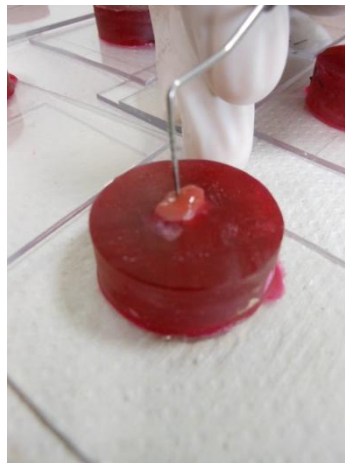


**Fig. 19. Mezcla de Opalescence<sup>®</sup> Xtra<sup>®</sup> Boost Fig. 20. Grosor de 1mm**



**Fig. 21. Removiendo cada 5 min.      Fig. 22. Lavado con abundante agua**

Para la aplicación del peróxido de carbamida primero se realizó profilaxis a cada uno de los especímenes con piedra pómez, se secó la superficie a tratar y se purgó para asegurar la aplicación. Se realizó en un sólo tiempo la aplicación de 30 minutos, dejando un grosor de .5 milímetro como lo indica el fabricante, ésto fue controlado con una sonda graduada (**Fig.23**) para finalmente eliminarlo primero haciendo succión con el eyector y después lavando con agua de la jeringa triple libre de contaminantes.



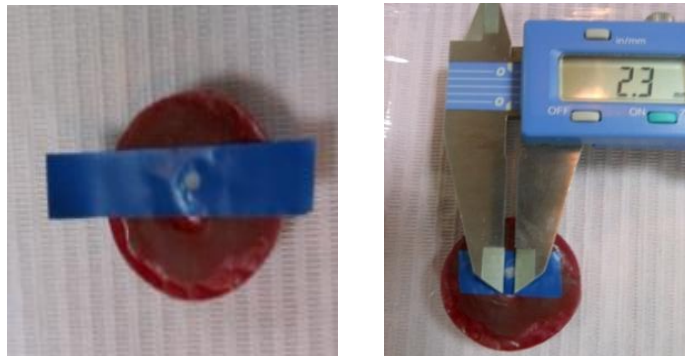
**Fig. 23. Uso de sonda graduada para controlar el grosor del agente blanqueador.**

Posteriormente se midió la rugosidad superficial a cada uno de los dientes de cada grupo con el mismo rugosímetro.



#### 4. PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE LA FUERZA DE ADHESIÓN

Finalizada la medición de rugosidad superficial, la misma muestra se utilizó para medir la fuerza de adhesión, los 30 especímenes de cada grupo fueron divididos en 2 subgrupos de 15 especímenes cada uno, los cuales fueron evaluados a las 24 horas y 3 semanas después de ser colocada la resina. Un grupo control (n=30) fue agregado a esta prueba, 15 dientes para la evaluación a las 24 horas y 15 para la evaluación a 3 semanas. Cada diente control fue seccionado en dos mitades y divididos en 2 subgrupos de 15 especímenes cada uno. El área destinada a la adhesión fue sobre la superficie más regular de la cara vestibular de los dientes. En todos los especímenes se estandarizó un área circular de 2.3mm delimitada con una cinta adhesiva que fue obtenida con una perforadora de dique de goma (TBS Inox) este diámetro se comprobó con un calibrador milimétrico digital modelo SC-6 (Mitutoyo) (**Fig.24**).



**Fig.24. Colocación de cinta adhesiva y comprobación del diámetro**

Inmediatamente después se acondicionó el esmalte con la aplicación de ácido fosfórico al 35% Scotchbond (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) (**Fig. 25**) por 15 segundos y posteriormente se irrigó con agua por 10 segundos, se secó el excedente de agua con una mota de algodón, dejando el diente húmedo (**Fig. 25**).



**Fig. 25. Colocación del agente acondicionador**

Una vez absorbido el exceso de humedad se utilizó el sistema adhesivo con solvente a base de etanol/agua Adper™ Single Bond 2 (3M-ESPE, St. Paul, MN, USA), aplicando dos capas consecutivas del primer, frotando suavemente con un aplicador (Kerr) la superficie expuesta por 15 segundos (**Fig. 26**), para la evaporación del solvente se realizó un secado ligero de 3 a 5 segundos, la superficie adquirió un aspecto brillante, se fotopolimerizó por 10 segundos con una lámpara Degulux (Degussa) comprobando su intensidad lumínica con un radiómetro Cultolux (Coltene Waladent) siendo ésta de 492mw/cm<sup>2</sup> (**Fig. 27**), estandarizando de esta forma el procedimiento de fotopolimerizado.



**Fig. 26. Adhesivo con solvente a base de alcohol Adper™ Single Bond 2**



**Fig. 27. Lámpara de fotopolimerizado Degulux (Degusa) y Radiómetro Cultolux (Coltene Waladent)**

Para la aplicación de la resina FiltekZ350 (3M-ESPE, St. Paul, MN, USA), se colocó en la superficie demarcada un cilindro de celuloide transparente (Tirden), que sirvió de matriz para obtener cilindros de resina con diámetro de 2.3mm y altura de 5mm (**Fig.28 a y b**).



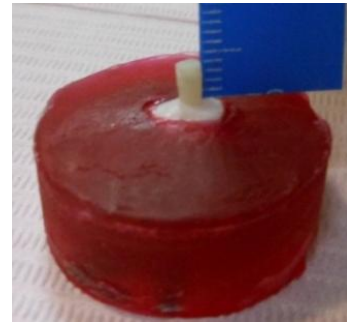
**Fig. 28a y 28b Cilindro de celuloide**

Se empacó la resina dentro de la matriz de celuloide con un instrumento de teflón (Hu-Friedy) (**Fig. 29**). El grosor de cada capa colocada fue de 2.5 mm y se fotopolimerizó por 20 segundos. Una vez terminado el procedimiento, para asegurar la completa polimerización de la resina se retiró la matriz de celuloide y se finalizó con un fotocurado multidireccional de 20 segundos.

Se verificaron las medidas de los bloques de resina con un calibrador milimétrico digital modelo SC-6 (Mitutoyo) ajustando las medidas anteriormente descritas a un diámetro de 2.3mm. Se marcó con un lapicero de cera una línea a los 4mm de altura (**Fig.30**), retirando el excedente con una fresa de diamante 109.4 (Maillefer) montada en una turbina de alta velocidad.



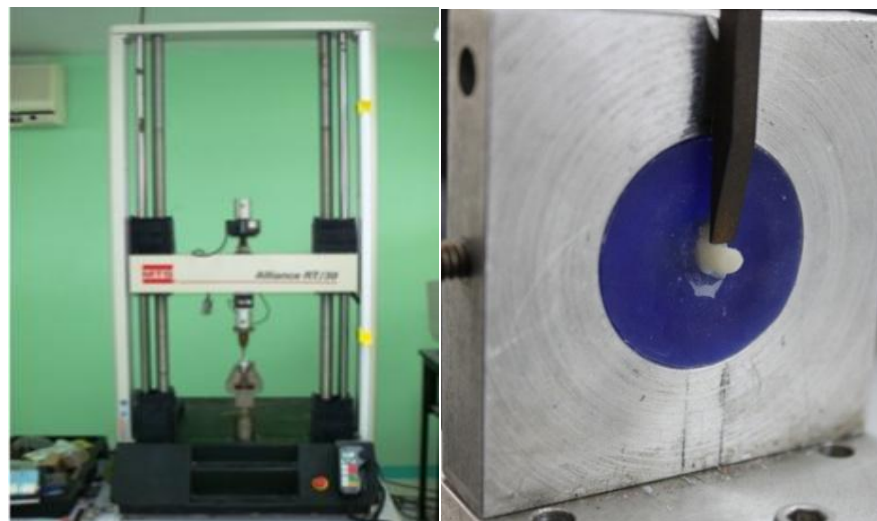
**Fig. 29. Empacado de la resina**



**Fig. 30. Verificación de las medidas**

Todos los procedimientos se realizaron siguiendo una misma secuencia. Las muestras se colocaron en agua bidestilada en una incubadora (Shellab) a 37 °C.

La prueba de resistencia al cizallamiento se realizó con la máquina Universal de Pruebas MTS (Alliance RT30) utilizando el programa Test Works 4 para MTS. Se aplicó una fuerza de empuje en la base del cilindro de resina a .5mm de la unión al esmalte empleando un vástago con punta de filo de cuchillo de .25mm de grosor a una velocidad de cruceta de 0.5mm/min. La resistencia adhesiva de cada muestra se registró en MPa (**Fig. 31**).



**Fig.31. Máquina de pruebas universal MTS**

## **5. MODO DE FALLA ADHESIVA**

El modo de falla de la adhesión entre el material restaurativo y el esmalte se determinó con un estereomicroscópio a una amplificación de 48X. Se realizó por medio de 2 observadores previamente calibrados.<sup>114</sup> El modo de falla “adhesiva” se registró cuando el 75% de la zona de adhesión mostró un esmalte limpio; “cohesiva” si una porción del diente fue removido en el desprendimiento del material o cuando más del 75% del área estaba cubierta por resina remanente; y falla “mixta” cuando entre el 25% y el 75% de la falla era adhesiva y cohesiva.<sup>39</sup>

## **6. ANALISIS ESTADÍSTICO**

Se obtuvo un índice de concordancia para las observaciones cualitativas. El análisis de los datos involucró un ANOVA para la comparación de resistencia al desalojo entre grupos, además se manejó la rugosidad de cada grupo con t pareada y prueba t independiente en la comparación de rugosidad entre grupos. Finalmente chi cuadrado en el análisis de contenido mineral y modo de falla. Las pruebas se manejaron a un valor alfa .05 en el programa estadístico SPSS 18.0.

Los resultados se analizaron usando la prueba Anova de dos vías con un valor alfa de 0.05 y comparaciones post-hoc de Scheffé Valor alfa .05.

Se analizó el modo de falla adhesiva con una prueba Chi cuadrada con valor alfa .05

## **VIII.RESULTADOS**

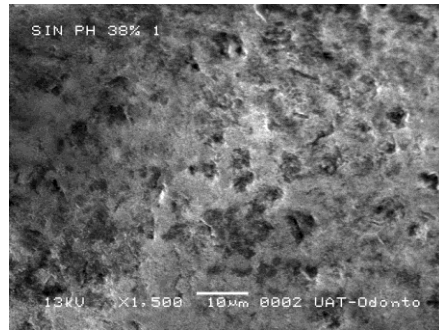
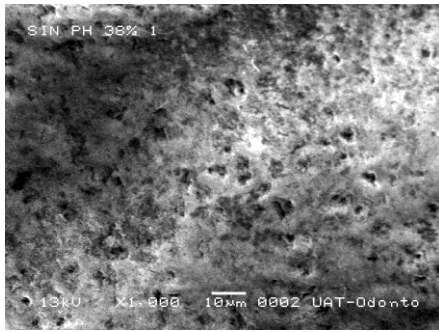
## A) RESULTADOS DEL ASPECTO SUPERFICIAL DEL ESMALTE

### 1. CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO AL 38% (Opalescence Xtra Boost)

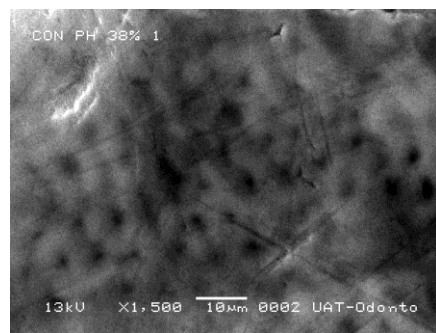
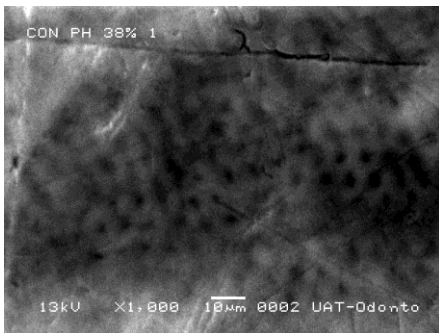
En la **Tabla 1** se recogen los hallazgos morfológicos de la superficie del esmalte de los 12 dientes. La superficie mesial se utilizó de control (**Fig. 32a-43a**), mientras que a la superficie distal se le aplicó el agente blanqueador (**Fig. 32b-43b**).

**Tabla 1. Aspecto superficial del esmalte con MEB, normal (control) y por la acción del Peróxido de Hidrógeno al 38%.**

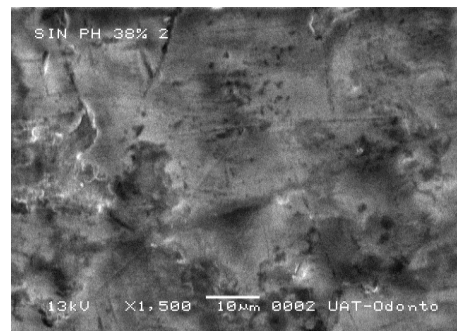
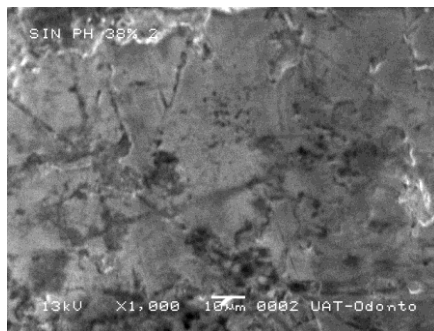
DIENTE	CONTROL	CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO 38%	RESULTADOS
1	Depresiones de los ameloblastos ( <b>Fig.32a y b</b> )	Depresiones de los ameloblastos ( <b>Fig.32c y d</b> )	Mínimas diferencias
2	Superficie muy irregular ( <b>Fig. 33a y b</b> )	Superficies más lisas( <b>Fig. 33c y d</b> )	Diferencias evidentes
3	Irregularidades del esmalte( <b>Fig. 34a y b</b> )	Irregularidades del esmalte más profundas ( <b>Fig. 34c y d</b> )	Diferencias evidentes
4	Superficie lisa ( <b>Fig. 35a y b</b> )	Superficie lisa con restos ( <b>Fig. 35c y d</b> )	No valorables
5	Líneas de desgaste. Pequeñas fisuras. ( <b>Fig. 36a y b</b> )	Líneas de desgaste. Pequeñas fisuras. ( <b>Fig. 36c y d</b> )	No diferencias
6	Líneas de desgaste. Pequeñas fisuras. ( <b>Fig. 37a y b</b> )	Líneas de desgaste. Pequeñas fisuras. ( <b>Fig. 37c y d</b> )	No diferencias
7	Superficie irregular ( <b>Fig. 38a y b</b> )	Superficie con grietas( <b>Fig. 38c y d</b> )	No valorables
8	Depresiones de los ameloblastos ( <b>Fig.39a y b</b> )	Depresiones de los ameloblastos más profundos ( <b>Fig.39c y d</b> )	Mínimas diferencias
9	Líneas de desgastes y fosas ( <b>Fig. 40a y b</b> )	Líneas de desgastes más suaves y fosas ( <b>Fig. 40c y d</b> )	Mínimas diferencias
10	Líneas de desgaste. Depresiones de los ameloblastos ( <b>Fig. 41a y b</b> )	Alisado de la superficie ( <b>Fig. 41c y d</b> )	Mínimas diferencias
11	Líneas de desgaste. Pequeñas grietas ( <b>Fig. 42a y b</b> )	Líneas de desgaste. Pequeñas grietas ( <b>Fig. 42c y d</b> )	No diferencias
12	Líneas de desgaste y fosas ( <b>Fig. 43a y b</b> )	Líneas de desgaste y fosas ( <b>Fig. 43c y d</b> )	No diferencias



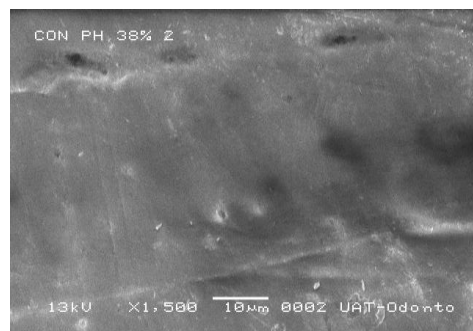
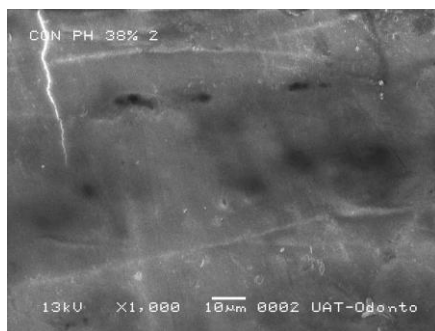
**Fig. 32a y b. Caso 1. Control sin Peróxido de hidrógeno al 38%**



**Fig. 32c y d. Caso 1. Con Peróxido de hidrógeno al 38%**

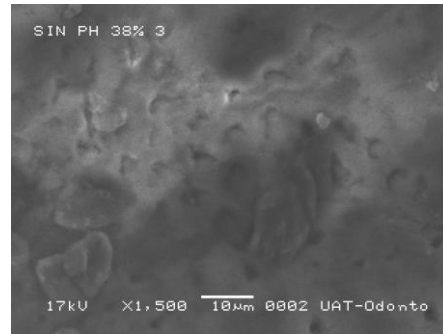
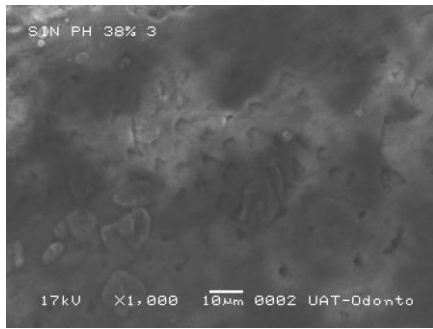


**Fig. 33a y b. Caso 2. Control sin Peróxido de hidrógeno al 38%**

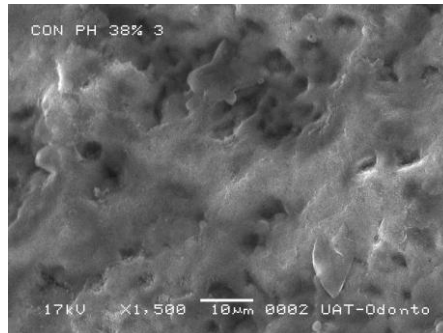
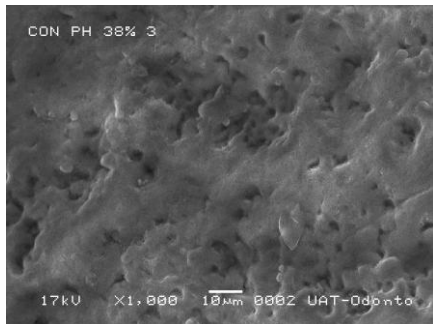


**Fig. 33c y d. Caso 2. Con Peróxido de hidrógeno al 38%**

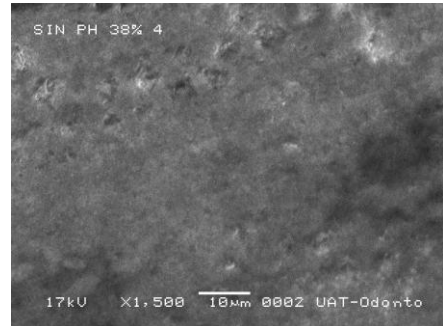
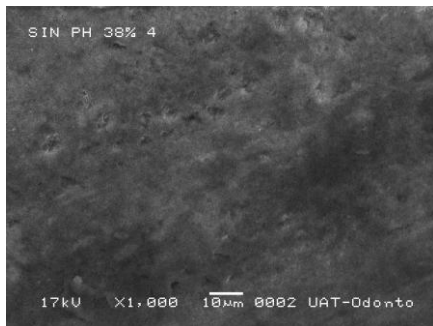




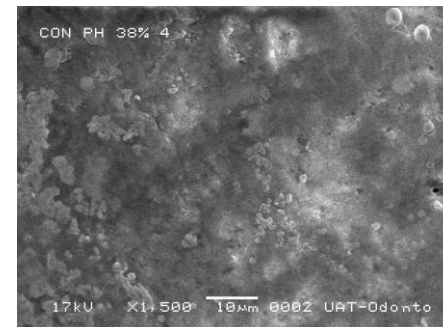
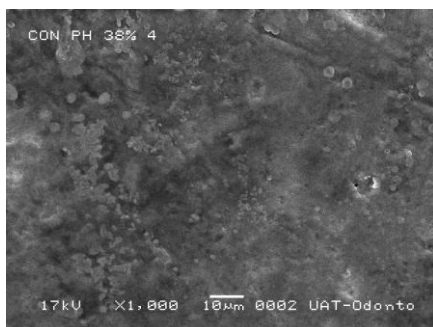
**Fig. 34a y b. Caso 3. Control sin Peróxido de hidrógeno al 38%**



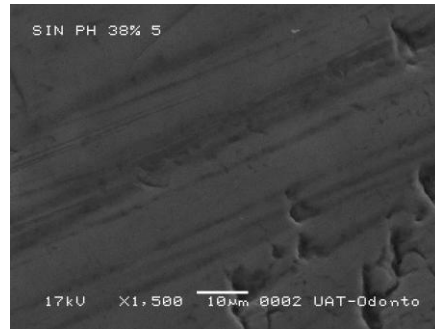
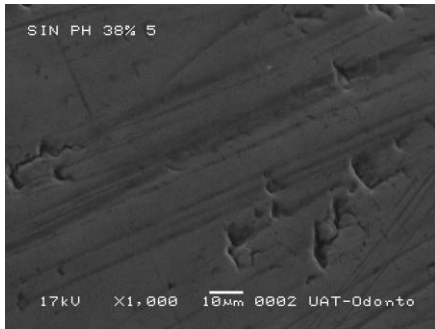
**Fig. 34c y d. Caso 3. Con Peróxido de hidrógeno al 38%**



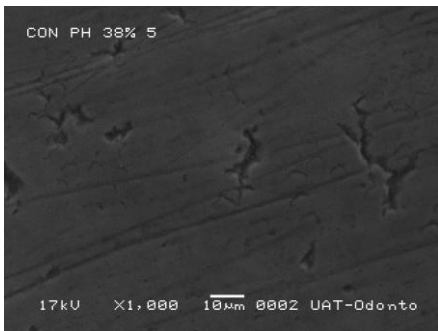
**Fig. 35a y b. Caso 4. Control sin Peróxido de hidrógeno al 38%**



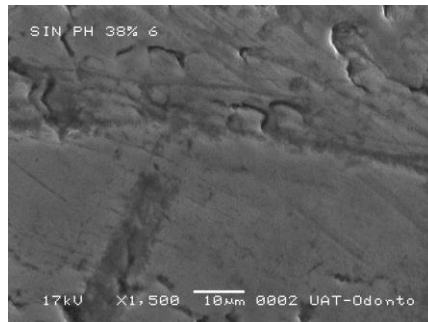
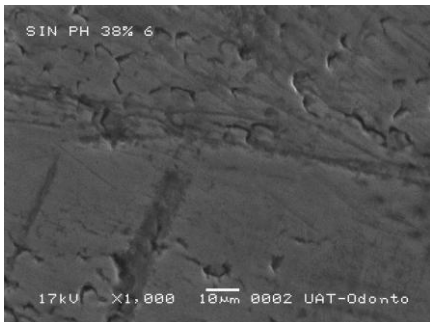
**Fig. 35c y d. Caso 4. Con Peróxido de hidrógeno al 38%**



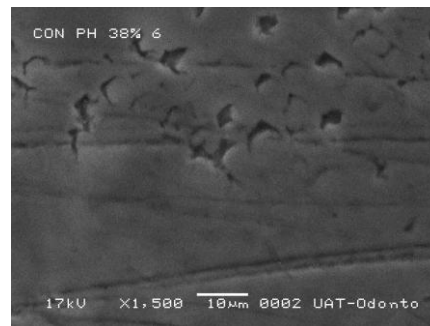
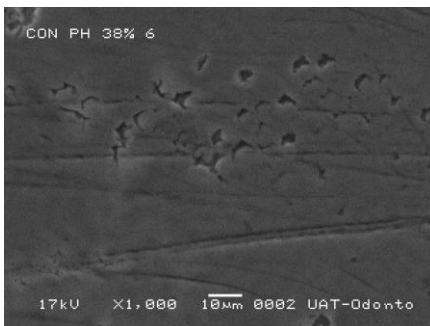
**Fig. 36a y b. Caso 5. Control sin Peróxido de hidrógeno al 38%**



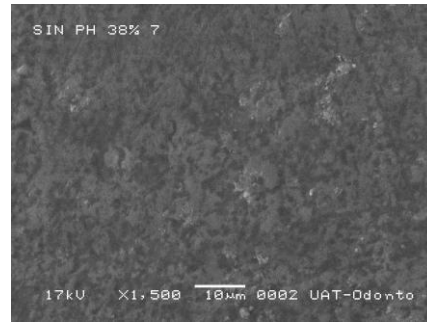
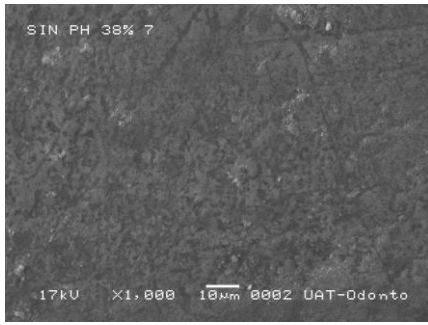
**Fig. 36c y d. Caso 5. Con Peróxido de hidrógeno al 38%**



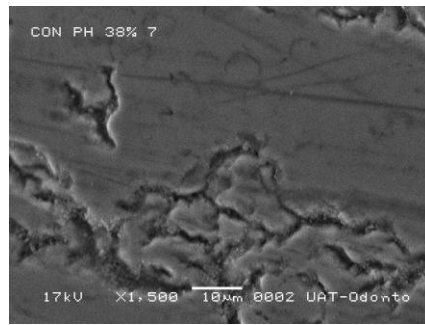
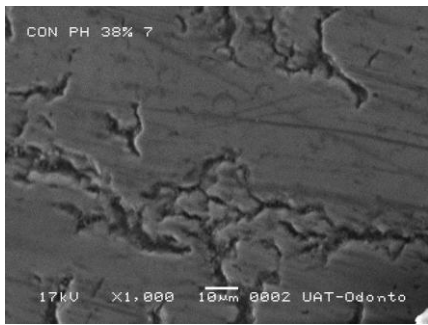
**Fig. 37a y b. Caso 6. Control sin Peróxido de hidrógeno al 38%**



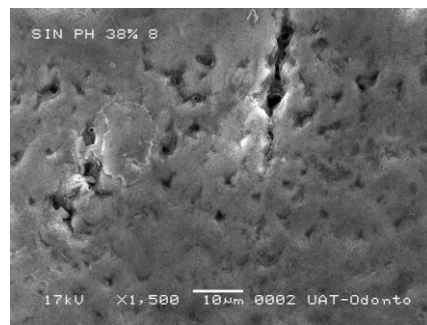
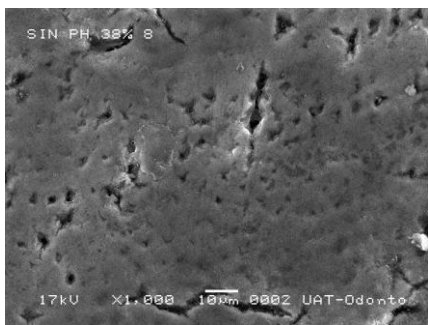
**Fig. 37c y d. Caso 6. Con Peróxido de hidrógeno al 38%**



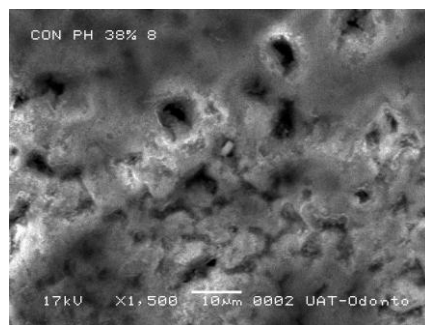
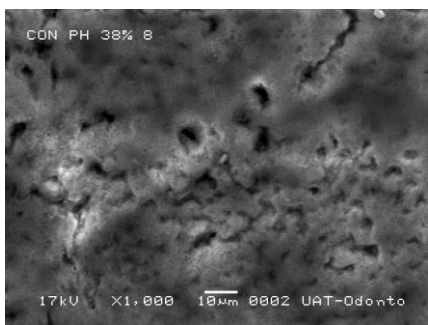
**Fig. 38a y b. Caso 7. Control sin Peróxido de hidrógeno al 38%**



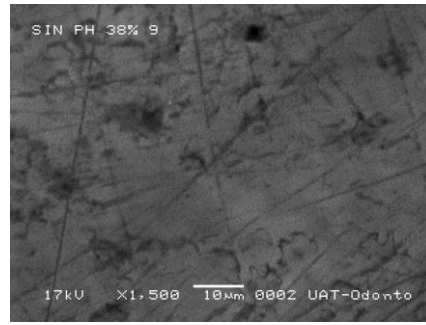
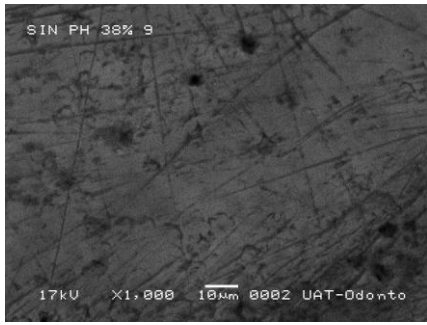
**Fig. 38c y d. Caso 7. Con Peróxido de hidrógeno al 38%**



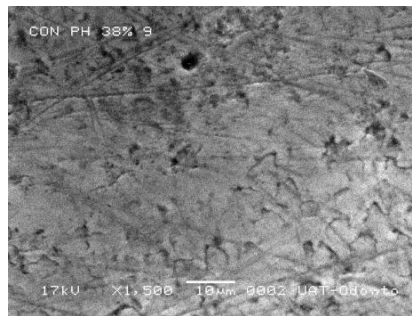
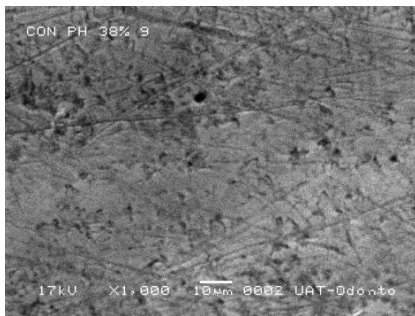
**Fig. 39a y b. Caso 8. Control sin Peróxido de hidrógeno al 38%**



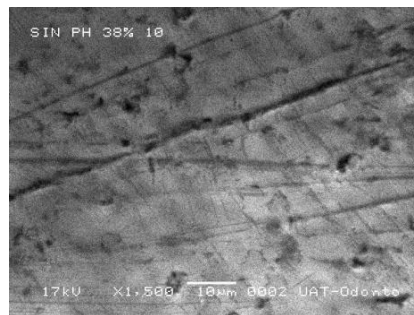
**Fig. 39c y d. Caso 8. Con Peróxido de hidrógeno al 38%**



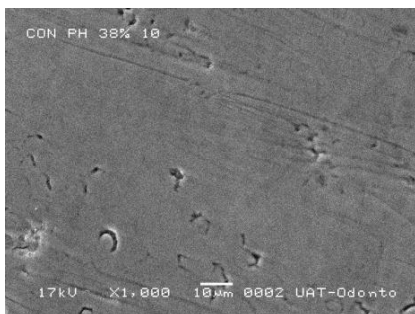
**Fig. 40a y b. Caso 9. Control sin Peróxido de hidrógeno al 38%**



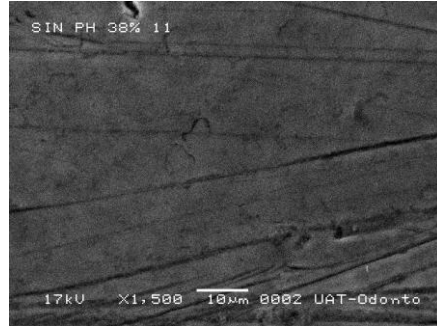
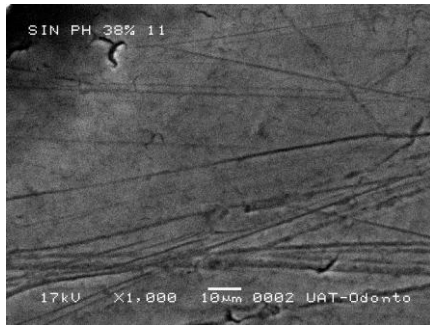
**Fig. 40c y d. Caso 9. Con Peróxido de hidrógeno al 38%**



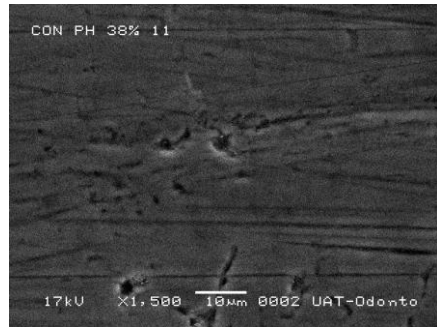
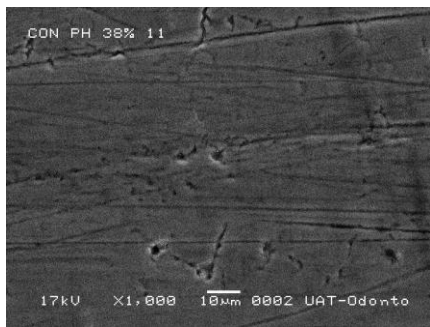
**Fig. 41a y b. Caso 10. Control sin Peróxido de hidrógeno al 38%**



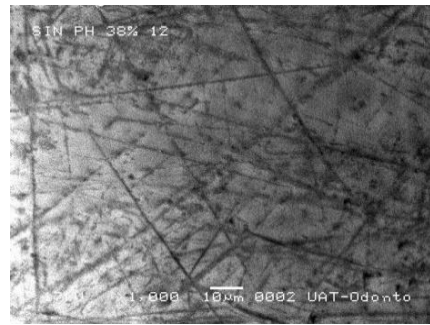
**Fig. 41c y d. Caso 9. Con Peróxido de hidrógeno al 38%**



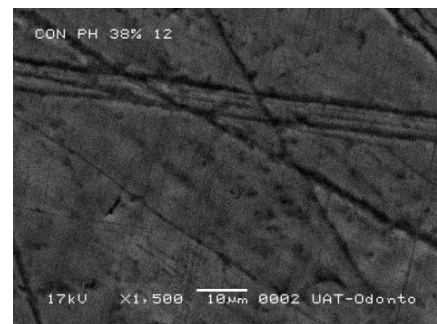
**Fig. 42a y b. Caso 11. Control sin Peróxido de hidrógeno al 38%**



**Fig. 42c y d. Caso 11. Con Peróxido de hidrógeno al 38%**



**Fig. 43a y b. Caso 12. Control sin Peróxido de hidrógeno al 38%**



**Fig. 43c y d. Caso 12. Con Peróxido de hidrógeno al 38%**

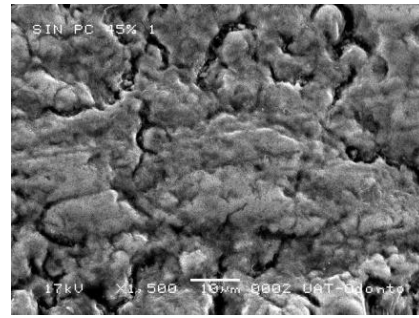
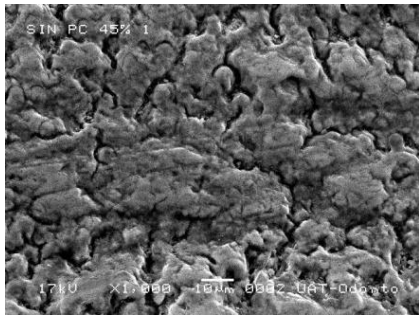
Las lesiones del esmalte una vez aplicado el Peróxido de Hidrógeno (PH) al 38% durante 15 minutos, en general, no muestran diferencias evidentes significativas.

## 2. CON PERÓXIDO DE CARBAMIDA AL 45% (Opalescence Quick PF)

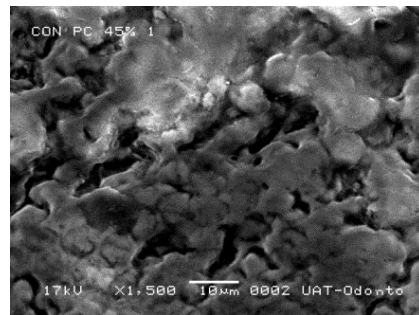
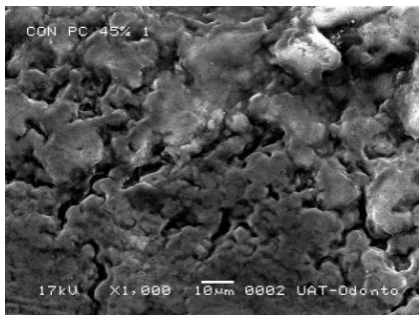
En la **Tabla 2** se recogen los hallazgos morfológicos de la superficie del esmalte de los 12 dientes. La superficie mesial se utilizó de control (**Fig. 44a-55a**), mientras que a la superficie distal se le aplicó el agente blanqueador (**Fig. 44b-55b**).

**Tabla 2. Aspecto superficial del esmalte con MEB, normal (control) y por la acción del Peróxido de Carbamida al 45%.**

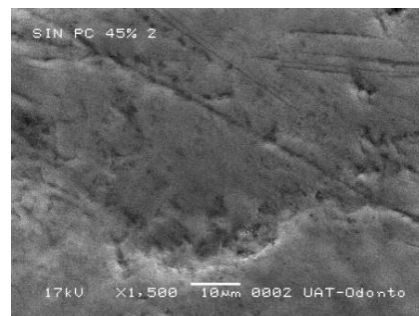
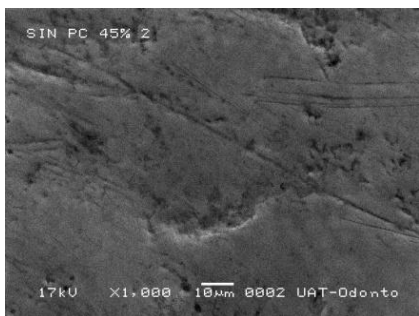
DIENTE	CONTROL	CON PERÓXIDO DE CARBAMIDA 45%	RESULTADOS
1	Fisuras y grietas( <b>Fig.44a y b</b> )	Fisuras y grietas ( <b>Fig.44c y d</b> )	No hay diferencias
2	Superficies lisas y fisuras lineales( <b>Fig. 45a y b</b> )	Superficies lisas y fisuras lineales ( <b>Fig. 45c y d</b> )	No hay diferencias
3	Pequeñas depresiones del esmalte ( <b>Fig. 46a y b</b> )	Depresiones del esmalte más menos profundas ( <b>Fig. 46c y d</b> )	Mínimas diferencias
4	Depresiones ameloblastos y periquimatis desgastadas( <b>Fig. 47a y b</b> )	Depresiones ameloblastos y periquimatis desgastadas( <b>Fig. 47c y d</b> )	No hay diferencias
5	Fisuras lineales( <b>Fig. 48a y b</b> )	Fisuras lineales más suaves( <b>Fig. 48c y d</b> )	Mínimas diferencias
6	Pequeñas depresiones( <b>Fig. 49a y b</b> )	Depresiones menos evidentes. Superficie más lisa( <b>Fig. 49c y d</b> )	Mínimas diferencias
7	Fisuras y depresiones ameloblastos( <b>Fig. 50a y b</b> )	Fisuras y depresiones ameloblastos( <b>Fig. 50c y d</b> )	No hay diferencias
8	Superficie lisa e irregular y pequeñas fositas( <b>Fig.51a y b</b> )	Superficie lisa e irregular y pequeñas fositas( <b>Fig.51c y d</b> )	No hay diferencias
9	Superficie lisa y fisuras( <b>Fig. 52a y b</b> )	Superficie lisa y fisuras menos profundas( <b>Fig. 52a y b</b> )	Mínimas diferencias
10	Depresiones de los ameloblastos ( <b>Fig. 53a y b</b> )	Depresiones más suaves( <b>Fig. 53c y d</b> )	Mínimas diferencias
11	Depresiones ameloblastos ( <b>Fig. 54a y b</b> )	Depresiones ameloblastos mas suaves ( <b>Fig. 54c y d</b> )	Mínimas diferencias
12	Depresiones ameloblastos, fosas y fisuras( <b>Fig. 55a y b</b> )	Depresiones menos prominentes y alisados ( <b>Fig. 55c y d</b> )	Mínimas diferencias



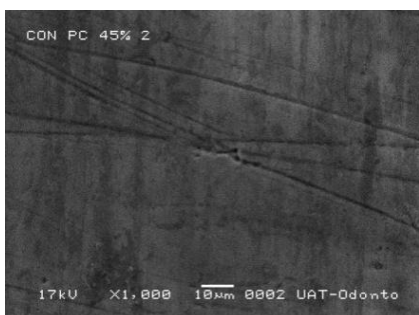
**Fig. 44a y b. Caso 1. Control sin Peróxido de Carbamida al 45%**



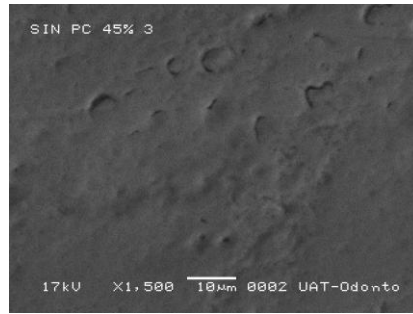
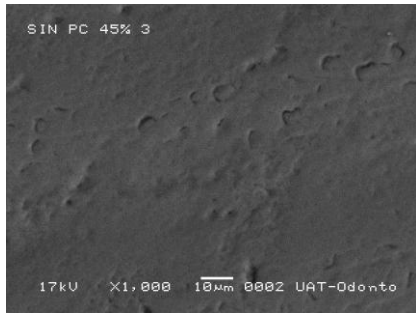
**Fig. 44c y d. Caso 1. Con Peróxido de Carbamida al 45%**



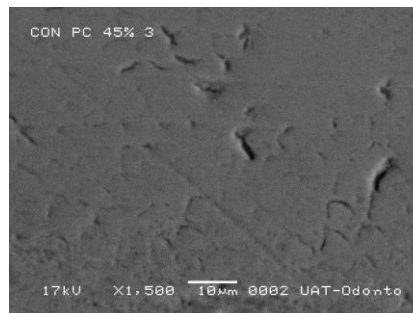
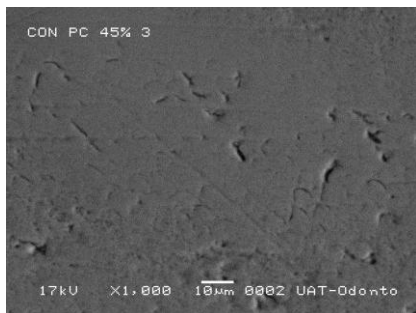
**Fig. 45a y b. Caso 2. Control sin Peróxido de Carbamida al 45%**



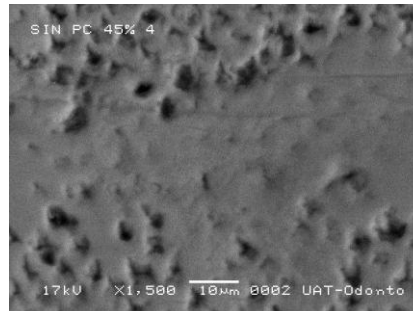
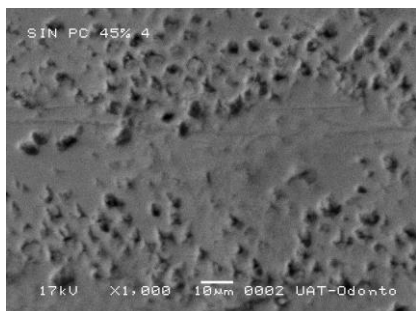
**Fig. 45c y d. Caso 2. Con Peróxido de Carbamida al 45%**



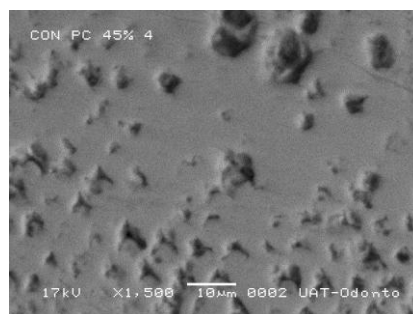
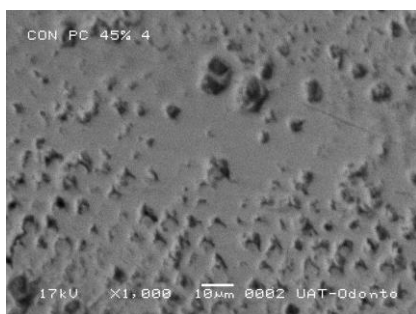
**Fig. 46a y b. Caso 3. Control sin Peróxido de Carbamida al 45%**



**Fig. 46c y d. Caso 3. Con Peróxido de Carbamida al 45%**

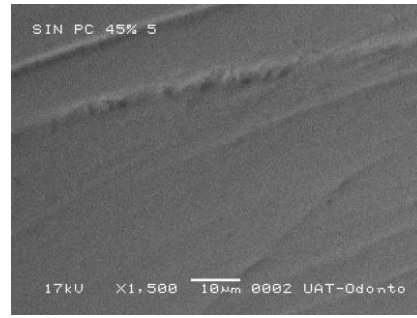
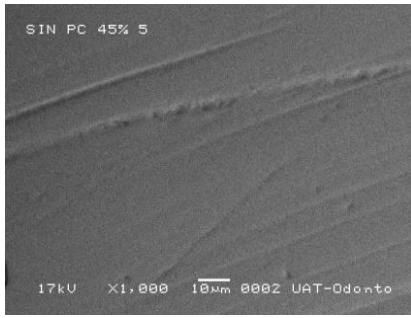


**Fig. 47a y b. Caso 4. Control sin Peróxido de Carbamida al 45%**

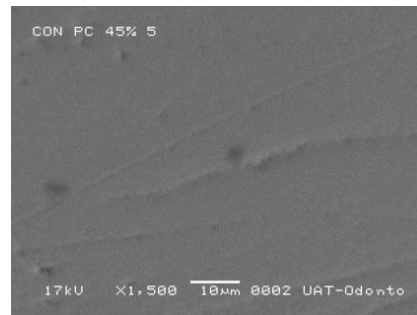
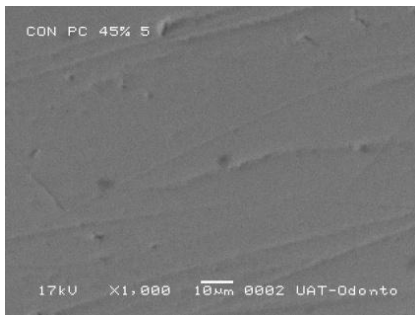


**Fig. 47c y d. Caso 4. Con Peróxido de Carbamida al 45%**

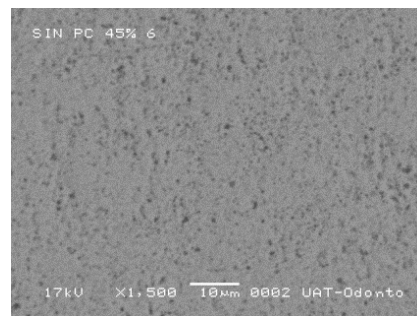
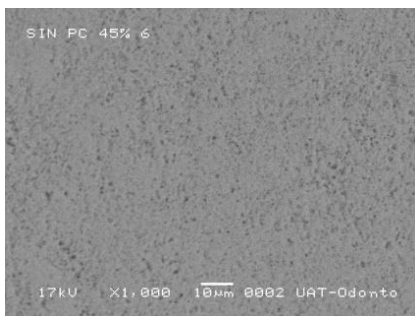




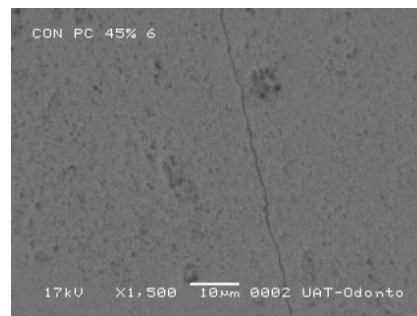
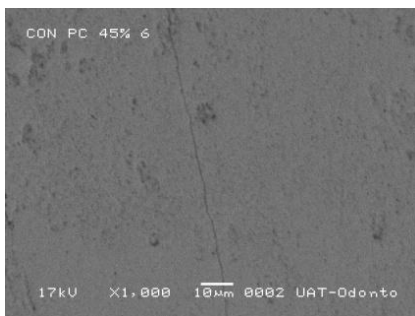
**Fig. 48a y b. Caso 5. Control sin Peróxido de Carbamida al 45%**



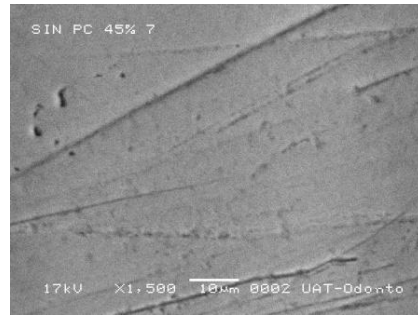
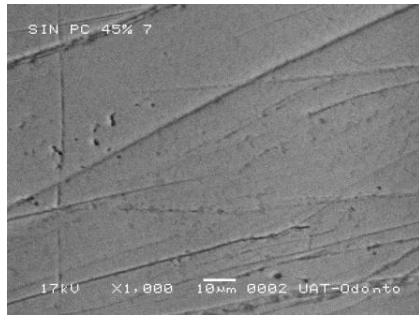
**Fig. 48c y d. Caso 5. Con Peróxido de Carbamida al 45%**



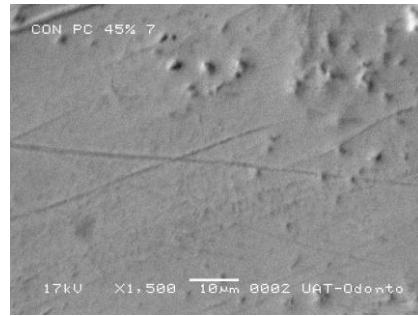
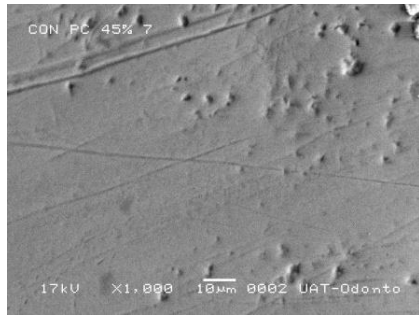
**Fig. 49a y b. Caso 6. Control sin Peróxido de Carbamida al 45%**



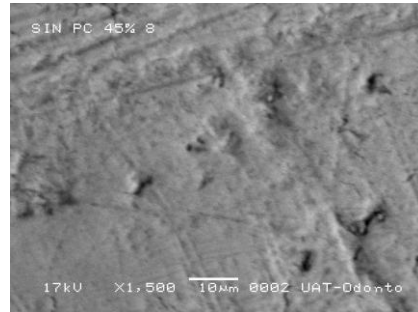
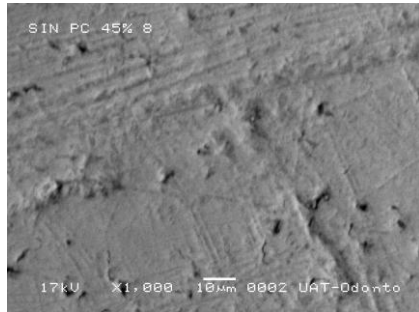
**Fig. 49c y d. Caso 6. Con Peróxido de Carbamida al 45%**



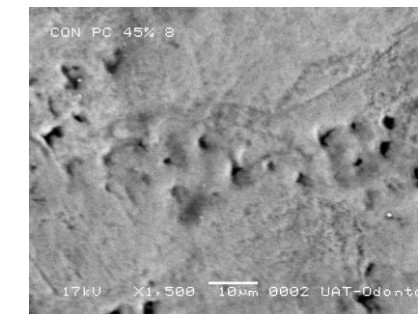
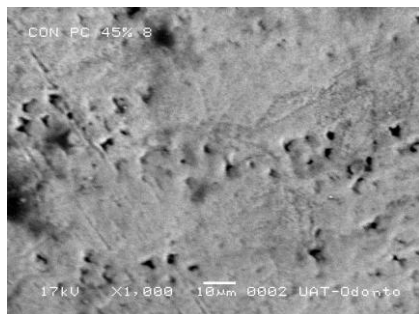
**Fig. 50 a y b. Caso 7. Control sin Peróxido de Carbamida al 45%**



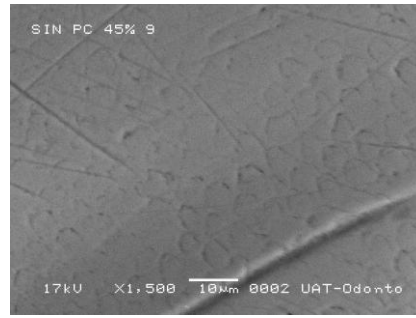
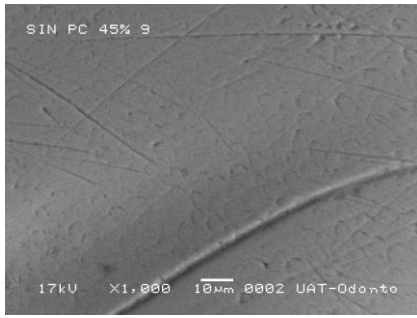
**Fig. 50 c y d. Caso 7. Con Peróxido de Carbamida al 45%**



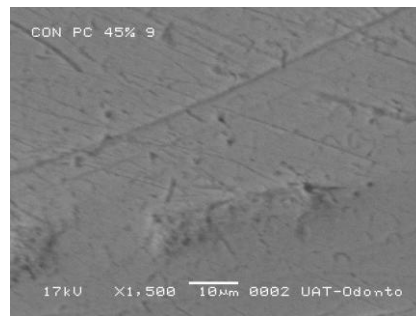
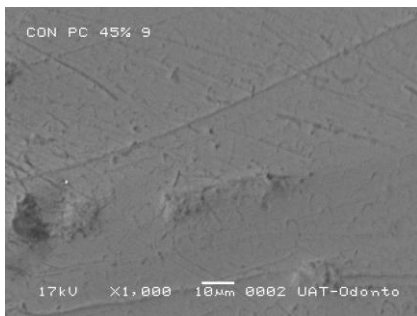
**Fig. 51a y b. Caso 8. Control sin Peróxido de Carbamida al 45%**



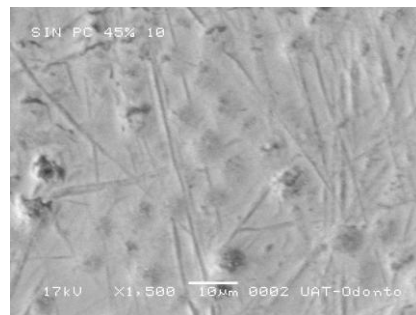
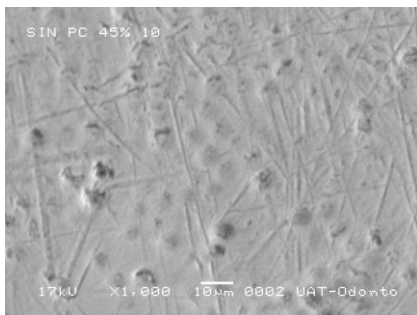
**Fig. 51c y d. Caso 8. Con Peróxido de Carbamida al 45%**



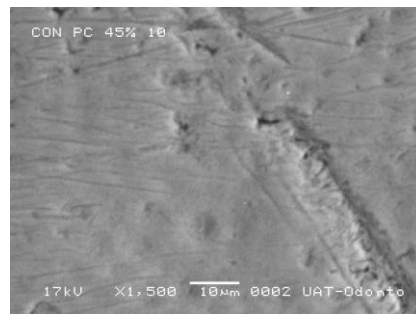
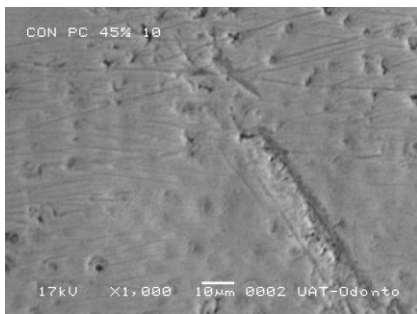
**Fig. 52a y b. Caso 9. Control sin Peróxido de Carbamida al 45%**



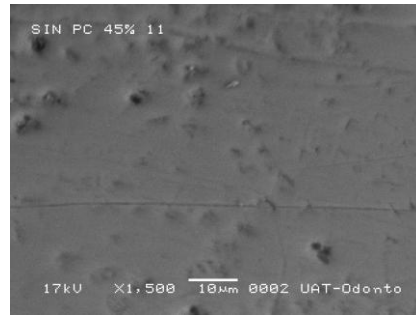
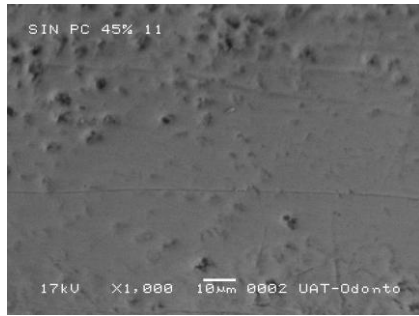
**Fig. 52c y d. Caso 9. Con Peróxido de Carbamida al 45%**



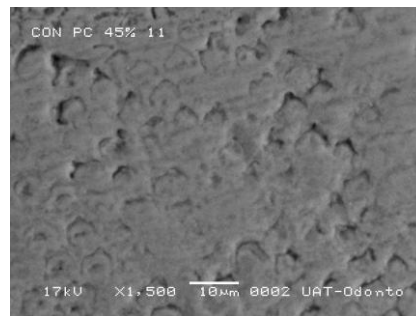
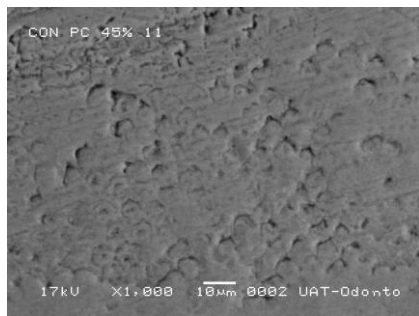
**Fig. 53a y b. Caso 10. Control sin Peróxido de Carbamida al 45%**



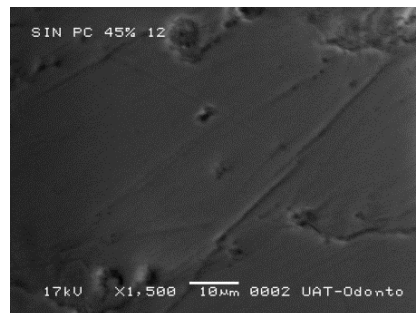
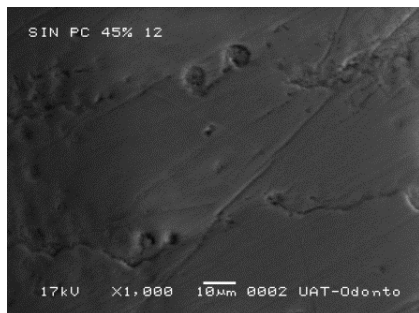
**Fig. 53c y d. Caso 10. Con Peróxido de Carbamida al 45%**



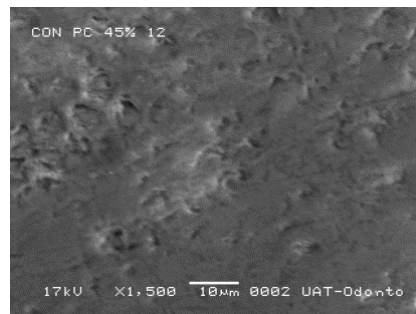
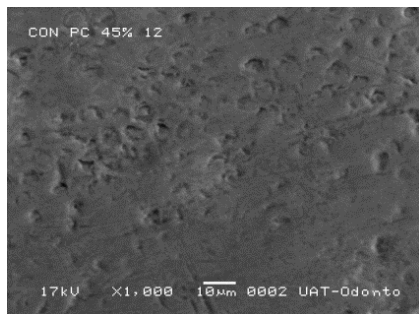
**Fig. 54a y b. Caso 11. Control sin Peróxido de Carbamida al 45%**



**Fig. 54c y d. Caso 11. Con Peróxido de Carbamida al 45%**



**Fig. 55a y b. Caso 12. Control sin Peróxido de Carbamida al 45%**



**Fig. 55c y d. Caso 12. Con Peróxido de Carbamida al 45%**

Las lesiones del esmalte una vez aplicado el Peróxido de Carbamida (PC) al 45% durante 15 minutos, en general, muestra mínimas diferencias o ninguna no siendo los cambios morfológicos significativos.

## B) RESULTADOS DEL CONTENIDO MINERAL (CALCIO Y FÓSFORO)

### 1. CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO AL 38% (Opalescence Xtra Boost)

En la **Tabla 3** se recogen los hallazgos del contenido mineral (calcio/fósforo) de la superficie del esmalte de los 12 dientes. La superficie mesial se utilizó de control, mientras que a la superficie distal se le aplicó el agente blanqueador.

**Tabla 3. Contenido mineral (calcio / fósforo) del esmalte normal (control) y tras la acción del Peróxido de Hidrógeno al 38%.**

DIENTE	CONTROL				PERÓXIDO DE HIDRÓGENO AL 38%			
	CALCIO		FÓSFORO		CALCIO		FOSFORO	
	Peso %	Atomico %	Peso %	Atomico %	Peso %	Atomico %	Peso %	Atomico %
1	68,05	62,20	31,95	37,8	66,55	60,59	33,45	39,41
2	65,86	59,85	34,14	40,14	64,18	58,06	35,82	41,94
3	65,47	59,44	34,56	40,56	68,73	62,94	31,27	37,06
4	65,60	59,58	34,40	40,42	68,75	62,97	31,25	37,03
5	70,02	64,35	29,98	35,65	65,88	59,87	34,12	40,13
6	66,46	60,50	33,54	39,50	65,03	58,97	34,97	41,03
7	65,55	59,52	34,45	40,48	67,21	61,30	32,79	38,70
8	65,33	59,28	34,67	40,72	68,63	62,84	31,37	37,16
9	64,78	58,70	35,22	41,30	67,70	61,83	32,2	38,17
10	64,54	58,45	35,46	41,55	64,68	58,59	35,32	41,41
11	60,09	53,78	39,91	46,22	67,64	61,76	32,36	38,24
12	65,14	59,08	34,86	40,92	66,79	60,85	33,21	39,15

Los resultados del contenido mineral en el esmalte previo y posterior a la aplicación de peróxido de hidrógeno al 38% muestran que no existieron diferencias estadísticamente significativas en la presencia de calcio y fósforo tanto en los valores de porcentaje de peso como porcentaje atómico ( $p > .05$ ) (**Tabla 4**).

**Tabla 4. Estadísticos descriptivos del porcentaje de peso y porcentaje atómico de la presencia de calcio y fósforo en el esmalte de dientes expuestos al Peróxido de Hidrógeno al 38%.**

<b>CALCIO</b>				
	Sin Blanqueamiento % Peso	Sin Blanqueamiento % Atómico	Con blanqueamiento % Peso	Con blanqueamiento % Atómico
<b>Media</b>	65.5742	59.5608	66.8142	60.8808
<b>Desviación típica</b>	2.31199	2.46035	1.59426	1.71242
<b>FÓSFORO</b>				
	Sin Blanqueamiento % Peso	Sin Blanqueamiento % Atómico	Con blanqueamiento % Peso	Con blanqueamiento % Atómico
<b>Media</b>	34.4283	40.4392	33.1775	39.1192
<b>Desviación típica</b>	2.31213	2.46035	1.59956	1.71242

## **2. CON PERÓXIDO DE CARBAMIDA AL 45% (Opalescence Quick PF)**

En la **Tabla 5** se recogen los hallazgos del contenido mineral (calcio/fósforo) de la superficie del esmalte de los 12 dientes. La superficie mesial se utilizó de control, mientras que a la superficie distal se le aplicó el agente blanqueador.

**Tabla 5. Contenido mineral (calcio / fósforo) del esmalte normal (control) y tras la acción del Peróxido de Carbamida al 45%.**

DIENTE	CONTROL				PERÓXIDO DE CARBAMIDA AL 45%			
	CALCIO		FOSFORO		CALCIO		FOSFORO	
	Peso %	Atómico %	Peso %	Atómico %	Peso %	Atómico %	Peso %	Atómico %
1	67,03	61,11	32,97	38,89	64,39	58,29	35,61	41,71
2	63,33	57,17	36,67	42,83	65,64	59,51	34,64	40,49
3	66,71	60,77	33,29	39,23	66,84	60,91	33,16	39,09
4	65,62	59,59	34,38	40,41	66,23	60,25	33,77	39,75
5	58,54	52,81	41,46	47,82	59,69	53,37	40,31	46,63
6	63,62	57,47	36,38	42,53	62,19	55,96	37,81	44,04
7	62,87	59,68	37,13	43,32	59,59	53,27	40,41	46,73
8	59,86	53,54	40,14	46,46	62,65	56,36	37,44	43,64
9	61,06	54,78	38,94	45,22	61,50	55,24	38,50	44,76
10	62,37	56,16	37,63	43,84	62,22	56,00	37,78	44,00
11	62,15	55,93	37,85	44,07	63,99	57,87	36,01	41,13
12	61,89	55,65	38,11	44,35	64,22	58,11	35,78	41,89

De manera similar el contenido mineral en el esmalte de fósforo y calcio tanto en los valores de porcentaje de peso como porcentaje atómico previo y posterior a la aplicación de peróxido de carbamida al 45% tampoco mostró diferencias estadísticamente significativas en la presencia ( $p > .05$ ) (Tabla 6).

**Tabla 6. Estadísticos descriptivos del porcentaje de peso y porcentaje atómico de la presencia de calcio y fósforo en el esmalte de dientes expuestos al Peróxido de Carbamida al 45%.**

<b>CALCIO</b>				
	<b>Sin Blanqueamiento % Peso</b>	<b>Sin Blanqueamiento % Atómico</b>	<b>Con blanqueamiento % Peso</b>	<b>Con blanqueamiento % Atómico</b>
Media	62.9208	56.8050	63.2550	57.0950
Desviación típica	2.57912	2.62571	2.37526	2.49316
<b>FOSFORO</b>				
	<b>Sin Blanqueamiento % Peso</b>	<b>Sin Blanqueamiento % Atómico</b>	<b>Con blanqueamiento % Peso</b>	<b>Con blanqueamiento % Atómico</b>
Media	37.0792	43.2475	36.7533	42.8286
Desviación típica	2.57912	2.71755	2.36629	2.53281

El contenido mineral de calcio y fósforo en su porcentaje atómico y porcentaje de peso en el esmalte de dientes antes de someterse a los agentes de blanqueamiento mostró diferencias estadísticamente significativas ( $p=.01$ ).

El contenido mineral de calcio y fósforo fue mayor en el esmalte del grupo de peróxido de carbamida. En el caso de la presencia de calcio, los porcentajes de peso y porcentaje atómico en el grupo de PC al 45% fue menor al observado en el esmalte expuesto con PH al 38% ( $p<.0001$ ).

### **C) RESULTADOS DE RUGOSIDAD SUPERFICIAL DEL ESMALTE**

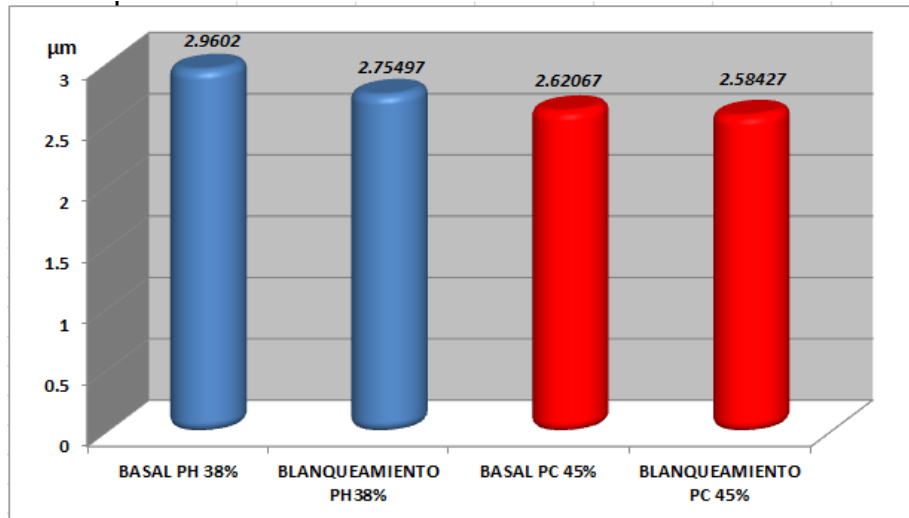
Analizados los datos de cada grupo referente a la rugosidad que presenta el esmalte una vez aplicado los diferentes agentes de blanqueamiento se reportan los siguientes resultados (**Tabla 7**).



**Tabla 7. Rugosidad (Ra) basal y posterior al blanqueamiento con Peróxido de Hidrógeno (PH) al 38% y Peróxido de Carbamida (PC) al 45% en esmalte humano. (n=30)**

GRUPO	Media	Desviación típica	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mín.	Máx.
			Límite inferior	Límite superior		
BASAL PH38%	2.96020	1.081813	2.55624	3.36416	1.155	6.157
BLANQUEAMIENTO PH38%	2.75497	.980462	2.38886	3.12108	1.165	5.729
BASAL PC45%	2.62067	.922169	2.27632	2.96501	.962	4.476
BLANQUEAMIENTO PC 45%	2.58427	.916414	2.24207	2.92646	.938	5.026
Total	2.73003	.976348	2.55354	2.90651	.938	6.157

La rugosidad promedio observada en el esmalte en los grupos control sin tratamiento estuvo entre 2.62 y 2.96  $\mu\text{m}$  de rugosidad mientras en el esmalte sometido a la exposición de Peróxido de Hidrógeno (PH) al 38% y de Peróxido de Carbamida (PC) al 45%, estuvo entre 2,75 y 2.58 $\mu\text{m}$ , respectivamente, no encontrando diferencias estadísticamente significativas entre la rugosidad basal y la del esmalte tratado con peróxido de hidrógeno al 38% ( $p=.08$ ) ni entre la rugosidad basal y la del esmalte tratado con peróxido de carbamida al 45% ( $p=.56$ ) (**Fig. 56**).



**Fig. 56. Gráfico de medias de rugosidad (Ra) encontrado en grupos con y sin blanqueamiento de esmalte con peróxido de hidrógeno al 38% y peróxido de carbamida al 45%.**

Tampoco se identificaron diferencias estadísticamente significativas en la rugosidad basal de los diferentes grupos ( $p=.19$ ) ni en la rugosidad posterior al blanqueamiento dental ( $p=.48$ ).

## **D) RESULTADOS DE LA FUERZA DE ADHESIÓN**

### **1. RESULTADOS DE RESISTENCIA AL DESALOJO**

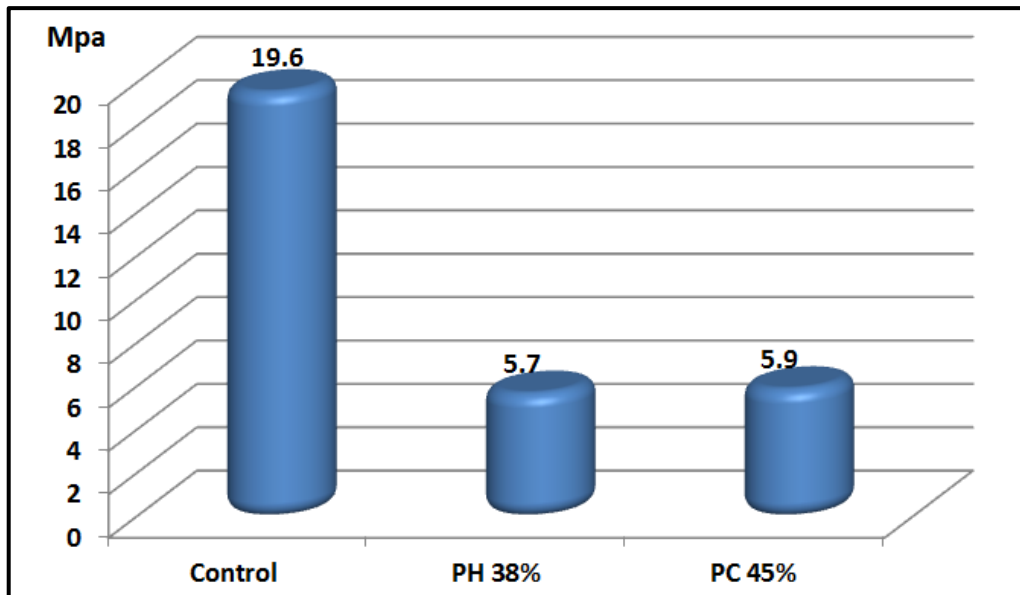
Los resultados de la resistencia al desalojo encontrados en los diferentes grupos de estudio denotan que el grupo control presentó valores más elevados que en los grupos de dientes sometidos a blanqueamiento con peróxido de hidrógeno al 38% y peróxido de carbamida al 45%. **(Tabla 8)**.

**Tabla 8. Estadísticos descriptivos de la resistencia al desalojo encontrados en el grupo control y en los grupos experimentales**

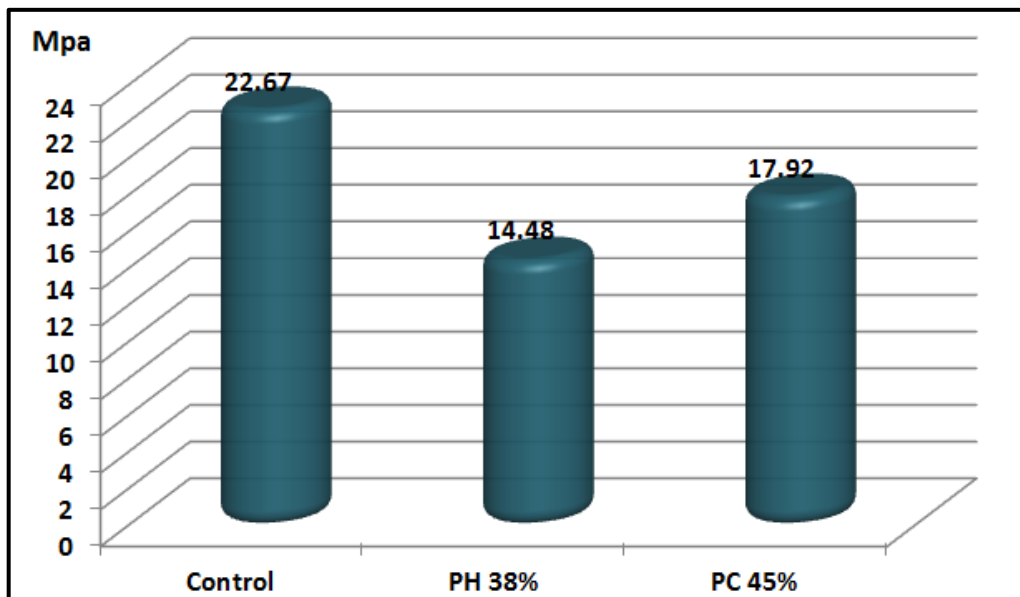
<b>RUPO</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>D.E.</b>	<b>Intervalo de confianza del 95% de la media</b>
<b>Control 24hrs</b>	19.6800	15	4.32901	17.2827 – 22.0773
<b>Control 3sem</b>	22.6733	15	3.04548	20.9868 -24.3599
<b>PH38% 24hrs</b>	5.7000	15	1.10065	5.0905 – 6.3095
<b>PH38% 3sem</b>	14.4867	15	3.02770	12.8100 – 16.1633
<b>PC45%24hrs</b>	5.9067	15	1.53784	5.0550 – 6.7583
<b>PC45% 3sem</b>	17.9200	15	1.99363	16.8160 – 19.0240

Se identificaron diferencias estadísticamente significativas con la prueba t pareada en cada grupo de estudio al hacer la comparación entre la resistencia al desalojo encontrada a las 24 horas contra la registrada a las 3 semanas ( $p < .05$ ).

El ANOVA de dos vías reveló diferencias estadísticamente significativas en la comparación de la resistencia al desalojo entre los diferentes grupos de estudio en las pruebas de desprendimiento practicadas a las 24 horas y 3 semanas, en donde el grupo control presentó los valores de resistencia al desalojo más elevados que los observados con el peróxido de hidrógeno al 38% y el peróxido de carbamida al 45%. ( $p < .0001$ ) (**Fig.57 y 58**).



**Fig. 57. Promedio de resistencia al desalajo (MPa) a las 24 horas causado por dos agentes para blanqueamiento dental y el grupo control ( $p < .05$ ).**



**Fig. 58. Promedio de resistencia al desalajo (MPa) a las 3 semanas encontrado por la exposición del esmalte al peróxido de hidrógeno al 38%, peróxido de carbamida al 45% y el grupo control ( $p < .05$ ).**

## 2. RESULTADOS DE MODO DE FALLA

En el análisis de las fotografías para identificar el modo de falla de adhesión, se obtuvo una concordancia entre observadores fue del 98.8%, índice Kappa de .95 (fuerza de concordancia muy buena).

Posterior al desprendimiento de los especímenes a las 24 horas, el modo de falla predominantemente observado fue de tipo adhesiva, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes grupos de estudio. ( $p=.40$ ) (**Tabla 9**).

**Tabla 9. Frecuencia (%) de modo de falla en la evaluación de desprendimiento a las 24 horas.**

<b>GRUPO 24 horas</b>	<b>Falla Adhesiva</b>	<b>Falla Cohesiva</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Control</b>	10 (66.7%)	5 (33.3%)	15 (100.0%)
<b>PH 38%</b>	13 (86.7%)	2 (13.3%)	15 (100.0%)
<b>PC 45%</b>	12 (80.0%)	3 (20.0%)	15 (100.0%)
<b>Total</b>	35 (77.8%)	10 (22.2%)	45 (100.0%)

En la evaluación del modo de falla a las 3 semanas el grupo control y el grupo de especímenes expuestos al peróxido de carbamida al 45% presentó el 100% de falla adhesiva siendo superior al observado en el grupo de dientes tratados con peróxido de hidrógeno al 38% que fue del 66.7% ( $p=.01$ ) (**Tabla 10**).

**Tabla 10. Resultados de frecuencia (%) de modo de falla a las 3 semanas.**

<b>GRUPO 3 semanas</b>	<b>Falla Adhesiva</b>	<b>Falla Cohesiva</b>	<b>Falla Mixta</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Control</b>	15 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	15 (100.0%)
<b>PH 38%</b>	10 (66.7%)	2 (13.3%)	3 (20.0%)	15 (100.0%)
<b>PC 45%</b>	15 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	15 (100.0%)
<b>Total</b>	40 (88.9%)	2 (4.4%)	3 (6.7%)	45 (100.0%)

En la comparación del modo de falla entre los diferentes períodos investigados se observó que la falla adhesiva en el grupo control a las 24 horas fue menor que el encontrado a las 3 semanas ( $p=.04$ ).

En el caso del grupo de peróxido de hidrógeno al 38% no se identificaron diferencias estadísticamente significativas en el modo de falla entre el período de 24 horas y 3 semanas, aunque en este último período se observó una pequeña reducción de falla adhesiva y un incremento de falla mixta a las 3 semanas ( $p=.10$ ).

Finalmente, el modo de falla predominante en el grupo de peróxido de carbamida al 45% fue adhesiva, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas. ( $p=.22$ ).

## **IX. DISCUSIÓN**

La alta demanda estética de los pacientes que acuden a la consulta dental ha generado la aparición de agentes blanqueadores a concentraciones más altas <sup>7,20,45</sup> los que más se emplean son el peróxido de hidrógeno en concentraciones que van desde 3 al 50 % y el peróxido de carbamida o peróxido de urea, que suele utilizarse en concentraciones desde 1 al 45 %. Aunque por lo general se han registrado resultados positivos sobre la capacidad blanqueadora de estos agentes, persisten los temores por sus efectos sobre los tejidos dentarios.

La relación que guardan diferentes variables asociadas a los efectos que causa el blanqueamiento dental es un aspecto elemental en el entendimiento de los resultados de los agentes evaluados. Por esa razón en el presente estudio se abordan variables íntimamente vinculadas en un intento de explicar la acción que poseen diferentes agentes de blanqueamiento sobre el esmalte dental humano.

## **A) ASPECTO SUPERFICIAL**

Durante el procedimiento del blanqueamiento existe la preocupación de causar la desmineralización del diente, así como alteraciones diversas del esmalte superficial.<sup>4,5</sup> Aunque se ha documentado poco sobre las alteraciones morfológicas de la estructura exterior del esmalte después del blanqueamiento<sup>45</sup>, existen estudios como el de Cavalli y Cols.<sup>95</sup> quienes en una evaluación bajo microscopia electrónica de barrido a 5000X no detectaron alteraciones en el esmalte expuesto al Peróxido de Hidrógeno.

Cuando se observan alteraciones estas son mínimas, como lo demuestran los estudios de Ernest y Cols.<sup>45</sup> y McGuckin y Cols.<sup>77</sup> donde examinaron la apariencia de la superficie del esmalte a 2000 y 3000X, encontraron ligeras alteraciones morfológicas, sin mencionar detalles de las mismas. Hay autores que señalan diferentes patrones de lesiones del esmalte, según el agente blanqueante utilizado, como rugosidades con PC al 35%,<sup>95</sup> aspereza superficial con Peróxido de Hidrógeno al 30%<sup>96</sup>, lesiones diversas superficiales con Peróxido de Hidrógeno al 30%<sup>45</sup>, agujeros, grietas y fisuras con Peróxido de Carbamida al 10% y Peróxido de



Hidrógeno al 35%<sup>9</sup>, erosión con Peróxido de Hidrógeno al 35%<sup>99</sup>, si bien todas estas lesiones eran poco significativas y relevantes.

Cabrera y Cols.<sup>99</sup>, observaron con MEB después de aplicar a premolares peróxido de hidrógeno al 35%, patrones de erosión, similares a los observados cuando se trata el esmalte con grabado ácido. Pero también hay autores que no encontraron cambios con Peróxido de Hidrógeno y Peróxido de Carbamida en diferentes concentraciones<sup>10, 70</sup>.

En nuestro estudio, una vez aplicado el Peróxido de Hidrógeno al 38% durante 30 minutos, en general, no se observaron cambios evidentes significativos a nivel del esmalte. El hecho puede relacionarse a que el producto para blanquear utilizado tiene un pH de 7.0 (neutro) lo que puede ser una circunstancia que no incide en la afectación del esmalte. Tezel y Cols.<sup>8</sup> y Marshall y Cols.<sup>24</sup> observaron cambios mínimos en la morfología superficial del esmalte utilizando el mismo agente blanqueador que en nuestro estudio.

Las lesiones del esmalte una vez aplicado el Peróxido de Carbamida al 45% durante 30 minutos, en general, mostraron mínimas diferencias o ninguna no siendo los cambios morfológicos significativos. Los estudios que utilizan concentraciones del agente blanqueador a concentraciones bajas (10-22%) mencionan que cuando la concentración del peróxido de carbamida son mayores, los productos contienen 0.11% de flúor, ayudando de esta forma a blanquear el diente en un periodo más corto, minimizando así alteraciones en la morfología de la superficie del esmalte.<sup>98</sup>

Spalding y Cols.<sup>9</sup> al evaluar el aspecto morfológico de la superficie del esmalte después de aplicar Peróxido de Hidrógeno al 35% con y sin Peróxido de Carbamida al 10% observaron agujeros, grietas y pequeñas fisuras, sin embargo el grupo que se le aplicó 1 vez el Peróxido de Hidrógeno seguido del Peróxido de Carbamida al 10% mostró superficies más lisas, lo que al igual que los resultados de McGuckin<sup>77</sup> sugiere que la aplicación de blanqueamiento casero alisa la superficie. En nuestro estudio, se encontraron superficies lisas independientemente de la diferencia de concentración del Peróxido de Hidrógeno.

## B) CONTENIDO MINERAL

A pesar de que la pérdida de calcio en el esmalte se han considerado como no significativas clínicamente,<sup>27</sup> existen otras teorías donde los cambios en la estructura del esmalte así como la pérdida de contenido mineral son factores que alteran la fuerza de unión de las resinas al esmalte blanqueado.<sup>33, 35, 45-48</sup>

Son numerosos los trabajo que hacen referencia a la disminución del calcio y fósforo tras la aplicación de diferentes agentes blanqueadores<sup>20,33,36,45-48,91,97,99,100</sup>.

En nuestro estudio, el contenido mineral de calcio y fósforo en su porcentaje atómico y porcentaje de peso en el esmalte de dientes antes de someterse a los agentes de blanqueamiento mostró diferencias estadísticamente significativas ( $p=.01$ ).

Los resultados del contenido mineral en el esmalte previo y posterior a la aplicación de Peróxido de Hidrógeno al 38% muestran que no existieron diferencias estadísticamente significativas en la presencia de calcio y fósforo tanto en los valores de porcentaje de peso como porcentaje atómico ( $p>.05$ ). Diferimos de los resultados publicados por Rotstein y Cols.<sup>20</sup>, Tezel y Cols.<sup>8</sup> y Marshall y Cols.<sup>24</sup> ya que ellos encontraron que hubo una disminución del contenido mineral al aplicar Peróxido de Hidrógeno a diferentes concentraciones (30%-35%). En nuestro estudio se observó que en el grupo de Peróxido de Carbamida mostró valores menores de calcio comparados con el de Peróxido de Hidrógeno, sin embargo no fueron estadísticamente significativos.

De manera similar, el contenido mineral en el esmalte de calcio y fósforo tanto en los valores de porcentaje de peso como porcentaje atómico previo y posterior a la aplicación de Peróxido de Carbamida al 45% tampoco mostró diferencias estadísticamente significativas ( $p>.05$ ). Potocnik y Cols.<sup>100</sup> al aplicar Peróxido de Carbamida al 10% reportaron disminución considerable de calcio y fosforo, sin embargo la microdureza no se vió afectada. Por otro lado Justino y Cols.<sup>91</sup> mencionan que los dientes al no encontrarse en condiciones semejantes a la

cavidad bucal son producto de una desmineralización incluso antes de ser blanqueados, lo que podría alterar el contenido mineral desde este punto.

En nuestro estudio, haciendo una comparación entre grupos, la presencia de calcio en los porcentajes de peso y porcentaje atómico en el grupo de Peróxido de Carbamida al 45% fue menor al observado en el esmalte expuesto con Peróxido de Hidrógeno al 38% ( $p < .0001$ ). Esto puede deberse a que en nuestro estudio utilizamos una concentración alta de Peróxido de Carbamida, lo cual puede estar relacionado con una mayor remoción de la capa superficial del esmalte, llevándose consigo el mineral superficial.

Por último, no se debe olvidar que la saliva resiste los cambios desmineralizantes que se siguen produciendo.<sup>33,48</sup>

### **C) RUGOSIDAD SUPERFICIAL**

En nuestro estudio, los resultados de la rugosidad superficial antes y después del blanqueamiento con Peróxido de Hidrógeno al 38% y Peróxido de Carbamida al 45% no registró diferencias estadísticamente significativas entre las medidas antes de aplicarles el tratamiento blanqueador (2.62 y 2.96  $\mu\text{m}$ ) y las medidas después de aplicar el blanqueamiento (2.58 y 2.75  $\mu\text{m}$ ). Creemos que se pudo deber a que en nuestro estudio se estandarizó la toma de esta medida al realizar una guía de acrílico que permitiera realizar la toma de medida de la rugosidad y que ésta siempre fuera en la misma posición, se realizaron tres mediciones con el perfilómetro, y se obtuvo un promedio de éstas. Los resultados obtenidos en nuestra investigación no coinciden con los publicados por Cavalli y Cols.<sup>95</sup> McGuckin y Cols.<sup>77</sup> quienes concluyeron que el uso del Peróxido de Carbamida al 35% y el Peróxido de Hidrógeno al 30% respectivamente aumentan la rugosidad superficial del esmalte.

## D) FUERZA DE ADHESIÓN

Un tratamiento adicional al procedimiento del blanqueamiento, es el uso de restauraciones de resina, que complementarían la estética prevista. Se ha demostrado que la fuerza de unión de las resinas al esmalte grabado se ve afectada después del tratamiento de blanqueamiento<sup>34-44</sup>; teniendo que esperar hasta 3 semanas después de realizarlo para que los valores de fuerza de unión sean iguales a los obtenidos en esmalte no blanqueado.<sup>31, 34, 41, 50</sup> Da Silva y Cols.<sup>113</sup> en su estudio mencionan que hay que esperar por lo menos 7 días entre el blanqueamiento al esmalte y la colocación de agentes adhesivos para lograr una mejor penetración del material de adhesión al esmalte, nuestros resultados sugieren que esperar 3 semanas proporciona un incremento significativo en los valores de resistencia al desalojo de una resina tras haber realizado blanqueamiento dental; pudiendo ser que el agente blanqueador empleado fue el Peróxido de Carbamida al 16%, que se considera una concentración baja y de ello depende la penetración del agente blanqueador en la estructura del esmalte que al liberar oxígeno y concentrarse en la superficie del esmalte, inhibe el fotocurado de las prolongaciones de la resina.<sup>18, 19</sup> La disminución significativa encontrada en los valores de desprendimiento encontrados a las 24 horas después de haber realizado el blanqueamiento sugieren retrasar el tiempo de adhesión de materiales adhesivos al esmalte blanqueado, estos resultados coinciden con los reportados por Nour y Cols.<sup>39</sup> quienes realizaron adhesión inmediata al blanqueamiento encontrando que el Peróxido de Hidrógeno al 38% y el Peróxido de Carbamida al 10% disminuyen significativamente la resistencia a la adhesión de una resina.

Nuestros resultados de resistencia al cizallamiento también coinciden con los encontrados con Cavalli y Cols.<sup>38</sup> al concluir que al utilizar diferentes concentraciones de Peróxido de carbamida (10, 16 y 20%) los valores de resistencia adhesiva disminuyen, regresando a valores cercanos a los mostrados por un grupo control sin blanquear al cabo de 3 semanas posteriores al blanqueamiento. Así mismo, Borges y Cols.<sup>31</sup> en su estudio donde utilizaron concentraciones más elevadas (Peróxido de Hidrógeno al 35 % y Peróxido de Carbamida al 35%) que las utilizadas por Cavalli y Cols. reportan que los valores de desprendimiento de una

resina vuelven a sus valores normales después de 3 semanas de haber realizado el blanqueamiento.

En nuestro estudio, el blanqueamiento con Peróxido de Hidrógeno al 38 % y Peróxido de Carbamida al 45 % redujeron la fuerza de adhesión al esmalte después de un día del blanqueamiento. La resistencia adhesiva volvió a valores cercanos a los que encontrados en esmalte sin blanqueamiento a las tres semanas siguientes de haber realizado el blanqueamiento independientemente de su concentración.

Está claro que tras la aplicación de un agente de blanqueamiento se altera la fuerza de adhesión<sup>34-44</sup> probablemente condicionada por los cambios estructurales, la pérdida de mineral y el aumento de la porosidad.<sup>33, 36, 45-48</sup> Probablemente porque los poros funcionan como reservorios del peróxido/oxígeno, y sabemos que el oxígeno liberado durante el proceso de blanqueamiento inhibe la polimerización del sistema adhesivo.<sup>3, 49-51, 53</sup> y que a mayor tiempo de exposición de Peróxido de Hidrógeno habrá mayor penetración del oxígeno.<sup>52</sup>

La utilización de acetona o etanol, en lugar de agua, en los sistemas adhesivos, puede favorecer la resistencia adhesiva después de los blanqueamientos.<sup>39, 40</sup>

Pese a todo ello, en 3 semanas se vuelve a la normalidad.<sup>34, 41, 50</sup> Es por ello importante retrasar todos los tratamientos restauradores adhesivos, aunque en el tiempo de retraso no todos los autores están de acuerdo, ya que hay quien aconseja retrasar 24 horas<sup>34</sup>, una semana<sup>28, 52, 54</sup> o tres semanas,<sup>29</sup> aunque algunos prefieren pulir la superficie del esmalte<sup>23, 34, 55</sup>.

## **E) MODO DE FALLA**

En nuestro estudio hemos podido comprobar que la falla se observa como falla adhesiva, entre el esmalte y el material de restauración, tanto a las 24 horas como a las 3 semanas, siendo más evidente con Peróxido de Carbamida al 45%. La observación de fallas cohesivas o mixtas fue ocasional.

Para Tlitley y cols.<sup>34</sup> tras la aplicación de Peróxido de carbamida al 10%, la falla fue mixta.

Se puede concluir que existe una gran controversia en cuanto a los efectos de los agentes blanqueadores sobre los cambios químicos o morfológicos superficiales en esmalte, generado por diversos factores como, tipo de agente blanqueador, concentración y pH, edad, tiempo de aplicación, duración de tratamiento.

## **X. CONCLUSIONES**

Bajo las condiciones experimentales usadas en esta investigación, se concluye que:

- 1º. Tras la aplicación de Peróxido de Hidrógeno al 38% o Peróxido de Carbamida al 45% durante 30 minutos, se observan, en general, mínimas alteraciones de la superficie del esmalte o ninguna, no siendo significativas.
- 2º. No existen diferencias estadísticamente significativas del contenido mineral en el esmalte previo y posterior a la aplicación de Peróxido de Hidrógeno al 38% o Peróxido de Carbamida al 45%.
- 3º. La rugosidad superficial antes y después de la aplicación de Peróxido de Hidrógeno al 38% o Peróxido de Carbamida al 45%, no registró diferencias estadísticamente significativas
- 4º. Las muestras de esmalte sometidas a blanqueamiento con peróxido de hidrógeno al 38 % o peróxido de carbamida al 45 % reduce la fuerza de adhesión al esmalte después de un día, mientras que la resistencia adhesiva vuelve a valores cercanos a los encontrados en esmalte sin blanqueamiento a las tres semanas de haberse realizado el blanqueamiento independientemente de su concentración.
- 5º. El modo de falla de las restauraciones con resina compuesta en dientes previamente blanqueados con Peróxido de Hidrógeno al 38% o Peróxido de Carbamida al 45% es preferentemente de tipo adhesivo.



## **XI. BIBLIOGRAFIA**

1. **Carpena LG, Bonissoni LN, Viera LC, Monreri JS.**Effect of bleaching and morphology of enamel. J Rest Dent 2002; 14: 24-30.
2. **Amengual LJ, Llana MC, Forner NL.** Reproductibilidad en la medición del color \*in vitro\* e \*in vivo\* mediante colorímetros específicos para el uso dental. RCOE 2005; 10: 263-7.
3. **Suliaman M, Addy M, Rees JS.** Development and evaluation of a method in vitro to study the effectiveness of tooth bleaching. Journal of Dentistry 2003; 31, 415–22.
4. **Robertello FJ, Meares AW, Gunsolley JC, Baughan LW.** Effect of peroxide bleached on fluoride release of dental materials. Am J Dent 1997; 10: 264-7.
5. **Murchison DF, Charlton DF, Moore BK.** Carbamide peroxide bleaching: effects on enamel surface hardness and bonding. Operative Dent1992; 17: 181–5.
6. **Haywood B.V.** History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the night guard vital bleaching techniques. Quint Int 1992; 23: 471-88.
7. **Zalkind M, Arwas JR, Goldman A, Rotstein I.** Surface morphology changes in human enamel, dentin and cementum following bleaching: a SEM study. Endod Dent Traumatol 1996; 12:82- 8.
8. **Tezel H, Sögüt OE, Özata F, Dalgar H, Onur KZ.** Effect of bleaching agents on calcium loss from the enamel surface. Quint Int 2007; 38: 339-46.
9. **Spalding M, De Assis TLA, De Assis FG.** Scanning Electron Microscopy study of dental enamel surface exposed to 35% hydrogen peroxide: alone, with saliva, and with 10% carbamide peroxide. J Esthe Restor Dent 2003; 15: 154-64.
10. **Berga CA, Forner NL, Amengual LJ.** In- vivo evaluation of the effects of 10% carbamide peroxide and 3.5% hydrogen peroxide on the enamel surface. Med. Oral Pathol Oral Cir Bucal 2007; 12: E404-7.
11. **Joiner A.** The bleaching of teeth: A review of the literature. J Dent 2006; 34: 412- 9.
12. **Faraoni-Romano JJ, Goncalves SA, Pedroso TC, Campos SM.** Bleaching agents with varying concentrations of carbamide and or hydrogen peroxide: effect on dental microhardness and roughness.J Esthet Restor Dent 2008; 20: 395-404.

13. **Lozada O, García C, Alfonso I.** Riesgos y beneficios del blanqueamiento dental. *Acta Odontol Venez* 2000;38: 14-7.
14. **Golberg M, Grootveld M, Linch E.** Undesireble and adverse effects of tooth-whitening products: a review. *Clin Oral Investig* 2010; 14: 1-10.
15. **Baratieri NL, Ritter VA, Monteiro JS, Caldeira AMA, Cardoso VLC.** Nonvital tooth bleaching: Guidelines for the clinician. *Quint Int* 1995; 26: 597-607.
16. **Friedman S.** Internal bleaching: long term outcomes and complications. *J Am Dent Assoc* 1997; 128 (Suppl.): 51–4.
17. **Greenwall L.** *Bleaching Techniques in Restorative Dentistry.* London, Martin Dunitz, 2001.
18. **McEvoy SA.** Chemical agents for removing intrinsic stains from vital teeth. II current techniques and the clinical application. *Quintessence Int* 1989; 20(6):379-84.
19. **Prabhakar AR, Sahana Suzan, Mahantesh T, Vishwas D.** Effects of different concentrations of bleaching agent on the microhardness and shear bond strength of restorative materials – An *in vitro* study. *J Dent and Oral Hygiene* 2010; .2(1): 7-14.
20. **Oliviera M, Bittencourt JA, Sañgado LO, Chaves-Filho HDM.** Blanqueamiento dental en dientes no vitales: Condiciones actuales. *Int J Odonto Estomat* 2008; 2:61-6.
21. **Hattab FN, Qudeimat MA, Al-Rimawi HS.** Dental discoloration: an overview. *J Esthet Dent* 1999;11:291–310.
22. **Watts A, Addy M.** Tooth discoloration and staining: a review of the literature. *Br Dent J* 2001;190:309 –16.
23. **Wandera A, Feigal RJ, Douglas WH, Pintado MR.** Home- use tooth bleaching agents: An *in Vitro* study on quantitative effects on enamel, dentin and cementum. *Quint Int* 1994; 25: 541-6.
24. **Marshall MV, Cancro LP, Fischman SL.** Hydrogen peroxide: A review of its use in Dentistry. *J Periodontol* 1995; 66: 786-96.
25. **Ficha Técnica.** Opalescence Xtra Boost. Ultradent Products.
26. **Rotstein I, Lehr Z, Gedalia I.** Effect of bleaching agents on inorganic component of human dentin and cementum. *J Endod* 1992; 18: 290-3.

27. **Borges AB, Yui KCK, D'Avila TC, Takahashi CL, Torres CRG, Borges ALS.** Influence of remineralizing gels on bleached enamel microhardness in different time intervals. *Oper Dent* 2010; 35: 180-6.
28. **Türkün M, Kaya AD.** Effect of 10% sodium ascorbate on the shear bond strength of composite resin to bleached bovine enamel. *J Oral Rehab* 2004; 31:1184-91.
29. **Suliman M.** An overview of bleaching techniques: I History, Chemistry, Safety and legal aspect. *Rest Dent* 2004; 31:608-16.
30. **Swift EJ Jr.** Restorative considerations with vital tooth bleaching. *J Am Dent Assoc* 1997; 128: 60-4.
31. **Borges AB, Rodrigues JR, Borges ALS, Marsilio AL.** A. The influence of bleaching agents on enamel bond strength of a composite resin according to the storage time. *Rev Odontol UNESP.* 2007; 36(1):77-83.
32. **Danehy GE.** A direct approach to restore anterior teeth. *Am J Dent* 2000;13:55D-59D.
33. **Machado J, Machado M, Herman R, Sversut R, Duarte J, Mazza M.** The influence of time interval between bleaching and enamel bonding. *J Esthet Restor Dent* 2007; 19:111–9.
34. **Titley KC, Torneck CD , Ruse ND.** The effect of Carbamide Peroxide gel on the shear bond strength of a microfil resin to bovine enamel. *J Dent Res* 1992; 71: 20-4.
35. **Garcia-Godoy F, Dodge WW, Donohue M, O'Quinn JA.** Composite resin bond strength after enamel bleaching. *Oper Dent* 1993; 18:144-7.
36. **Lai SCN, Tay FR, Cheung GP, Mak YF, Carvalho RM, Wei SH, Toledano M, Osorio R, Pashley DH.** Reversal of compromised bonding in bleached enamel. *J Dent Res* 2002; 8:477-81.
37. **Rocha GTC, Fuzuko KA, Bühler BA.** The effects of anti-oxidants agents as neutralizers of bleaching agents on enamel bond strength. *Braz J Oral Sci* 2006; 5: 971-6.
38. **Cavalli V, Reis AF, Giannini M, Ambrosano GM.** The effect of elapsed time following bleaching on enamel bond strength of resin composite. *Oper Dent* 2001;26:597-602.
39. **Nour ED, Miller BH, Griggs J.A, Wakefield C.** Immediate Bonding to Bleached Enamel. *Oper Dent* 2006; 31:106-14.

40. **Barghi N, Godwing JM.** Reducing the adverse effect of bleaching on Composite-enamel Bond. *J Esthet Dent* 1994; 6:157-61.
41. **Metz MJ, Cochran MA, Matis BA, Gonzalez C, Platt JA, Lund MR.** Clinical Evaluation Of 15% Carbamide Peroxide on the Surface Microhardness and Shear Bond Strength of Human Enamel. *Oper Dent* 2007; 32:427-36.
42. **Perdigao J, Francci C, Swift EJ Jr.** Ultra-morphological study of the interaction of dental adhesives with carbamide peroxide-bleached enamel. *Am J Dent* 1998; 11: 291–301.
43. **Shanoon H, Spencer P, Gross K, Tira D.** Characterization of enamel exposed to 10% carbamide peroxide bleaching agents. *Quint Int* 1993; 24:39-44.
44. **Titley KC, Torneck CD, Ruse ND , Krmec D.** Adhesion or a resin composite to bleached and unbleached human enamel. *J Endod* 1993; 19:112-5.
45. **Ernest CP, Marroquin BB, Zönnchen WB.** Effect of hydrogen peroxide-containing bleaching agents on the morphology of human enamel. *Quint Int* 1996; 27: 53-6.
46. **Attin T, Hanning C, Wiegand A, Attin R.** Effect of bleaching on restorative materials and restorations – a systematic Review. *Dent Materials* 2004; 20:852-61.
47. **Farahiyah MT, Zuryati AG, Dasmawati M.** Effect of home bleaching agents on the hardness and surface roughness of resin composites. *Arch Orofac Sci* 2013, 8(1): 34-40.
48. **Nikaido T, Kunzelmam KH, Ogata M, Harada N, Yamaguchi S, Cox CF, Hickel R , Tagami J.** The in vitro dentine bond strengths of two adhesive systems in class I cavities of human molars. *J Adhes Dent* 2002 Spring; 4 (1):31-9.
49. **Godwin JM, Barghi N, Berry TG.** Time duration for dissipation of bleaching effects before enamel bonding. *J Dent Res* 1992: 713.
50. **Cvitko E, Denehy GE, Swift EJ, Pires JF.** Bond strength of composite resin to enamel bleached with carbamide Peroxide. *J Esthet Dent* 1991; 3:100-2.
51. **Gwinnett J.** Structure and Composition of enamel. *Oper Dent* 1992; 5:10-7.
52. **Gómez F.M, Campos M.A.** *Histología y Embriología Bucodental*, 2ª Ed. México, Panamericana, 2004.

53. **Amerise C, Delgado A.M. Meheris H, Santana M, Domínguez F.** Análisis cuantitativo y cualitativo de las estructuras internas de las laminillas del esmalte dentario. Rev Dental Chile 2005; 96: 26-9.
54. **Hanan KA. El-Seoud; Mohamed Al, Hafez R.** Proper timing of bonding composite resin to bleached enamel. C.D.J. 2008: 24(3): 437:46.
55. **Shimer JP, Hu JC.**Dental enamel Formation and its impact on clinical dentistry. J Dent Edu 2001; 65: 896-905.
56. **Ten Cate AR.** Histología Oral Desarrollo, Estructura y Función. 2ª. Ed. Buenos Aires, Panamericana; 1986.
57. **Monterde CME, Delgado RJM, Martínez RIM, Guzmán FCE.** Desmineralización- remineralización del esmalte dental. Revista ADM 2002;14:220-2.
58. **Bhaskar SN.** Histología y embriología Bucal de Orban.11ª Ed. Buenos Aires-Argentina: Prado,1991. Dentistry.4<sup>th</sup> Edition. St. Louis, Mosby, Inc., St. Louis, 2002: 236-267.
59. **Sicher H.** Histologia y Embriología Bucal. 2ª Ed. México. La Prensa Médica Mexicana, 1982.
60. **Carrillo SC.** Desmineralización y remineralización. El proceso en balance y la caries dental. A D M 2010; LXVII (1): 30-2.
61. **Gladwell J, Simmons D, Wright JT.** Remineralization potencial of a fluoridated carbamide peroxide whitening gel. J Compilation 2006;18: 206-13.
62. **Carrillo C.** Dentina y Adhesivos Dentinarios. Conceptos Actuales, Revista ADM 2006; LXIII: 2:45-51.
63. **Fuentes FMV.** Propiedades mecánicas de la dentina humana. Av. Odontoestomatol 2004; 20: 79- 83.
64. **Nathoo SA.** The chemistry and mechanism of extrinsic and intrinsic discoloration. J Am Dent Assoc 1997; 128:6S–10S.
65. **Rodríguez PMR.** Clasificación de alteraciones cromáticas en la estructura dental. Revista Odontólogo Moderno 2005; 13(2): 1.
66. **Rodríguez PMR.** Clasificación de alteraciones cromáticas en la estructura dental. Revista Odontólogo Moderno 2005;14(2):10.
67. **Sánchez RA, Rogers SR, Sheridan JP.** Tetracycline and other tetracycline-derivative staining of the teeth and oral cavity. International J of Dermatology 2004; 43: 709-15.

68. **Anzaldua LR, Méndez MR, Cornejo PMA, Oliver PR.** Tesis: "Eficacia y seguridad clínica en dos tipos de blanqueamiento dental de peróxido de hidrógeno al 35%".2005. Para la obtención del grado de Especialidad en Prosthodontia. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Facultad de Odontología, 2005.
69. **Mortazavi V, Fathi MH, Ataei E, Khodaeian N.** The Effect of 15% Carbamide Peroxide Bleaching on the Shear Bond Strength of Composite to Enamel. Shiraz Univ Dent 24 J 2009; Vol.9, Suppl. 1: 24-30.
70. **Scherer W, Cooper H, Ziegler B, Vijayaraghavan TV.** At- home bleaching system: Effects on enamel and cementum. J Esthet Dent 1991;3: 54-6.
71. **Dostalova T, Jelinkova H, Housova D, Sulc J, Nemec M, Miyagi M, Brugnera JA, Zanin F.** Diode Laser-Activated Bleaching. Braz Dent J (2004) 15(Special issue): SI-3-SI-8.
72. **Namoto R., Mc Cabe JF, Hirano S.** Comparison of halogen, plasma and LED curing uniting. Oper Dent 2004; 29(3): 287-94.
73. **Sun G.** The role of lasers in cosmetic dentistry. Dent Clin North Am2000; 44 (4):831-50.
74. **Marshall MV, Gragg PP, Packman EW, Wright PB, Cancro LP.** Hydrogen peroxide decomposition in the oral cavity. Am J Dent 2001;14: 39-45.
75. **Haywood VB.** The food and drug administration and it's influence on home bleaching. Curr Opin Cosmet Dent 1993; 1:12-8.
76. **Haywood VB, Heymann HO.** Nightguard vital bleaching. Quintessence Int 1989; 20: 173-6.
77. **Crispin JB.** Bases prácticas de la odontología Estética. 1ª Ed. Barcelona, Editorial Masson, 1998.
78. **Gallego G, Zuluaga O.** Combinación de tres técnicas de blanqueamiento en dientes no vitales. Reporte de un caso. Revista CES Odontología. 2006;19: 47-52.
79. **Nakamura O,Saito T.** The effects of polishing and bleaching on the colour of discoloured teeth in vivo. J of Rehabilitation 2001; 28;1080-4.
80. **Bitter NCA.** Scanning electron microscope study of the long-term effect bleaching agents on the enamel surface in vivo. General Dentistry,1998; 84-8.
81. **Pérez VLF, Díaz SAM, Aguire SGM, Alcántara MC, Aguilar ARE, Acevedo MJE, Alvarado AR, Amanca PMA, Alvarado GF.** Efecto del peróxido de

- carbamida sobre el esmalte dentario a diferentes concentraciones y tiempos de exposición (estudio in vitro). *Odontol Sanmarquina* 2004;8: 25-9.
82. **Hegedus C, Bistey T, Flóra-Nagy E, Kesztheyi G, Jenel A.** An anatomic microscopy study on the effect of the bleaching agents on enamel surface. *J Dent* 1999; 27:509-15.
  83. **Leonar R, Sharma A, Haywood VB.** Use of different concentrations of carbamide peroxide for bleaching teeth: An in vitro study. *Quint Int* 1998; 29: 503-7.
  84. **Polydorou O, Hellwig E, Hehn P.** The efficacy of teeth different in-office bleaching systems and their effect on enamel microhardness. *Oper Dent* 2008; 33: 579-86.
  85. **Roesch RL, Peñaflo FE, Navarro MR, Dib KA, Estrada EBE.** Tipos y técnicas de blanqueamiento dental. *Rev Oral* 2007; 27: 292-5.
  86. **Melo N, Gallego JG, Restrepo LF, Peláez A.** Blanqueamiento vital y métodos para la eficacia y estabilidad. *Rev CES* 2006;19: 53-60.
  87. **Sarrett DC.** Tooth whitening today. *J Am Dent Assoc* 2002: 133: 1535-8.
  88. **Gerlach RW, Zhov X.** Vital bleaching wit whitening strips: Summary of clinical Research on Effectiveness and tolerability. *J Contemp Dent Pract* 2001: 2(3): 1-16.
  89. **Seghi RR, Denry I.** Effects of external bleaching on indentation and abrasion characteristics of human enamel in Vitro. *J Dent Rest* 1992; 71: 1340-4.
  90. **Berga CA, Forner NL, Amengual L.** Blanqueamiento vital domiciliario: comparación de tratamiento con peróxido de hidrógeno y peróxido de carbamida. *Med Oral Patol Cir Bucal* 2006;11: 94-9.
  91. **Justino LM, Tames DR, Demarco FF.** In situ and in vitro effects of bleaching with carbamide peroxide on human enamel. *Oper Dent* 2004; 29: 219-25.
  92. **Amato M, Scaravilli MS, Farella M, Riccitiello MF.** Bleaching teeth treated endodontically: long-term evaluation of a case series *J Endod* 2006; 32: 376-8.
  93. **Dahl JE, Pallensen U.** Tooth bleaching- A critical review of the biological aspects. *Crit. Rev. Oral Biol Med* 2003;14: 292- 304.
  94. **Suleiman M.** An overview of bleaching techniques: 2. Night guard vital bleaching and non-vital bleaching. *Dent Update* 2005; 32: 748-54.



95. **Cavalli V, Arrais CAG, Giannini M, Ambrosano MB.** High-concentrated carbamide peroxide bleaching agents effects on enamel surface. *J Oral Rehab* 2004;31: 155-9.
96. **McGuckin R, Babin JF, Meyer BJ.** Alterations in human enamel surface morphology following vital bleaching. *J Prosth Dent* 1992;68:754-60.
97. **Rotstein I, Dankner E, Goldman A, Heling I, Stabholz A, Zalkind M.** Histochemical Analysis of dental hard tissues following bleaching. *J Endod* 1996;22: 23-6.
98. **Tarkany BR, Rodríguez LA, Campos SM.** The effects of seven carbamide peroxide bleaching agents on enamel microhardness over time. *JADA* 2003;134: 1335-42.
99. **Cabrera A, David M, Pacheco L, Suárez A, Garzón H.** Efectos del peróxido de hidrógeno activado con luz ultravioleta y el peróxido de carbamida en aclaramiento dental. *Rev Estomatología* 2008;16: 18-24.
100. **Potocnik I, Kosec L, Gaspersic D.** Effect of 10% carbamide peroxide bleaching gel on enamel microhardness, microstructure, and mineral Content. *J Endod* 2000;26: 203-6.
101. **Schwartz RS, Summitt JB, Robbins JW.** *Odontología Operatoria*. 1<sup>a</sup> Ed. Caracas, Venezuela, Editorial Actualidades Odontológicas Latinoamérica CA,1999.
102. **Schmiseder J.** *Odontología Estética*. Barcelona, Ed. Masson, SA, 2000:103-24.
103. **Henostroza, G.** *Adhesión en Odontología Restauradora*. 1<sup>a</sup> Ed. Brasil, Editorial Maio, 2003.
104. **Kenneth J, Anusavice K.** *Phillips Ciencia de los Materiales Dentales*. 11<sup>a</sup> Ed. Madrid, España: Elsevier, 2004 : 381-98.
105. **Van Meerbeeck B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Lambrechts P, Vanherle G, Bounocore MG.** Memorial Lecture. Adhesion to Enamel and Dentin: Current Status and Future Challenges. *Oper Dent* 2003; 28: 215-35.
106. **Nakabayashi N, Kojima K, Mashujara E.** The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res* 1982; 16:1240-3.
107. **Buonocore MG.** A Simple Method of Increasing the Adhesion of Acrylic Filling

- materials to enamel surfaces. J D Res 1955; .34: 849-53.
108. **Barrancos J.** Operatoria Dental, 4ª Ed. Buenos Aires, Editorial Medica Panamericana, 2006.
  109. **Fusayama T, Masoto N, Norimasa K, Massak I.** Non-Pressure Adhesion of a New Adhesive Restorative Resin. J Dent Res 1979; 58 (4): 1364-70.
  110. **Koliniotou CE.** In vivo evaluation of microleakage from composites with new dentine adhesives. J Or Rehab 2004; 31: 1014-22.
  111. **Carpna LG, Baratiere LN, Caldeira de A MA, Vieira LCC.** Dental adhesion: Present state of the and future perpectives. Quint Int 2002; 33: 213-24.
  112. **Sebnem TL.** The clinical performance of one-and two-step self-etching adhesive systems at one year. J Am Dent Assoc 2005;136: 656-64.
  113. **Da Silva MJ, Machado CMS, Hernan SR, Sversut de Alexandre R, Duarte C J, Marcal MSML.** The influence of time interval between bleaching and enamel bonding. J Esthet Restor Dent 2007; 19:111-9.
  114. **Amancio-Chassín O, Clark P, Glender W, León G, Merino-Conde E, Orozco JA, Sales-Carmona V, Viramontes JL.** Concordancia entre observadores en la evaluación de protocolos de investigación clínica. Revista Médica del Hospital General de México, S.S. 1995; 58(1): 24-31.