



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

**EFFECTOS DEL BLANQUEAMIENTO DENTAL: CON OZONO,
PERÓXIDO DE CARBAMIDA AL 45 % Y PERÓXIDO DE
HIDRÓGENO AL 40% SOBRE LA FUERZA DE ADHESIÓN AL
ESMALTE**

Autora:
LUISA LEONOR FRANCO SÁNCHEZ

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Previa a la obtención del título de:
ODONTÓLOGA

Tutor: **DR. JULIO ANDRÉS MOCAYO AVILÉS**

Guayaquil - Ecuador
2013



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por Luisa Leonor Franco Sánchez, como requerimiento parcial para la obtención del Título de Odontóloga.

TUTOR

Doctor Julio Moncayo Avilés

REVISOR(ES)

DIRECTOR DE LA CARRERA

Juan Carlos Gallardo

Guayaquil, a los 28 días del mes de junio del año del 2013



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Luisa Leonor Franco Sánchez**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación “Efectos del blanqueamiento dental: con ozono, peróxido de carbamida al 45% y peróxido de hidrógeno al 40%, sobre la fuerza de adhesión al esmalte”; previa a la obtención del Título **de Odontóloga**, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 28 días del mes de julio del año 2013

AUTORA

Luisa Franco Sánchez



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

AUTORIZACIÓN

Yo, Luisa Leonor Franco Sánchez

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: “Efectos del blanqueamiento dental: con ozono, peróxido de carbamida al 45% y peróxido de hidrógeno al 40%, sobre la fuerza de adhesión al esmalte”; cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 28 días del mes de julio del año 2013

AUTORA

Luisa Franco Sánchez

“Nunca consideres al estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber”

Albert Einstein

Agradecimiento:

La gratitud es la memoria del corazón.

Agradezco primeramente a Dios, por la bendición infinita de tenerme con salud al igual que a mi familia. Él junto con la Virgen santísima son los guías de mi camino.

A mis padres, porque con su apoyo lleno de amor, consejos sabios y constantes esfuerzos lograron inculcarnos a mi hermano y a mí la ética, la moral y la fe, necesarias para hacernos gente de bien, y me dieron también la oportunidad de educarme y seguir la carrera que elegí para ejercer como profesional. Eternamente gracias, los amo.

Agradezco especialmente a mi mami Pilar, porque con su amor desinteresado, puro e infinito ha sido y de seguro seguirá siendo ese apoyo y esa base fundamental para ser hoy lo que soy. No basta la palabra gracias para todo lo que has hecho por mí mami. Tienes mi amor.

A mi tutor Dr. Julio Moncayo, por saber impartir a sus alumnos sus conocimientos de forma magistral, por aceptar orientarme y formar parte de este trabajo monográfico, parte importante del inicio de mi carrera.

A la Dra. Lucy Calderón Zumárraga por acceder a colaborar con esta investigación, y recibirnos en su consultorio, para la aplicación de Ozono como agente blanqueador a mis muestras. Parte esencial del presente.

Al Sr. Enrique Tutiven técnico de operaciones de la LEMAT en la Espol, con quien realizamos los ensayos de tracción en la máquina Shimadzu modelo AGS-10kNX. Gracias por su infinita paciencia y colaboración.

Hay profesores que nos enseñan más de vida que definiciones, gracias al Dr. William Córdova por ser mi amigo, y quien me ofreció su apoyo y conocimientos en primer lugar para la realización de este trabajo. También quiero agradecer al Dr. Pablo Tenorio por sus consejos y guías, revisando mi proyecto.

La gratitud en silencio no sirve mucho a nadie, por eso, aunque sabes que te estoy agradecida, quiero dejar constancia de ello, gracias eternas Evelyn Arteaga Arteaga amiga y compañera mía, por estar a mi lado y apoyarme para superar juntas cualquier obstáculo y por celebrar también como tuyos mis aciertos. Gracias hermana.

A todos muchas gracias.

Dedicatoria:

Quisiera dedicar este trabajo primeramente a mi mamita Luchi, quien siempre me dio su bendición mientras la tuve a mi lado y que me sigue llegando, la sigo sintiendo a pesar de estar ya al lado de Dios. Su vida fue ejemplo para mí y todo lo que yo haga en la mía siempre será dedicado y en honor a ella, siguiendo sus enseñanzas. Amor eterno.

A mis 4 amores, mi papi Milton, mi mami Rocío, mi mami Pilar y mi ñaño Milton Daniel; quienes indiscutiblemente son mi motor, mi apoyo, por y para quienes van encaminadas todas mis luchas hacia la superación. Este pedazo de mi esfuerzo es suyo.

A mi padrino, mi ñaño y modelo a seguir, gran baluarte para el país, la provincia de El Oro y en especial para mi familia, a quien le estaré eternamente agradecida por todo su apoyo durante mi vida estudiantil y por predicar e inculcarme con el ejemplo ese amor infinito y servicial hacia la patria y el prójimo, esa lucha para defender nuestros ideales y ese trabajo diario para lograr el desarrollo y la superación; Mi querido Ñaño Montgo.

A mis tíos, tías, primos, primas y demás familiares que me brindan su amor, que siempre han estado para mí en cualquier circunstancia, y con los que he aprendido que la familia va primero, el que se mete con uno se mete con todos. Este logro también es para ustedes.

Por último, pero no menos importante quiero dedicar este trabajo a mis amigas quienes me han acompañado a la distancia y en forma presencial en mis desvelos durante la realización del mismo, en los momentos de frustración y en los de alegría por cada paso dado y avanzado, mi grandes amigas Brenda Salinas Villareal y Evelyn Arteaga Arteaga. Gracias infinitas.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULOS	PÁG.
1. Resumen	16
2. Introducción	17
2.1 Justificación	19
3. Planteamiento del Problema	21
4. Objetivos	22
5. Marco Teórico	23
5.1 Sustrato Adamantino o Esmalte	23
5.1.1 Composición Química del Esmalte	23
5.1.2 Propiedades Físicas y Características del Tejido Adamantino	24
5.2 Adhesión	25
5.2.1 Terminología	25
5.2.2 Medios y Forma de Adhesión	28
5.2.2.1 Mecánica	28
5.2.2.2 Química	31
5.2.3 Factores que favorecen a la Adhesión	32
5.3 Adhesión al Esmalte	37
5.3.1 Acondicionamiento ácido del Esmalte	37
5.3.2 Concentración del ácido y tiempo de acondicionamiento	38
5.3.3 Protocolo para la preparación del esmalte	39
5.4 Sistemas Adhesivos	39
5.4.1 Clasificación de los sistemas adhesivos	40

5.5 Resinas compuestas o Composites	42
5.5.1 Composición básica de los Composites	42
5.5.2 Clasificación de las resinas Compuestas	42
5.6 Polimerización y Adhesión	45
5.7 Fuerza de Unión	48
5.7.1 Pruebas para medir la Fuerza de Unión	48
5.8 Blanqueamiento Dental	49
5.8.1 Indicaciones del Blanqueamiento Vital	49
5.8.2 Contraindicaciones del Blanqueamiento Vital	50
5.8.3 Agentes Blanqueadores	51
5.9 Peróxido de Hidrógeno como Blanqueamiento	51
5.9.1 Bioquímica del Peróxido de Hidrógeno	52
5.9.2 Funcionamiento del Peróxido de Hidrógeno	52
5.10 Peróxido de Carbamida como Blanqueamiento	53
5.10.1 Bioquímica del Peróxido de Carbamida	53
5.10.2 Funcionamiento del Peróxido de Carbamida	53
5.11 Efectos Secundarios del Blanqueamiento con Peróxidos	54
5.11.1 Sensibilidad Dental	54
5.11.2 Irritación Gingival	55
5.11.3 Efectos del Blanqueamiento con Peróxidos sobre el Esmalte	56
5.11.4 Efectos sobre la Adhesión	60
5.12 El Ozono como agente blanqueador	61
5.12.1 Ozono su historio y su uso en la terapia de la Salud	61
5.12.2 El Ozono en Odontología	62
5.12.3 Los Límites de exposición y Efectos secundarios del Ozono	65

6. Hipótesis	66
7. Variables	67
7.1 Operacionalización de la variable	68
8. Materiales y Métodos	71
8.1 Diseño	71
8.2 Materiales	72
8.3 Criterios de inclusión para las muestras	73
8.4 Criterios de Exclusión para las muestras	74
8.5 Preparación de la muestra	74
8.5.1 Blanqueamiento	74
8.5.2 Base Acrílica	75
8.5.3 Adhesión y resina	76
8.6 Técnica de recopilación de Datos	77
8.6.1 Prueba de Tracción	77
8.6.2 Análisis Estadístico	77
9. Resultados	79
10. Conclusiones	86
11. Anexos	88
12. Bibliografía	106

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS	PÁG.
1. Resumen esquemático de la adhesión	27
2. Ejemplo de clasificación de adhesión y unión dental	27
3. Retención o anclaje por fricción	29
4. Efectos Geométricos	30
5. Efectos Reológicos	31
6. Placas de vidrio no en íntimo contacto	33
7. Placas de vidrio en íntimo contacto	33
8. Gotas de líquido sobre la superficie de un sólido	35
9. Cronología del desarrollo de las resinas compuestas	44
10. Superficie del esmalte no blanqueado	56
11. Superficie del esmalte expuesto al 20% Peróxido de C.	57
12. Superficie del esmalte expuesto al 10% Peróxido de C.	57
13. Microfotografía del esmalte no blanqueado	59
14. Microfotografía del esmalte blanqueado con 35% de Peróxido C.	59
15. Forma de aplicación del Ozono al paciente	63
16. Confección de las cubetas individuales	63
17. Blanqueamiento con Ozono de incisivos inferiores de una rata	65
18. Piedra pómez	90
19. Colocación de la piedra pómez en el diente	90
20. División de las piezas en los 4 grupos y almacenamiento en saliva artificial	91
21. Materiales utilizados para el blanqueamiento con P2H2	91
22. Aplicación del P2H2 sobre las muestras	92

23. Materiales utilizados para blanqueamiento con peróxido de C.	92
24. Aplicación del peróxido de C. sobre las muestras	93
25. Centro Odontológico Neurofocal	93
26. Dra. Lucy Calderón Z.	94
27. Máquina de Ozonoterapia	94
28. Eliminación del Oxígeno del recipiente con las muestras	95
29. Aplicación del ozono sobre las muestras	95
30. Piezas dentarias aclaradas con ozono	96
31. Odonsección de las raíces	96
32. Elaboración de la base acrílica	97
33. Muestras en la base acrílica	97
34. Materiales para la colocación de los Sist. Adhesivos	98
35. Aplicación del ácido fosfórico	98
36. Aplicación del Sist, Adhesivo Multicomponente	99
37. Aplicación del Sist. Adhesivo Monocomponente	99
38. Aplicación de la resina.	100
39. Medición del ancho y largo de los conos de resina	100
40. Laboratorio LEMAT	101
41. Máquina Shimadzu	101
42. Colocación de las muestras y ajuste con el alambre de cobre	102
43. Tensionamiento previo del alambre de cobre	102
44. Muestra Lista para el inicio de los ensayos	103
45. Separación de la resina de la superficie vestibular de la corona dental	103
46. Sistema operativo de los estudios de tracción	104

ÍNDICE DE TABLAS

TABLAS	PÁG.
I. Componentes de los Sist. Adhesivos	41
II. Porcentaje de variación con respecto al grupo de control	85
III. Resultado de la Fuerza de Adhesión de cada ensayo del grupo de control	88
IV. Resultado de la Fuerza de Adhesión de cada ensayo del grupo de Peróxido H.	88
V. Resultado de la Fuerza de Adhesión de cada ensayo del grupo de Peróxido C.	89
VI. Resultado de la Fuerza de Adhesión de cada ensayo del grupo de Ozono	89

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICAS	PÁG.
A. Media del Grupo de control: Sist. Monocomponente-Multicomponente	79
B. Comparación de la Fuerza adhesiva de los 3 tipos de blanqueamiento (Mono)	80
C. Comparación de la Fuerza adhesiva de los 3 tipos de blanqueamiento (Multi)	81
D. Comparación de la Fuerza de Adhesión Sist. Adhesivos (Peróxido de H)	82
E. Comparación de la Fuerza de Adhesión Sist. Adhesivos (Peróxido de C)	83
F. Comparación de la Fuerza de Adhesión Sist. Adhesivos (Ozono)	84

1) RESUMEN:

El objetivo del presente estudio fue demostrar que los efectos sobre la adhesión en el esmalte del blanqueamiento dental con ozono como agente blanqueador son de menor duración en comparación con el Peróxido de Hidrógeno y el Peróxido de Carbamida y analizar a la vez la influencia sobre la adhesión del uso del sistema adhesivo monocomponente o el uso del sistema adhesivo multicomponente. 64 dientes humanos fueron divididos en 4 grupos: Control (#4) y 3 grupos experimentales (#20 cada uno). El grupo control no recibió blanqueamiento y los otros tres grupos si, el G1 con peróxido de hidrógeno, G2 con peróxido de carbamida y G3 con ozono, durante 5 días seguidos. Luego de cada sesión, se almacenaron en saliva artificial, la que se removió cada tres días. En la superficie vestibular se levantó un bloque de resina a los 0, 1, 7, 14 y 21 días después del blanqueamiento, para la adhesión del composite se usó en 10 dientes de cada grupo sistema adhesivo monocomponente y en los otros 10 restantes el sistema adhesivo multicomponente. Se realizó pruebas de tracción para medir la fuerza adhesiva. Los datos se analizaron mediante el test de ANOVA con el empleo del paquete estadístico SPSS 12.0. Los resultados mostraron que existe una diferencia estadísticamente significativa entre el grupo de control y los 3 grupos experimentales al día 0 y que paulatinamente al paso de los días se fue reduciendo, a los 21 días el grupo G3 mostró fuerza adhesiva similar al control y los grupos G1 y G2 aún mostraban una baja adhesión. El desempeño de los dos sistemas adhesivos fue similar, con una ligera pero no significativa superioridad a favor del sistema adhesivo monocomponente.

2) INTRODUCCIÓN:

En la actualidad el "boom" de la odontología es la estética, de suma importancia también es que ésta sea conservadora. Hoy por hoy todo procedimiento va encaminado hacia la obtención de un aspecto natural, armónico y bello que preserve a la par el órgano dental y sus tejidos.

El aumento de conciencia de los pacientes con respecto a el color, la forma y la alineación de los dientes anteriores, y cómo éstas juegan un papel importante en el aspecto de la cara, los ha llevado a buscar tratamientos para las imperfecciones dentales percibidas.

La decoloración de los dientes anteriores, en particular, se describe como que conduce a una baja autoestima, falta de confianza y una mayor conciencia de la imperfección física o estética.

Debido a esto en la práctica odontológica diaria se ha visto la necesidad de aplicar procedimientos encaminados a la solución de este problema y el más utilizado es el blanqueamiento dental, por ser conservador y relativamente económico ante las otras opciones como carillas o coronas dentales. Tan grande es la demanda de tratamientos de aclaramiento dental que se ha convertido en una industria anual de miles de millones de dólares generando una gran cantidad de literatura publicada, que particularmente es de calidad variable, llegan a promocionar un producto superficial con contenido científico "profundo". Esto se ilustra por el número de artículos que salen de una búsqueda en Internet de dos bases de datos, cuando se utilizan los términos "blanqueamiento dental o blanqueamiento". Una búsqueda en Google revela 468.000 resultados, mientras PubMed, utilizando los mismos términos produjeron 4.929 trabajos científicos.

Como ya dijimos el blanqueamiento dental es conservador, pero sin embargo, con mucha frecuencia se deben cambiar restauraciones de resina en los dientes anteriores, debido a que su color no cambia con el blanqueamiento dental, cerrar diastemas, colocar carillas, etc. Y esto trae consigo problemas, puesto que estudios han demostrado que tanto el peróxido de hidrógeno como el de carbamida afectan a la fuerza de unión de las resinas al esmalte grabado después del blanqueamiento. Varias teorías se han propuesto para explicar el porqué de esto, se han señalado cambios en la estructura del esmalte, la pérdida del contenido mineral y el aumento de la porosidad aparentando un sobre grabado por pérdida de los prismas del esmalte. (30) Otra teoría habla de la captación de oxígeno en los prismas del esmalte, lo que inhibe completamente la polimerización de algunas resinas evitando que el sistema adhesivo y ésta se adhieran al tejido, lo que ocasiona un mal sellado marginal y con ello microfiltración. (31) Se conoce que a mayor tiempo de exposición al peróxido de hidrógeno, mayor es la profundidad del oxígeno. (30) Para evitar esto se recomienda postergar el procedimiento adhesivo por un tiempo aún no bien definido, desde 24 horas, 2 semanas y hasta 4 semanas.

La búsqueda de nuevas técnicas de blanqueamiento dental y el perfeccionamiento de los sistemas adhesivos hace que se produzcan nuevas investigaciones para evaluar métodos innovadores. Para la elaboración del presente estudio me basé en varios artículos científicos y literarios, principalmente uno elaborado por los Drs.: Ana María Miranda Zárate, Gabriel Nima Bermejo, Juan E. Bazán Ponce de León y Miguel A. Saravia Rojas. con el tema: "Efectos de un blanqueamiento dental con ozono y otro con peróxido de carbamida al 22% sobre la fuerza de adhesión al esmalte en diferentes intervalos de tiempo", publicado en la Acta Odontológica Venezolana Volumen 47 No 4/ 2009. El objetivo de ese estudio fue demostrar que los efectos del blanqueamiento dental con Ozono sobre el esmalte son de menor duración en comparación con el Peróxido de Carbamida. Llegaron a la conclusión de que existe una diferencia estadísticamente significativa en 0 y 1 días después de realizado el blanqueamiento en ambos grupos, luego de una semana la fuerza de adhesión del grupo Oz fue similar a la del control; mientras que los valores del grupo PC fueron bajos incluso después de tres semanas.

En el presente trabajo de tesis se busca corroborar o no los resultados de éste estudio, con la diferencia de que las pruebas se realizarán en dientes humanos, se aumentará un grupo de blanqueamiento con peróxido de hidrógeno y se aplicará para la adhesión dos sistemas adhesivos, el de multicomponentes (4ta generación) y el de monocomponentes (5ta generación) para comparar si influyen o no en los resultados.

2.1 JUSTIFICACIÓN:

A pesar de los resultados satisfactorios conseguidos con la técnica de blanqueamiento dental, innumerables investigaciones han puesto en evidencia la disminución significativa de los valores de adhesión sobre el esmalte y para mejorar la misma después del blanqueamiento se sugiere, como ya fue mencionado, postergar el tratamiento restaurador de dos a tres semanas, situación incómoda para los pacientes.

Ante la necesidad de métodos alternativos que carezcan de estos efectos, actualmente se ha propuesto el ozono como agente blanqueador.

Es por esto que se justifica la realización del presente estudio, para analizar los efectos de esta nueva técnica con ozono sobre la adhesión en el tejido adamantino y compararla con los efectos al usar peróxido de carbamida al 45% y peróxido de hidrógeno al 40% como agentes blanqueadores. Se busca por ende, beneficiar más que nada al paciente, puesto que la única manera de mejorar lo ya establecido o lo que se conoce, es investigando, si la hipótesis de este trabajo resulta verdadera, se abriría el campo para trabajar en mancomunidad blanqueamiento-restauraciones adhesivas, sin esperar por mucho tiempo para poder trabajar sobre un esmalte óptimo para la adhesión, o al menos que se minore esta espera. Si no resulta positiva la hipótesis quedará sentada la aplicación de una nueva técnica para blanqueamiento dental y se obtendrán conclusiones. Además también se comparará si influye o no el uso de adhesivos de 4ta (multicomponentes) y 5ta (monocomponente) generación sobre la adhesión al esmalte, lo que beneficiará al odontólogo, pues tendrá en

este estudio una referencia bibliográfica y recomendaciones para saber elegir el sistema adhesivo más conveniente.

En lo personal la elaboración de este trabajo es justificable, pues principalmente ganaré ilustración y práctica sobre este tema tan requerido en la actualidad. También la realización de este estudio es requerimiento básico para la obtención de mi tan ansiado título de odontóloga de la República del Ecuador, y dar por iniciado así, una nueva etapa de mi vida, como profesional; anhelante de poner en práctica lo aprendido, con ganas de seguir progresando y obteniendo más conocimientos, que me ayuden a poder brindarle a la sociedad la mejor atención posible y con técnicas actuales.

3) PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

Los dientes que han recibido blanqueamiento y deban ser sometidos a un tratamiento restaurador, no poseen la misma capacidad de adhesión que los dientes que no han sido blanqueados, por los efectos que los componentes del blanqueamiento tienen sobre el esmalte; teniendo que postergar el procedimiento restaurador por 2, 3 y hasta 4 semanas.

Los problemas que se plantean en el presente estudio son: ¿el ozono como agente blanqueador en comparación con el peróxido de carbamida y el peróxido de hidrógeno, minora el tiempo de espera para el inicio de la práctica restaurativa o no? ¿Existe diferencia estadísticamente importante entre el uso de sistemas adhesivos monocomponentes o multicomponentes sobre la fuerza de unión al esmalte de las muestras blanqueadas o no?

4) OBJETIVOS:

4.1 OBJETIVO GENERAL:

- Investigar y demostrar que los efectos del blanqueamiento dental con ozono sobre la adhesión al esmalte son de menor duración en comparación con el blanqueamiento de peróxido de carbamida y el peróxido de hidrógeno, mediante un estudio comparativo in-vitro con dientes humanos usando un macrotensiómetro (máquina de tracción Shimatzu) para evaluar la fuerza de adhesión post blanqueamiento.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar en qué intervalo de tiempo post blanqueamiento puede aplicarse el mecanismo de adhesión.
- Analizar si el uso de adhesivos mono componentes o de sistemas de adhesión en 2 partes influyen sobre la adhesión al esmalte, post blanqueamiento.
- Establecer con qué método adhesivo y con qué blanqueamiento se realiza una mejor práctica clínica.

5) MARCO TEÓRICO:

5.1 SUSTRATO ADAMANTINO O ESMALTE

El esmalte es el único tejido mineralizado que tiene su origen en el epitelio oral y a su vez se forma a partir del ectodermo embrionario. Es un tejido avascular, aneural, acelular y de mayor contenido mineral del cuerpo humano, se encuentra en directa relación con el medio bucal y con la dentina subyacente a la estructura interna, en el cuello se encuentra en relación inmediata con el cemento que recubre la raíz. (8, 16, 17)

5.1.1 Composición química del esmalte:

Del total de su volumen, el 95 al 97% está conformado por elementos inorgánicos, de los cuales el componente principal es la apatita que se presenta como carbonato-hidroxiapatita, un mineral con estructura cristalina (distribuciones regulares y tridimensionales de átomos en el espacio); 2% de agua, que se encuentra firmemente unida al cristal o circulando libremente en los poros y débilmente unida a la porción inorgánica; 1% de substancia orgánica, de naturaleza proteica como las amelogeninas y enamelinas, además de carbohidratos, lípidos, elementos cálcicos y los fosfatos, aluminio, hierro, estroncio, magnesio, vanadio, entre otros conforman la estructura histoquímica del esmalte. En el análisis químico se revela que en él predomina el calcio sobre los fosfatos y el que se encuentra en mayor cantidad es el calcio hidratado que como ya mencionamos, se denomina hidroxiapatita. Por su alto contenido inorgánico puede ser sometido a un mayor secado, a comparación de la dentina, promoviendo así una adhesión al esmalte más confiable. (4, 8, 18)

5.1.2 Propiedades Físicas y Características del Tejido adamantino:

Este tejido cubre y protege toda la corona anatómica del diente, el grosor de esta cubierta protectora es variable sobre la superficie completa de la corona, en la parte de las cúspides de molares y premolares alcanza un espesor máximo de 2 a 2,5 mm, adelgaza en las zonas cervicales y en las fosas y fisuras de los dientes, tanto como el filo de un cuchillo. (4, 8, 11, 16)

Una de las características más importantes del esmalte es la que éste reacciona ante cualquier injuria sea física, química o biológica, con pérdida de sustancia, cuya magnitud está en relación directa con la intensidad. (21)

Es el tejido calcificado más duro del cuerpo humano debido a su alto contenido de sales minerales, esta dureza corresponde a 5 en la escala de Mohs (escala de 1 a 10 que determina la dureza de ciertas sustancias) y está directamente relacionada con el grado de mineralización, o sea disminuye desde la superficie libre a la unión amelodentinaria. A la vez es un tejido poroso, que funciona como una barrera semipermeable y puede ser atravesado, especialmente por fluidos y pequeñas moléculas; se ha sugerido que existen vías submicroscópicas de transporte molecular y el agua sería el transportador de iones. (4, 8,19)

El esmalte tiene baja elasticidad pues ésta depende de la cantidad de agua y sustancia orgánica que posea un tejido, y éste tiene muy poco porcentaje de ambos, por lo que en caso de no contar con el apoyo elástico de la dentina o cuando aumenta su carga mineral por esclerosis, o en caso de existir también un estrés oclusal o un ciclaje térmico y mecánico elevado se convierte en un tejido frágil, con tendencia a las macro y micros fracturas. (19)

El tejido adamantino también es capaz de remineralizarse porque posee la capacidad de captar continuamente ciertos iones o moléculas existentes en la saliva. Esto sólo ocurre en un pequeño espesor de la superficie (30um). (19)

Otra característica del esmalte es su radiopacidad (oposición al paso de los rayos x), que es la más elevada en el cuerpo humano por su alto grado de mineralización, en las radiografías se puede observar como un capuchón blanco cuando éste no está afectado por caries que por el contrario son radiolúcidas y se observan como una mancha negra. (20)

En el esmalte maduro no existen células ni prolongaciones celulares, éstas se pierden durante la erupción y por ello no se puede elaborar nuevo esmalte por aposición luego de la erupción, o sea, no hay crecimiento del esmalte maduro. (18)

Todas estas características expuestas y otras más, hacen que el tejido adamantino humano maduro sea único entre todos los tejidos calcificados. (18)

5.2 ADHESIÓN

Con total seguridad, se puede aseverar que gracias a la ADHESIÓN se han podido realizar las más grandes innovaciones en la práctica de la odontología durante toda su historia, con un mayor auge en el siglo XX. Siendo ya, actualmente en el siglo XXI totalmente común y corriente valerse de la adhesión en un sinnúmero de acciones tanto en la práctica clínica como en el laboratorio, haciendo que inclusive muchas veces no se valore la magnificencia de poder contar con esta herramienta, que solo épocas atrás se hacía inimaginable poder aplicar. (1)

5.2.1 Terminología:

Si realizáramos una revisión bibliográfica sobre la definición de adhesión, encontraremos muchos conceptos al respecto, que van desde el desglose etimológico de la palabra, hasta las definiciones prácticas para usar el término "adhesión". (4)

Etimológicamente la palabra adhesión tiene su origen en el vocablo latino (adhaesio) que significa unir, juntar una o más partes (2)

La American Society for Testing and Materials (ASTM), define a la adhesión como: "estado o fenómeno mediante el cual dos superficies de igual o distinta naturaleza se mantienen unidas por fuerzas interfaciales, sean estas físicas, químicas o por la interacción de ambas" (2)

Vale aclarar para diferenciar, que actualmente a la unión de dos superficies de la misma naturaleza se la denomina cohesión, siendo el término adhesión la unión de dos superficies de distinta naturaleza. (4)

La adhesión en odontología restauradora, significaría entonces, unir a un sustrato sólido como las estructuras dentales por ejemplo, el biomaterial deseado, expresándose la adhesión como tal en la interfase restauración-diente, entre sus caras en contacto donde deben desarrollarse fuerzas que las mantengan unidas de manera perpetua. (2). Se indican que existen 3 sustratos diferentes: el diente, el material de restauración y el adhesivo, que unidas darán lugar a dos interfases: adhesivo-diente y material restaurador-adhesivo. (12)

Para que se califique como adhesión debe existir una interfaz única entre el adhesivo y el adherente. En odontología la gran mayoría de los casos de adhesión dental ciertamente suponen uniones adhesivas. "Una unión adhesiva es el resultado de interacciones de una capa de material intermedio (adhesivo) con dos superficies (adherentes) que produce dos interfases adhesivas." (7)

Por ejemplo: un sellador de fisuras sobre un esmalte que ha sido previamente grabado con ácido y nada más, es una ilustración de una adhesión dental. Y una restauración de resina sobre un esmalte grabado unidos por un adhesivo (agente de unión) es una unión adhesiva dental clásica. (7)

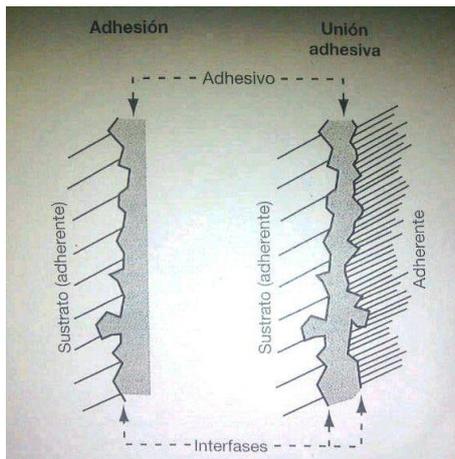


Fig. No. 1: Resumen esquemático de la adhesión dental (un adherente, una interfase, un adhesivo) y la unión adhesiva dental (dos adherentes, dos interfases, un adhesivo).

Fuente: Roberson, T; Heymann, H; Swift, E. “Sturdevant’s art and Science of Dentistry”. Editorial: Elseiver España, S.A. 2007

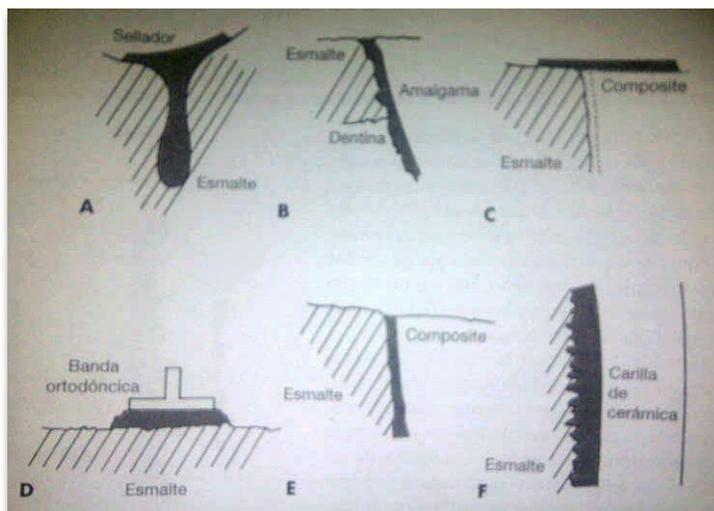


Fig. No. 2: Ejemplos de clasificación de adhesión dental (A-C) y de uniones adhesivas dentales (D-F) A, sellado de fisura. B, pared barnizada de una preparación de amalgama. C, Sellador de superficies sobre restauración de composite. D, resina de unión para la fijación de bandas. E, sistema de unión del esmalte para una restauración de composite. F, carilla de porcelana adherida.

Fuente: Roberson, T; Heymann, H; Swift, E. “Sturdevant’s art and Science of Dentistry”. Editorial: Elseiver España, S.A. 2007

5.2.2 Medios y Formas de Adhesión:

El concepto más sencillo denomina a la adhesión como cualquier mecanismo que se utilice para sostener o mantener partes en contacto. Por ende la adhesión puede clasificarse en dos según el mecanismo que se utilice para conseguirla: MECÁNICA Y QUÍMICA. (6)

5.2.2.1 Mecánica:

Es la que se logra cuando las partes implicadas se mantienen en contacto sobre la base de penetración de una de ellas en las irregularidades sean estas naturales o creadas, macroscópicas o microscópicas, sobre la superficie de la otra. (6)

Se clasifica en:

- a) Macromecánica.- Como su nombre lo indica esta adhesión física es visible al ojo humano. La necesitan aquellas restauraciones que no son adherentes a los tejidos dentarios y se logra mediante el diseño de cavidades, que deben lograr una forma de retención o anclaje, dependiendo si la restauración es directa (plástica) o indirecta (rígida), respectivamente. (2, 4)

En una cavidad para amalgama, vemos que las paredes cavitarias se enfrentan al material restaurador, evitando que al momento de que se cristalice, se salga o disloque de la cavidad (forma de retención) (4)

Aclarando, la diferencia en el diseño cavitario con forma de retención o con forma de anclaje está dada por la inclinación de sus paredes hacia el borde cavo marginal, siendo retentivas las primeras y expulsivas las segundas. (2)

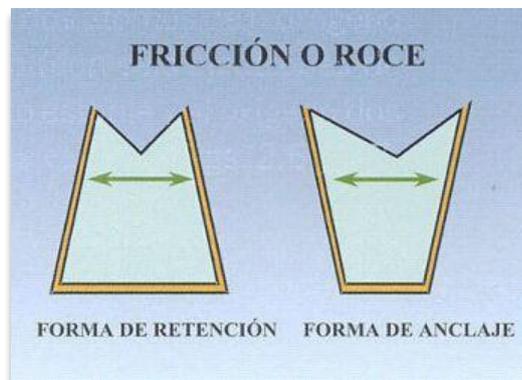


Fig. No. 3: Retención o anclaje por fricción.

Fuente: Steenbecker, O. "Adhesión en odontología restauradora: Fundamentos de la adhesión".
Editorial: MAIO. Paraná-Brasil. 2006

Existen varios tipos de retención o anclaje y se las clasifica en formas por:

- fricción o roce
- profundidad
- profundización
- mortaja, cola de milano o cola de paloma
- compresión
- extensión a los conductos radiculares
- pines y rieras (2)

b) Micromecánica.- Es la que es invisible al ojo humano y se produce por ejemplo cuando utilizamos la técnica de grabado ácido adamantino y se obtiene en el esmalte millones de micro-poros, donde posteriormente se alojara el adhesivo aplicado y al endurecer éste se trabará en ellos. (4) Es precisamente la retención micromecánica, el mecanismo de adhesión más importante de las resinas compuestas al esmalte y también a la dentina. (13)

Por otro lado, cualquiera de los dos tipos de retención mecánica se puede lograr por medio de:

- Efecto geométrico: Están determinadas de acuerdo a las formas que presentan las superficies, sean macroscópicas o microscópicas, tales como poros, rugosidades, diseño cavitario, etc. Estos hitos generan la trabazón necesaria para mantener unidas las partes. Un ejemplo de adhesión macromecánica por efecto geométrico es el diseño de una preparación cavitaria a través del cual se retiene una restauración o por otro lado, la infiltración de un adhesivo en las irregularidades microscópicas en la superficie dentaria (11, 24).

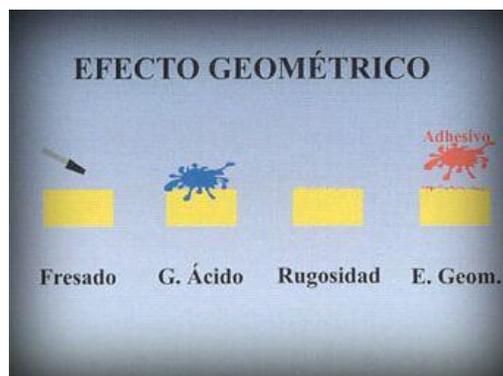


Fig. No. 4: Ilustración del efecto geométrico

Fuente: Steenbecker, O. “Adhesión en odontología restauradora: Fundamentos de la adhesión”.

Editorial: MAIO. Paraná-Brasil. 2006

- Efecto reológico: Si sobre una superficie sólida se endurece un líquido o un semilíquido y éste cambia volumétricamente o en sus dimensiones, genera por contracción o expansión un ajuste que de tal forma acabe adhiriéndose físicamente sobre el sólido. (2,11)

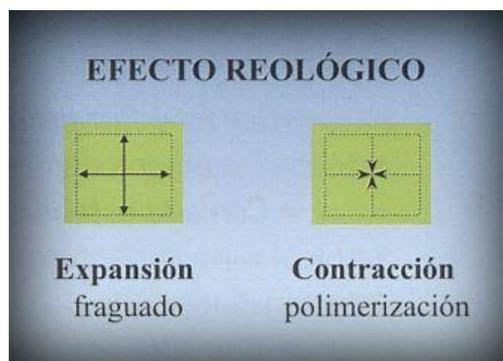


Fig. No. 5: Ilustración del efecto reológico

Fuente: Steenbecker, O. "Adhesión en odontología restauradora: Fundamentos de la adhesión".
Editorial: MAIO. Paraná-Brasil. 2006

5.2.2.2 Química:

Son fuerzas o interacciones submicroscópicas, es decir que se produce por un real intercambio iónico- molecular entre los materiales restauradores y la estructura dentaria, no es solo capaz de fijar permanentemente la restauración al diente, sino también puede sellar los túbulos dentinarios y evitar mientras esto se mantenga la microfiltración y sus problemas derivados. En este tipo de adhesión existen: (2, 11)

- a) Uniones químicas por enlaces primarios o interatómicos.- Se dan a nivel atómico (átomo-átomo), entre los electrones que forman la capa atómica más externa, es decir los electrones de valencia. Son los enlaces: iónicos, covalentes o metálicos. Para que este tipo de unión ocurra, las partes a unir deben estar a una distancia de Amstrong entre sí. (2, 11)
- b) Uniones químicas por enlaces secundarias.- Se dan a nivel molecular, pudiendo ser de tipo dipolos permanentes o fluctuantes. Son relativamente débiles, se las conoce con el nombre de Fuerzas de Van der Waals, y son: las fuerzas de Keeson, las fuerzas de Debye, las fuerzas de dispersión de London y el puente de hidrógeno.

Como estas uniones se producen entre las moléculas y no entre los átomos, algunos autores la denominan como adhesión física, es por esto que para evitar confusiones se le suele decir adhesión específica, que es sinónimo de adhesión química. (2)

Por ejemplo, el cemento de polialquenoato de vidrio más conocido como: Ionómero de Vidrio, se adhiere al diente por verdaderos puentes químicos. Existe unión química tanto a la hidroxiapatita (mecanismo de quelación al calcio), como al colágeno dental (se da en el radical amida NH_2 de las proteínas de éste). (4)

5.2.3 Factores que Favorecen a la Adhesión:

Primeramente, se debe tener claro que la adhesión es un fenómeno que está directamente relacionado al área de contacto entre las partes. Por esto es esencial que exista un íntimo contacto entre el adhesivo y el sustrato (distancia máxima entre moléculas de 0.0007 μm) (8, 9, 10)

Teniendo en mente ésto, debemos considerar que íntimo contacto, no implica presionar firmemente dos superficies sólidas una contra otra, porque éstas aunque parezcan a simple vista totalmente lisas, a nivel microscópico se observarán muchas irregularidades, limitando así el contacto entre ellas a numerosos puntos aislados, insuficientes para el establecimiento de las interacciones adhesivas. Por esto cuando el espacio entre las superficies es ocupado con un líquido (un adhesivo), se aumenta de manera extraordinaria el contacto entre las partes, y se logra la adhesión. Lo mejor que se adapta a un sólido es un líquido, en consecuencia, el material restaurador o el adhesivo deberían de serlo. (2, 9)

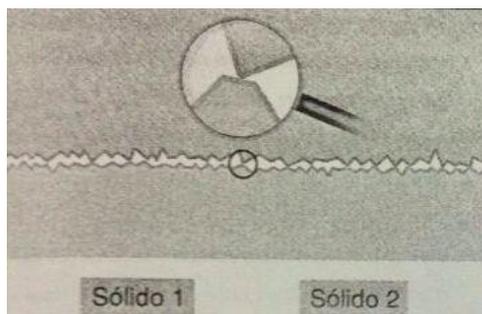


Fig. No. 6: dos placas de vidrio vistas en un microscopio, no en íntimo contacto por la irregularidad de la superficie.

Fuente: Baratieri, LN; Monteiro, S. “**Odontología restauradora: fundamentos y técnicas**”. Vol. No. 1. Editorial: Librería Santos. 2011

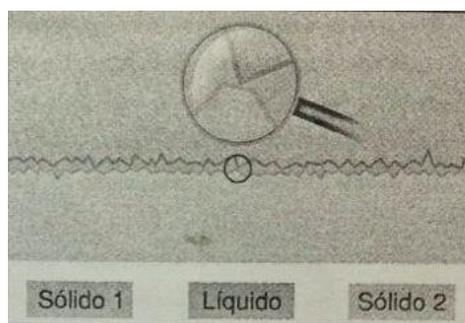


Fig. No. 7: dos placas de vidrio vistas en un microscopio, espacio entre las superficies ocupado por un líquido, íntimo contacto.

Fuente: Baratieri, LN; Monteiro, S. “**Odontología restauradora: fundamentos y técnicas**”. Vol. No. 1. Editorial: Librería Santos. 2011

Tres factores son considerados indispensables para que se establezca el íntimo contacto entre el adhesivo (sustancia) y la estructura dentaria (substrato) y con ellos se dé la adhesión micromecánica buscada e ideal: (8)

- Humectancia o capacidad de mojado.- El término mojado se utiliza para describir la habilidad de humectar de un material. En el ámbito odontológico se refiere a la capacidad que el adhesivo posee para recubrir totalmente el substrato, sin incorporar burbujas de aire entre ellos.(8, 10)

Los átomos y las moléculas se unen entre sí para formar el estado sólido, así como también, para conformar el estado líquido, aunque en este caso la unión es menos estable o fija. Entre cada uno de estos átomos y moléculas se ejerce una atracción, pero así como en el interior de la masa todos tienen vecinos que atraer (atracción multidireccional), esta situación difiere en la superficie, donde los átomos y moléculas tienen vecinos hacia el interior de la masa, pero en el otro sentido no tienen a quien atraer. Por lo que en las superficies existen energías o fuerzas libres, a las que se les denomina energía superficial y en el caso de los líquidos se acostumbra a hablar de tensión superficial, uno de sus efectos es la tendencia de los líquidos a presentarse de forma esférica. (6,8)

A fin de, poder evaluar las condiciones que ofrece una superficie para que un líquido se adhiera a ella, es imperativo estudiar la forma en que entran en contacto un líquido con un sólido. Para que el primero "moje" al segundo es necesario que el sólido atraiga al líquido. La forma de comprobar si esto ocurre o no, es por medio de la determinación del ángulo de contacto o de humectancia, que es el que forma la superficie de una gota de líquido cuando se coloca sobre la superficie sólida. (6)

El ángulo de contacto depende de la relación entre la energía superficial del sólido, y la tensión superficial del líquido; si la tensión superficial es menor que la energía superficial el ángulo se acerca a cero, representando la dispersión máxima y la humectancia ideal. (8)

Las situaciones de humectancia ideal, humectancia parcial o humectancia nula, están condicionadas tanto por las características del líquido como del sólido. Los sólidos con su energía superficial libre, se pueden clasificar en dos grupos: duros y blandos. (6)

Los sólidos duros son generalmente aquellos materiales inorgánicos con fuerzas intermoleculares fuertes, que tienen una alta energía superficial, por ejemplo, el esmalte dental, la porcelana y los metales. Por el contrario están los materiales orgánicos, con energía superficial baja; por ejemplo, las resinas acrílicas y las proteínas. Hay que tener en

cuenta, que algunos elementos como el flúor, reducen la energía superficial, de igual manera el agua absorbida, afectando por ende la adhesividad. Por eso, la humedad inherente y su exposición constante en el medio bucal es uno de los más grandes problemas de los adhesivos dentales. (10)

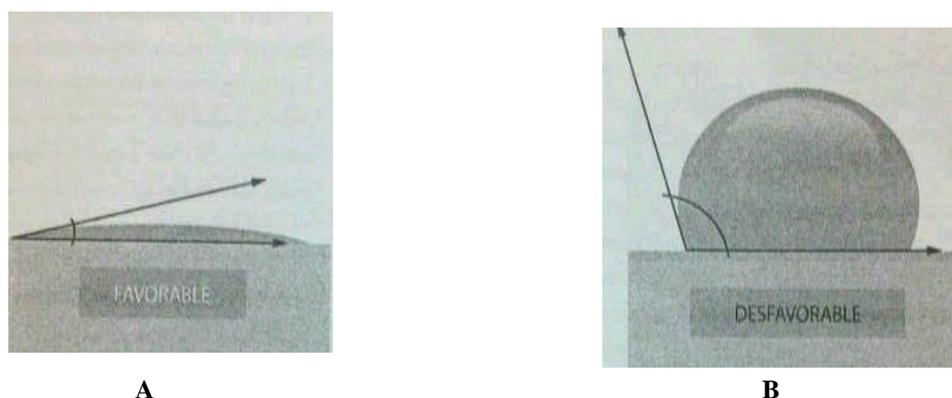


Fig. No. 8: Gotas de un líquido sobre la superficie de un sólido. A: mojóndolo, B: no mojóndolo.

Fuente: Baratieri, LN; Monteiro, S. "Odontología restauradora: fundamentos y técnicas". Vol. No. 1.

Editorial: Librería Santos. 2011

El caso de la fig. No. 8 A podría ser el de una gota de agua sobre un metal, éste al poseer elevada energía superficial atrae al agua (baja tensión superficial) y permite que lo moje. El de la fig. No. 8 B podría ser el de la misma gota de agua pero sobre un trozo de cera, que al ser material orgánico tiene baja energía superficial y no atrae al agua. (ricardo luis)

Como también hay que tener en cuenta las características del líquido, el cual debe dejarse atraer, si analizamos ahora el líquido sobre una misma superficie; la imagen de la fig. No. 8 A sería la de una gota de agua de baja tensión superficial sobre una porcelana, y la de la fig. No 8 B sería la de una gota de mercurio, que posee alta tensión superficial y no se deja atraer por la superficie de porcelana. (6)

Otro aspecto importante para que se dé una humectancia ideal, es el contar con superficies perfectamente limpias, puesto que la presencia de contaminantes impide el contacto directo del adhesivo con el sustrato (9)

- Viscosidad.- El adhesivo alcanza su eficacia cuando a más de estar en íntimo contacto

con el sustrato, esta también se distribuye fácil y rápidamente sobre el mismo. Por lo general el ángulo de contacto es directamente proporcional con la viscosidad del líquido.

(8)

El adhesivo más espeso tendrá 1) mayor dificultad de recubrir rápidamente el sólido por causa de su consistencia como "pegajosa" y no por precisamente tener menos capacidad de humectancia. 2) mayor capacidad de capturar aire, pues sabe existir una capa de aire recubriendo los picos de las irregularidades, que podrían impedir que el adhesivo se difunda en profundidad. (8)

- Rugosidad Superficial.- Aumenta el potencial para la adhesión, el incremento del área eleva la capacidad adhesiva, pues hay mayor sitios donde se puede retener el adherente que penetró. (8)

En resumen, los factores que favorecen a la adhesión dependientes de las superficies serían:

- ✓ En contacto íntimo
- ✓ limpias y secas
- ✓ alta energía superficial
- ✓ potencialmente receptivos a uniones químicas: el esmalte lo es a través de los radicales hidroxilos que tiene la hidroxiapatita, la dentina igual los posee y además cuenta con los radicales presentes en las fibras de colágeno.
- ✓ rugosidad superficial. (2)

Dependientes del adhesivo:

- ✓ baja tensión superficial
- ✓ alta humectancia o capacidad de mojado
- ✓ bajo ángulo de contacto
- ✓ totipotencialidad de enlace: que sea capaz de unirse tanto física como químicamente al tejido dentario como al material restaurador.

- ✓ alta estabilidad dimensional
- ✓ resistencia mecánica
- ✓ Biocompatibles (2)

5.3 ADHESIÓN AL ESMALTE

5.3.1 Acondicionamiento Ácido del Esmalte:

Es inevitable hablar de adhesión al esmalte principalmente y no pensar en Michael Buonocore quien en 1955 propuso la utilización de ácido fosfórico al 85% para tratar químicamente el esmalte y conseguir adhesión al sustrato dental; se expone que la idea parece haber surgido de la observación de una maniobra usada en la industria naviera, que utilizaba el ácido fosfórico a la misma concentración para acondicionar los cascos de los barcos que recibirían pinturas resinosas, pues este procedimiento aumentaba la capacidad de adhesión/retención de las pinturas. Buonocore intentó implementar esto en el área odontológica y comprobó tras estudios que la retención de la resina aplicada sobre el área tratada del esmalte era mucho mayor (cerca de 1000 horas) que cuando comparaba con el material aplicado sobre un esmalte sin tratar (8 horas). Hacia 1960 sugiere que la formación de las interdigitaciones de resina (resin tags) era la causa principal de la adhesión de la resina al esmalte grabado. (4, 9, 22)

El ácido fosfórico actúa en la superficie del esmalte dental preliminarmente de dos maneras:

- Alterando el contorno superficial al remover totalmente una capa de aproximadamente 10 μm , en donde se encuentran la película adherida y los cristales no reactivos, lo que hace posible el aumento de la energía superficial del esmalte. Promueve una remoción masiva, pero selectiva de las estructuras minerales adamantinas.
- Transforma la zona del esmalte donde fue aplicado en una superficie altamente porosa, con profundidad promedio de 20 μm , la pérdida del mineral se considera cualitativa, o

sea, en locales específicos de los prismas, lo que genera un aumento del área superficial.
(8)

En resumen el uso de acondicionadores ácidos hace al esmalte más receptivo para que el adhesivo de resinas fluya dentro de él, pues al liberar toda su energía superficial, facilita la humectación del adhesivo con la formación de tags de resina dentro de las porosidades microscópicas creadas por la disolución de la hidroxiapatita, constituyendo en la actualidad un procedimiento ampliamente aceptado para aumentar la adhesión de las resinas al esmalte.
(23)

5.3.2 Concentración del Ácido y Tiempo de Acondicionamiento

Se ha venido debatiendo sobre la concentración apropiada del ácido fosfórico. Se sabe que las concentraciones superiores al 50% disuelven poco la apatita, pues se forman más rápido los productos de la reacción, dado por la difusión de los protones en el tejido, lo que limita su penetración. Concentraciones inferiores al 30% producen la formación de fosfato di-calcio-dihidratado que al no ser soluble al agua, posterior al lavado sigue presente y esto perjudicaría la unión mecánica entre el esmalte y el material restaurador. Entre el 30 y 50% de concentración traen consigo formaciones pequeñas de fosfato monocálcio-monohidratado el cual si es soluble al agua. (8)

Gracias a estudios comparativos se evidenció que cuando el tiempo de acondicionamiento es mayor a los 15 segundos se produce un patrón de acondicionamiento de tipo III, caracterizado por una mayor pérdida de tejido superficial, producida porque el ácido continúa eliminando sustancia en la superficie, disminuyendo la profundidad y aumentando la amplitud de los microporos. Este tipo de acondicionamiento no tendría suficiente capacidad para retener micro mecánicamente en forma efectiva a los sistemas adhesivos basados en monómeros hidrófugos, por lo que el aumento del tiempo de acondicionamiento es uno de los fenómenos más negativos. Lo ideal e internacionalmente aceptado es que

posterior a los 15 segundos se debe remover el ácido con agua, por el doble de tiempo (24)

Dependiendo del tipo de ácido, de la concentración y del tiempo que se lo deje actuar, se obtendrán diferentes tipos de grabados, los que Silverstone L clasificó como:

- Tipo I: El ácido graba el centro de la varilla adamantina. Mejor tipo de grabado para el adhesivo.
- Tipo II: El ácido graba el área interprismática. Patrón de grabado aceptable para la adhesión.
- Tipo III: El esmalte es atacado de manera desordenada. No es bueno para la adhesión (5)

5.3.3 Protocolo para la Preparación del Esmalte:

- ① Limpiar el diente
- ② Preparar mecánicamente el esmalte
- ③ Grabar con ácido, posible desproteínización previa
- ④ Lavar y secar
- ⑤ Colocar el adhesivo. Esperar o inducir su polimerización. (5)

5.4 SISTEMAS ADHESIVOS

Los sistemas adhesivos son un grupo de biomateriales de los cuales depende la gran mayoría de los tratamientos relacionados con las restauraciones adhesivas estéticas. (26, 27) Al ser puntos tan críticos o necesarios en la práctica odontológica diaria, se ha visto la necesidad de que las investigaciones en este campo vayan enfocadas en el avance de estos sistemas adhesivos, tanto que posean mejoras en sus componentes y se reduzca o se simplifique la técnica clínica para su aplicación. (25)

5.4.1 Clasificación de los Sistemas Adhesivos:

Éstos pueden clasificarse de muchas formas: según el tratamiento realizado sobre el barro dentinario pueden ser: los que lo eliminan totalmente (“total etch”) llamados convencionales y los otros son los autoacondicionantes. Otra se clasifica según el número de pasos clínicos de aplicación (tres, dos o un paso) que son dependientes de la presentación comercial (multicomponentes, monocomponentes o autograbadores). Existe otra clasificación según la cronología de desarrollo del sistema adhesivo llamado por generaciones considerándose que existen seis o siete de estas. (26)

Nos acogemos como más didáctica y entendible a la que los clasifica por número de pasos o presentación comercial:

- a) Adhesivos Multicomponentes.- aquellos en los que realizamos grabado ácido, aplicación del primer y bonding en esmalte. Se denominan también de cuarta generación. Se comercializan en 3 frascos:
 - ✓ Ácido- cuya función es preparar el sustrato para adhesión;
 - ✓ primer- que es la solución hidrófila compatible con la dentina húmeda y posee solventes en la composición;
 - ✓ adhesivo- parte hidrófuga, compatible con la resina compuesta. (8, 26)

- b) Adhesivos Monocomponentes: también son conocidos como adhesivos de quinta generación. Estos combinan en un solo frasco el agente imprimador o primer y el agente de unión o bonding. Previamente a la aplicación de esta combinación, se aplica el ácido acondicionador. (8, 28)

- c) Adhesivos Autograbadores: evitan la aplicación y lavado previo del ácido acondicionante. Estos sistemas adhesivos pueden ser comercializados en dos (imprimador o primer autoacondicionante + adhesivo) (6ta generación) o

simplemente un frasco (imprimador o primer autoacondicionante mezclado con el adhesivo). (8)

COMPONENTES	
Sistemas Adhesivos Convensionales	3 frascos: <ul style="list-style-type: none"> • Ácido • Primer • Adhesivo
	2 frascos: <ul style="list-style-type: none"> • Ácido • Adhesivo
Sistemas Adhesivos Auto-acondicionantes	2 frascos: <ul style="list-style-type: none"> • Primer Auto-acondicionante • Adhesivo
	1 frasco: <ul style="list-style-type: none"> • Adhesivo Auto-acondicionante

Tabla I: Componentes básicos de los sistemas adhesivos convensionales que preconizan el acondicionamiento ácido previo y de los autoacondicionantes.

Fuente: Reis, A; Dourado Loguercio, A. “**Materiales dentales directos: de los fundamentos a la aplicación clínica**”. Editorial: Librería Santos. 2012

5.5 RESINAS COMPUESTAS O COMPOSITE

Son una mezcla compleja conformada, por resinas polimerizables mezcladas con partículas de rellenos inorgánicos, para unir la partícula de relleno a la matriz plástica de la resina se necesita que el relleno esté recubierto con silicano, que es un agente de conexión o acoplamiento; se incluyen además otros aditivos que sirven para mejorar la polimerización, ajustar la viscosidad y la radiopacidad radiográfica. (54) Inicialmente las resinas compuestas fueron indicadas únicamente para el sector anterior por no contar con la resistencia necesaria para soportar las cargas oclusales en el sector posterior, pero actualmente gracias al avance de los materiales, se extendió su indicación a este sector también. (54)

5.5.1 Composición Básica de los Composites:

- a) Matriz, material de resina plástica que forma una fase continua.
- b) Relleno, partículas o fibras de refuerzo que forman una fase dispersa.
- c) Agente de conexión o acoplamiento, favorecen la unión del relleno con la matriz.
- d) Sistema iniciador de la polimerización o activador.
- e) Pigmentos, que permiten obtener el color semejante de la estructura dental.
- f) Inhibidores de la polimerización, que permiten alargar la vida de almacenamiento del material y extender el tiempo de trabajo. (54)

5.5.2 Clasificación de las Resinas Compuestas:

En la actualidad una clasificación válida, propuesta por Lutz y Phillips divide a las resinas de acuerdo al tamaño de las partículas de relleno y su distribución, en:

- Resinas de Macrorrelleno o Convensionales.- el tamaño de las partículas de relleno va desde 0.1 a 100 um. actualmente sus desventajas las tienen en desuso, el acabado

superficial es pobre porque la matriz resinosa se desgasta preferencialmente, dejando una exposición de prominencias de las partículas de relleno; su desempeño clínico es deficiente, la rugosidad hace que tengan poco brillo superficial y se adhieran pigmentaciones.

- Resinas de Microrelleno.- sus partículas se promedian entre 0.01 y 0.05 μm de tamaño, poseen relleno de sílice coloidal; actúan mejor y son indicadas para el sector anterior donde la tensión masticatoria es menor; por poseer un alto pulido y brillo superficial brindan una restauración muy estética. En la región posterior se denotan sus deficiencias mecánicas y físicas; presentan elevada sorción acuosa, menor módulo de elasticidad y alta expansión térmica.
- Resinas Híbridas.- Se denominan así por estar reforzados por una fase inorgánica de vidrios de diferente composición y tamaño en un porcentaje en peso de 60% o más, con tamaños de partículas que oscilan entre 5 μm , incorporando sílice coloidal con tamaño de 0,04 μm . forman parte de la gran mayoría de los materiales compuestos que se aplican actualmente en el campo de la odontología. Los aspectos que caracterizan a estos materiales son: disponer de gran variedad de colores y capacidad de mimetización con la estructura dental, menor contracción de polimerización, baja sorción acuosa, excelentes características de pulido y texturización, abrasión, desgaste y coeficiente de expansión térmica muy similar al experimentado por las estructuras dentarias, fórmulas de uso universal tanto en el sector anterior como en el posterior.
- Híbridos Modernos.- Tienen un alto porcentaje de relleno de partículas sub-micrométricas (más del 60% en volumen). Su tamaño de partícula reducida (desde 0.4 μm a 1.0 μm), unido al porcentaje de relleno provee una óptima resistencia al desgaste y otras propiedades mecánicas adecuadas. Sin embargo, estas resinas son difíciles de pulir y el brillo superficial se pierde con rapidez. (54)
- Resinas de Nanorelleno.- la necesidad de mejoramiento de los materiales restaurativos, llevó a la incorporación en ellos de la nano tecnología, que hizo posible reducir aún más el tamaño de las partículas de relleno hasta las dimensiones

nanométricas. El primer material que fue presentado a la industria y que incorporaba esta tecnología fue de la casa 3M-ESPE con el nombre de Filtext Supreme, en el año 2002; posterior a esta presentación las demás casas comerciales también incorporaron la nanotecnología en sus productos. Las resinas de nanorelleno están conformadas por dos estructuras importantes, la primera son las nanopartículas o nanómetros que tienen unas dimensiones aproximadas de 25 a 75 nm. y la segunda estructura son los "nanoclusters" de 0.4 a 1,4 μm y se componen de las mismas nanopartículas pero aglomeradas o nanoagregadas en disposición semejante a un racimo de uva. Estos nanoclusters se diferencian de las densas partículas de relleno de los híbridos, por ser porosas y permitir que la matriz de resina del composite rellene esos espacios dentro y entre ellos. Lo que se consigue al incorporar estas nanopartículas es la mejora de las propiedades mecánicas y estéticas; se logra por ejemplo mejorar la lisura superficial y por ende un mejor acabado, se aumenta la resistencia a la abrasión, se consigue incorporar más componente cerámico reduciendo la cantidad de resina del composite, esto reduce la contracción de polimerización volumétrica, en otras palabras se disminuye la contracción al agregar componente cerámico. (53)



Fig. No. 9: Cronología del desarrollo de las resinas compuestas, de acuerdo a las partículas, sistemas de polimerización, y tecnología adhesiva disponible.

Fuente: Adaptado de Bayne S. 2005

5.6 POLIMERIZACIÓN Y ADHESIÓN

El vocablo POLÍMERO tiene su origen en el latín y su desglose es: "poli" (muchas), "mero" (partes). A menudo se hace referencia con esta palabra a el material orgánico final obtenido de forma sintética y no solo a la molécula formada por varios monómeros, pudiendo también emplearse el término "material polimérico". (14)

El proceso de polimerización es un proceso químico por el cual mediante el calor, la luz o un catalizador se unen varias moléculas de un compuesto para formar una cadena (polímero) de múltiples eslabones de estas (monómeros) y obtener una macromolécula, se puede transformar la materia líquida o gaseosa a sólida. (15)

Esta transformación trae consigo 2 efectos que debemos tenerlos presentes durante la práctica en la odontología adhesiva y en general. El primero de estos efectos es la emanación de calor durante la polimerización, puesto que el polimerizar implica un cambio de un ordenamiento de mayor energía (monómero) a uno de menor energía (polímero), esta energía sobrante se transforma en energía térmica; por ende la polimerización es exotérmica. El segundo efecto, se debe a la distancia que separa las moléculas de monómero cuando están en reposo y cuando están integrando los polímeros, la distancia monómero-monómero es mayor que cuando conforman las cadenas, puesto que para atraerse por covalencia se deben acercar más. Es decir cuando un material polimeriza se contrae, y esta contracción es mayor cuando menor es el peso molecular de la molécula original e inversamente, cuando mayor es la molécula original la contracción es menor. Esto debe tenerse en cuenta al emplear y diseñar adhesivos orgánicos que endurezcan por polimerización. (3) Un ejemplo del por qué debería tenerse en cuenta es que la integridad del sellado marginal se podría ver afectada por la contracción de la resina compuesta al polimerizar, los cambios dimensionales térmicos de ella y, lo más importante, por el grado de adhesión que se pueda lograr a la estructura dentaria. La contracción de polimerización y la variación dimensional térmica del material podrían ejercer fuerzas que a nivel de la interface diente-restauración van a

tensionar la articulación adhesiva, pudiendo llegar a alterarla, con el consiguiente efecto sobre el sellado marginal de la restauración.(23) Lo anterior implica que una restauración de resina compuesta tendrá un correcto sellado marginal siempre y cuando las fuerzas de adhesión superen a las fuerzas generadas por la contracción de polimerización y por los cambios dimensionales térmicos posteriores a la polimerización. Por esta razón es que se busca una adhesión funcional de la resina compuesta, tanto al esmalte y como a la dentina, que se logra con la técnica de acondicionamiento previo de ambas estructuras con el grabado ácido. (11, 23)

Se han hablado ya de las condiciones óptimas para el desarrollo de un adhesivo ideal, entre las que destacan: la necesidad de baja tensión superficial y fluidez en el líquido con el cual se pretende generar adhesión (adhesivo). (3)

Es importante la liquidez del adhesivo, porque éste con estas características es apto para rellenar las irregularidades que presente la superficie, inclusive a nivel microscópico, así como también es importante que exista una buena polimerización de éste, para que pase de ese estado líquido a sólido y se trabaje en las irregularidades, generando adhesión. (3)

Es fácil obtener un adhesivo formado por moléculas con capacidad de polimerizarse y que reúna las condiciones de la capacidad de fluir y contactarse con las superficies. Para lograr esto se prefiere moléculas que posean dobles ligaduras a fin de que puedan transformarse en sólidas por medio de la polimerización vinílica, que no produce subproductos a parte del producto final. Se desea también que en el momento de polimerizar el líquido adhesivo no disminuya notablemente su volumen, es decir no se contraiga demasiado; para evitar esto el adhesivo deberá ser formado por moléculas de peso molecular relativamente elevado, esta relatividad está dada por la necesidad de mantener la fluidez del adhesivo. (3)

Las moléculas más empleadas son genéricamente denominadas diacrilatos (por poseer dos grupos acrilatos que incluyen las dobles ligaduras). Con frecuencia se utilizan los diacrilatos aromáticos como el Bis-GMA, pero al dar lugar a un líquido muy viscoso, son mezclados

con diacrilatos alifáticos de menor peso molecular que logra mantener la fluidez, por ende es considerado como un diluyente. Ambas moléculas polimerizan en forma conjunta y su resultado final es un copolímero por ser distintas. (3)

Un adhesivo así "sencillo" sobre una superficie favorable, como la del esmalte dental tratado con la técnica de grabado ácido, puede ser eficaz. En otras superficies no tan óptimas sería necesario el uso de moléculas de otro tipo o combinaciones. (3)

A medida que ha ido avanzando la ciencia, se llegó a la nanotecnología, y esta ha sido aplicada no solo en las resinas, como ya explicamos, sino también en la mejora de los adhesivos, sobre su polimerización principalmente. A los adhesivos con nanorrelleno se les aplica carga inorgánica con el criterio de que esto ayudaría a incrementar su resistencia. Esto se implementó como respuesta a la contracción polimérica del adhesivo que presentaba muchos problemas de desprendimiento de las paredes cavitarias y de sensibilidad postoperatoria. (52)

Los primeros adhesivos en incorporar rellenos en su composición utilizaron partículas hechas de las mismas resinas compuestas, lo cual les confería un mayor espesor de película, situación concordante con el objetivo de disminuir la contracción de polimerización del adhesivo. La capa gruesa del adhesivo cumple una segunda función que es aliviar las tensiones en el momento que se produzca la contracción de la resina compuesta. La presencia de relleno en el adhesivo lo transforma en un material compuesto y así mejora sus propiedades mecánicas. En conclusión en lo referente a los adhesivos con nanorelleno, estos ofrecen una menor contracción de polimerización a diferencia de los convencionales sin relleno y también actúan como una capa amortiguadora de las resinas compuestas durante su contracción de polimerización volumétrica. (52)

5.7 FUERZA DE UNIÓN

La fuerza de unión se calcula como la carga mecánica inicial que genera la fractura final dividida por el área transversal simple de la unión. En la mayoría de los casos, el área de contacto verdadera entre los materiales implicados puede ser mucho mayor debido a una interfase mecánicamente desigual. Esta desigualdad no se toma en cuenta en el cálculo. (7)

5.7.1 Pruebas para Medir la Fuerza de Unión:

Se clasifica de acuerdo a la dirección de la carga mecánica inicial y no de la dirección de resolución de la carga. Así casi todas las pruebas se las divide como fuerzas de unión de tensión o de corte. Las muestras que tienen dimensiones similares a los tamaños de la restauración dental se consideran macropruebas, la mayoría de las fuerzas de unión de macrotensión suelen ser sólo, aproximadamente, la mitad del valor de las fuerzas de unión de corte (cizalla). Las muestras que tienen un área de dimensiones mucho más pequeña se denominan micropruebas, éstas como las pruebas de fuerza de unión de microtensión, suelen producir fuerzas 2 o 3 veces mayores que en las macropruebas. Esto se da porque existe una concentración de defectos mucho menor en las micropruebas y durante las pruebas de fuerza de unión casi todas las fracturas ocurren por propagación de una grieta desde los defectos situados cercanos al adhesivo. (7)

5.8 BLANQUEAMIENTO DENTAL

El blanqueamiento dental es un procedimiento clínico que trata de conseguir el aclaramiento del color de uno o varios dientes aplicando un agente químico, y tratando de no alterar su estructura básica. (33) El resultado de este procedimiento terapéutico depende principalmente del tipo de agente blanqueador, la concentración, la capacidad de éste para llegar a las moléculas causantes de la discoloración, el número de veces y la duración que el agente está en contacto con esas moléculas y otros factores como la edad del paciente, el tipo de discoloración, etc. (32)

El color de los dientes se debe a sustancias orgánicas o también denominadas “cromo esferas” que contienen dobles enlaces sin saturar. Cuando esos dobles enlaces son oxigenados las cromo esferas se vuelven más claras o pierden el color. Y esto es lo que sucede en el proceso de blanqueamiento. El peróxido de hidrógeno es la sustancia activa oxigenante que se presenta tanto en forma liberadora o vinculadora para urea como peróxido de carbamida. El peróxido de hidrógeno en el gel descompone los radicales que atacan los dobles enlaces de las cromo esferas, así las decolora. Actualmente se conoce el alto poder hiperoxidante del ozono que destruiría los dobles enlaces de las esferas también (56)

Se deben distinguir dos grandes grupos a tratar, basados en la vitalidad del diente, pudiendo ser entonces: blanqueamiento en dientes vitales (externo) o blanqueamiento en dientes no vitales (interno y externo combinados). (34)

5.8.1 Indicaciones del Blanqueamiento Vital:

Indicado en discromatías leves y moderadas, que se localizan principalmente en el esmalte superficial y en la dentina de dientes vitales:

- Por envejecimiento,
- por hábitos higiénicos- dietéticos inadecuados,

- dientes con calcificación completa de la cámara pulpar y conductos radiculares,
- flourosis dental,
- dentinogénesis imperfecta,
- tinción leve o moderada por tetraciclinas. (34)

5.8.2 Contraindicaciones del Blanqueamiento Vital:

Entre las contraindicaciones tenemos también a las contraindicaciones generales de cualquier tipo de blanqueamiento.

- Signos de resorción radicular,
- grietas o fisuras en el esmalte de los dientes,
- caries dental,
- enfermedad periodontal,
- defectos en la formación del esmalte,
- obturaciones en mal estado,
- pacientes fumadores que no pueden dejar el hábito,
- embarazo y lactancia. (34)

Propias del blanqueamiento vital:

- Dentina expuesta,
- dientes sensibles,
- superficie radicular expuesta. (34)

5.8.3 Agentes Blanqueadores:

Según el mecanismo de acción estos se pueden clasificar en 4 grupos:

- Oxidantes: peróxido de hidrógeno, peróxido de carbamida, dióxido de silicón, papaína, perborato sódico, odontoblastina, superoxol, agentes irritantes.
- Erosivos: ácido clorhídrico, fluorídrico, cítrico, nítrico, poliacrílico y ortofosfórico.
- Abrasivos: bicarbonato sódico, carbonato cálcico, piedra pómez, citrato de cinc, citrato sódico, compuestos de aluminio, etc.
- Mixtos: citroxaína y pirozona. (34)

En la actualidad se ha encontrado que el ozono es un gas hiperoxidante y que por oxidación también tiene propiedades blanqueadoras, como el oxígeno.

A pesar de la existencia de varios agentes blanqueadores, como los mencionados líneas arriba, la mayoría de los métodos actuales descritos para el blanqueamiento dental en dientes vitales, se sustentan en el uso directo de peróxido de hidrógeno o su precursor, el peróxido de carbamida. Sumándose a ellos está el ozono, que sigue siendo investigado. (35)

5.9 PERÓXIDO DE HIGRÓGENO COMO BLANQUEAMIENTO:

Después de varios años de discusión sobre la idoneidad de su uso en el cuerpo humano debido a su teórica toxicidad, fue aceptado recientemente (1994) por la Asociación Dental Americana (ADA) como apto para su uso en boca. (29)

Se conoce que el peróxido de hidrógeno H₂O₂ se genera de forma natural en el cuerpo humano, e interviene en los fenómenos de cicatrización; en concentraciones altas puede

incluso llegar a ser bacteriostático. (29)

5.9.1 Bioquímica del Peróxido de Hidrógeno:

La fórmula química es H_2O_2 , comúnmente también se lo suele llamar agua oxigenada, es un agente oxidante que produce radicales libres $HO_2\cdot + O\cdot$ y se descompone de manera diferente según el medio en que se encuentre, ya sea básico o ácido. En un medio ácido el resultado de su ionización, produce una gran proporción de radical libre débil ($O\cdot$) que al reaccionar poco, será menos eficaz para el blanqueo dental. Por el contrario en un medio alcalino de pH óptimo entre 9.5 y 10.8 la reacción libera un porcentaje mucho mayor de perhydroxyl ($HO_2\cdot$) que es el radical libre más potente de la naturaleza, lo que la hace mucho más efectiva para el blanqueamiento, por ende es el pH más favorable para la realización del procedimiento del blanqueamiento. (29)

5.9.2 Funcionamiento del Peróxido de Hidrógeno:

En el agua intersticial del esmalte es en donde a lo largo del tiempo se acumulan restos orgánicos, de color, que van oscureciendo el diente. Este oscurecimiento es un proceso de mimetismo, no es que se oscurezca el esmalte, el esmalte no se modifica, simplemente coge el color de su entorno. Durante el proceso de blanqueamiento, el peróxido difunde a través de la matriz orgánica del esmalte y la dentina. Como los radicales tienen electrones libres, es muy electrofílico y ataca otras moléculas orgánicas para alcanzar estabilidad, generando nuevos radicales. Estos radicales pueden actuar con otros enlaces libres modificando su estructura y cambiando la absorción de energía de las moléculas orgánicas del esmalte dentario. En este proceso, a partir de moléculas orgánicas cromógenas, se forman moléculas simples incoloras, procediéndose al blanqueamiento del material orgánico situado en los espacios entre las sales inorgánicas del esmalte. Al principio del blanqueamiento los restos orgánicos con anillos de carbonos, (muy oscuros), son oxidados y se abren los anillos convertidos en cadenas de carbonos (más claras). A su vez las cadenas de doble enlace de

carbono, (de color amarillo), se convierten en grupos hidroxilos (como el alcohol) que son más incoloros. Mientras hay material, continúa el blanqueamiento. Debemos tener en cuenta que para que todo el proceso se dé, el peso molecular del material debe de ser pequeño para que éste logre difundirse por el esmalte, y el tiempo de contacto también debe de ser el suficiente para que se produzca la oxidación. (29)

5.10 PERÓXIDO DE CARBAMIDA COMO BLANQUEAMIENTO

El peróxido de carbamida puro tiene forma de cristales blancos o polvo de cristal. Es soluble en agua y contiene peróxido de hidrógeno y urea (un compuesto orgánico). (36)

5.10.1 Bioquímica del Peróxido de Carbamida:

Suele llamarse también exterol, ortizon o perhidrol de urea; su fórmula química es $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O} \cdot \text{H}_2\text{O}_2$. El Peróxido de Carbamida es químicamente un 70% de urea y un 30% de Peróxido de Hidrógeno. Por ende cuando se habla de peróxido de carbamida al 30% solo un 9% será H_2O_2 y por tanto producto blanqueante. En su descomposición, la urea sigue descomponiéndose en partículas cada vez más pequeñas, como CO_2 y amoníaco, una base dura que aumenta el pH del medio y controla la acidez de la placa dental, lo que como ya hemos dicho, favorece la actuación del peróxido de hidrógeno. (29)

5.10.2 Funcionamiento del Peróxido de Carbamida:

Su mecanismo de acción se basa en una oxidación de los productos orgánicos. Su cadena de reacciones luego de estar en contacto con la saliva y la temperatura bucal, es la siguiente:

- El peróxido de carbamida se descompone en peróxido de hidrógeno y urea

- El peróxido de hidrógeno se disocia en agua y oxígeno
- El peróxido de hidrógeno se disocia en iones hidroxilo
- El peróxido de hidrógeno se disocia en iones perhidroxilo e iones de hidrógeno.
- El peróxido de hidrógeno se disocia en agua e iones de oxígeno. (29, 36)

5.11 EFECTOS SECUNDARIOS DEL BLANQUEAMIENTO DENTAL CON PERÓXIDOS:

La eficacia de ambos está comprobada, tanto clínicamente como en los estudios in vitro. Diferencias estadísticamente significativas sobre ésta no se encuentran, no se muestra una ventaja entre un blanqueamiento y el otro sino que los resultados son satisfactorios en los dos casos. (29)

Pero, al igual que las ventajas se muestran en manera equitativa, los blanqueamientos dentales pueden plantear efectos secundarios en algunos pacientes, tales como la sensibilidad dental y la irritación gingival. Estos efectos secundarios pueden presentarse durante o después del blanqueamiento vital y pueden disuadir al paciente de culminar el procedimiento. (37)

Entre estos efectos negativos tenemos:

5.11.1 Sensibilidad Dental:

La sensibilidad dental es usualmente el efecto secundario más significativo experimentado por los pacientes. Esto por lo general se presenta como un dolor espontáneo, agudo y punzante limitado a uno o más dientes, que puede persistir hasta 48 horas post blanqueamiento. (38)

Los estudios han determinado o examinado diversos aspectos para que el blanqueamiento induzca sensibilidad. Hewlet en el 2007 concluyó que los blanqueamientos dentales que poseen guardas o placas nocturnas, o sea los caseros, son los que se asocian con la sensibilidad dentaria. (39) Pero en el 2008 Marson et al., refiere que los blanqueamientos de uso clínico pueden producir una mayor incidencia de sensibilidad dental, cuando se utiliza peróxido de hidrógeno y el calor. (40)

La teoría hidrodinámica dice que la efervescencia del O₂ al oxidar la materia orgánica provocase un movimiento del fluido dentinal presente en los túbulos dentinales, provocando esta hipersensibilidad. No obstante, son efectos transitorios que durarán mientras el peróxido de hidrógeno sea activo, solo en el 0.1% de los casos los daños serán irreversibles. (29)

La hipersensibilidad inducida por el blanqueamiento dental es multifactorial y compleja. Aunque los fabricantes han formulado planes de prevención mediante la adición de 3% de nitrato de potasio y 0,11% de fluoruro a los agentes blanqueadores, en el 2007 da Costa y Manzur, no reportan diferencias significativas en la sensibilidad con o sin estos componentes, por otro lado Cols en el 2001 y otras investigaciones sugieren efectividad del uso de estos componente. Al existir división de las publicaciones, no son concluyentes y por ende el mecanismo de la hipersensibilidad sigue siendo sujeto de estudio. (37, 29)

5.11.2 Irritación Gingival:

El efecto característico de una exposición prolongada a agentes blanqueantes que liberan peróxido de hidrógeno, son las úlceras gingivales que aparecen en algunos pacientes, concentraciones de 30% a 35% pueden quemar la encía. La irritación gingival se puede disminuir al acortar el tiempo de tratamiento. (29, 37)

Estudios reportan que el 55 % de los pacientes experimentan la sensibilidad dental y la irritación gingival, que al ser dolorosas e incómodas, pueden llevar a los pacientes a que cesen el tratamiento. Existen también otros efectos secundarios, como las alteraciones sobre el esmalte dental y que al ser asintomáticas el paciente no los refiere, pero afectan a la normal práctica de la odontología restauradora y son los:

5.11.3 Efectos de los Blanqueamientos con Peróxidos sobre el Esmalte:

Bibliografías sobre estos efectos datan desde varios años atrás, Perdigao y Col. por ejemplo en 1998 habla sobre cambios iónicos en la superficie del esmalte, variando las concentraciones de Ca y P. lo que probablemente sea la causa de los cambios que se observan en la morfología de la superficie. Sin embargo mientras algunos autores describen significativas pérdidas de volumen, otros sólo refieren mínimos cambios, no significativos clínicamente, o incluso la ausencia de cambios de ningún tipo. (29, 42)

Investigaciones in vivo o in vitro mostraron que la rugosidad de la superficie puede verse afectada en función del agente de blanqueo. Diferente concentración de peróxido de carbamida y el peróxido de hidrógeno puede promover alteraciones en el esmalte dental (41)



Fig. No. 10: superficie del esmalte no blanqueado (ESEM imagen)

Fuente: Sahar Ahmed Mohamed El Halim. “Effect of Three Bleaching Agent on Surface Roughness of Enamel (In-vivo Study)”. Department of Operative dentistry, Saudi Arabia, 2012.

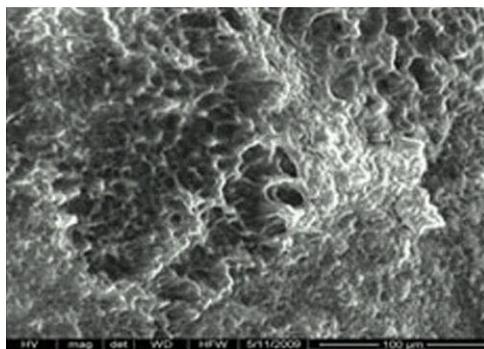


Fig. No. 11: Superficie del esmalte expuesta a 20% de peróxido de carbamida Opalescence (ESEM imagen)

Fuente: Sahar Ahmed Mohamed El Halim. “**Effect of Three Bleaching Agent on Surface Roughness of Enamel (In-vivo Study)**”. Department of Operative dentistry, Saudi Arabia, 2012.

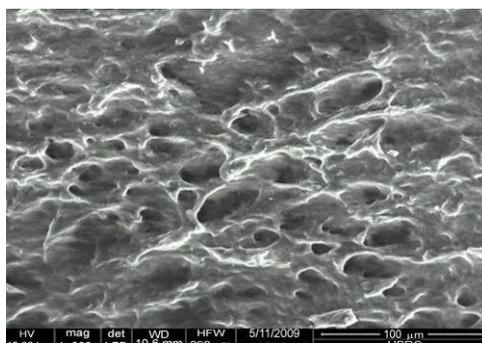


Fig. No. 12: superficie del esmalte expuesta a 10% de peróxido de carbamida Opalescence (ESEM imagen)

Fuente: Sahar Ahmed Mohamed El Halim. “**Effect of Three Bleaching Agent on Surface Roughness of Enamel (In-vivo Study)**”. Department of Operative dentistry, Saudi Arabia, 2012.

La tasa de desmineralización del esmalte en la superficie interna y externa son significativamente diferentes después del blanqueo. El esmalte blanqueado (superficie externa) era mucho más susceptible a la acción del ácido. (43) Un estudio interesante de RT Basting y Cols. en el 2001 luego de que analizó In Situ la microdureza en esmalte y dentina sanos y desmineralizados puestos bajo tratamiento con peróxido de carbamida al 10% por 3 semanas, llegó a la conclusión de que el tratamiento de peróxido de carbamida 10% altera la microdureza del esmalte sano y desmineralizado, NO alterando la microdureza de la dentina sana y desmineralizada. Algunos autores concluyeron entonces, que al ser el contenido mineral en la dentina menor (70%) que en esmalte, hablan de que este tratamiento

no afecta la estructura orgánica e inorgánica del esmalte, sino el contenido mineral del mismo. (29)

A pesar de que los tejidos dentales duros son altamente mineralizados, su contenido orgánico puede jugar un papel importante en el proceso de blanqueo. Se especula que la reacción entre el peróxido y el material orgánicos en la superficie externa o en la superficie interna del esmalte puede resultar en alteraciones morfológicas. A pesar de las ventajas que ofrece el tratamiento de blanqueo, el efecto de los agentes de blanqueo sobre los tejidos dentales duros es más bien controvertido. Algunos estudios no han demostrado efecto significativo sobre el esmalte humano y otros por el contrario, si han evidenciado cambios morfológicos en la estructura adamantina, que sugiere un proceso erosivo. Dentro de la controversialidad de los estudios se expone una variable, que es el tiempo de exposición del esmalte al agente blanqueador, determinante para la presencia o no de alteraciones. (44)

El aumento de porosidad y deposición de precipitaciones caracterizan la erosión del esmalte, las depresiones con formación de cráteres, la eliminación de la capa aprismática y la exposición de los prismas del esmalte también podrían ser detectados en exposiciones totales de 2 a 8 horas con 35% de peróxido de carbamida y 40 minutos para el peróxido de hidrógeno al 35% y activado por la luz. (44)

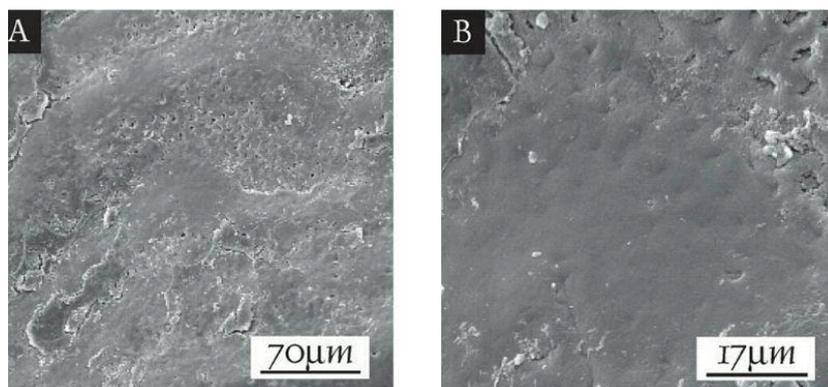


Fig. No. 13: Microfotografías del esmalte no blanqueado (grupo de control) a 500x (A) y 2000x aumentos (B)
Fuente: Sahar Ahmed Mohamed El Halim. “Effect of Three Bleaching Agent on Surface Roughness of Enamel (In-vivo Study)”. Department of Operative dentistry, Saudi Arabia, 2012.

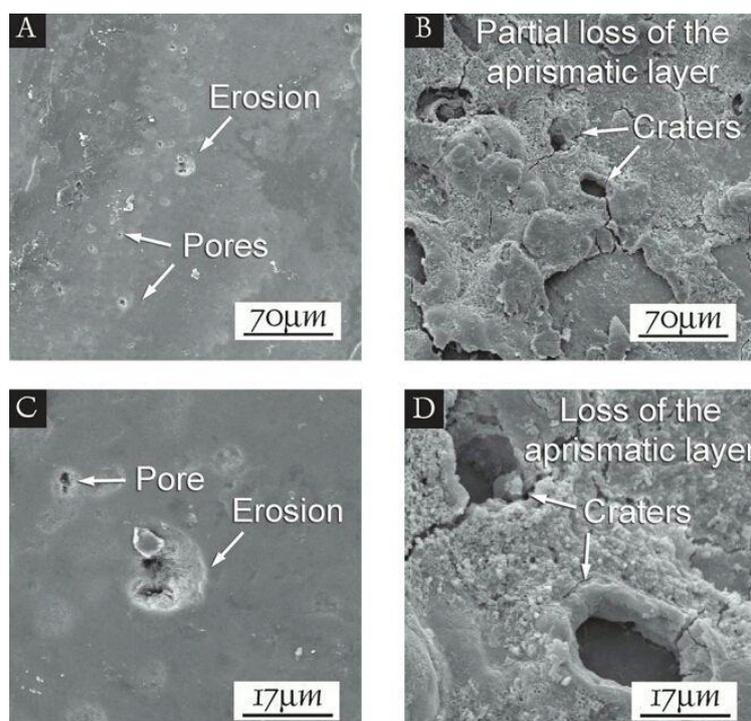


Fig. No. 14: Microfotografías del esmalte blanqueado después de 35% de peróxido de carbamida aplicaciones a 500x (A y B) y 2000x ampliaciones (C y D): la eliminación de la capa aprismática, cráteres, poros, y la erosión.

Fuente: Sahar Ahmed Mohamed El Halim. “Effect of Three Bleaching Agent on Surface Roughness of Enamel (In-vivo Study)”. Department of Operative dentistry, Saudi Arabia, 2012.

5.11.4 Efectos sobre la Adhesión:

Todos los cambios observados en la superficie del esmalte van a afectar indudablemente a la adhesión y a todos los procesos que la implican.

Existen varias teorías sobre el por qué la fuerza de adhesión se ve disminuida. Éstas se resumen en dos principales que son:

- Estructural, debido a una pérdida y erosión de la capa aprismática del esmalte, daño que es reparado después de 90 días, además de una reducción en las proporciones de calcio y fósforo. Sin embargo, esta alteración estructural es menor a la obtenida tras el grabado con ácido orto-fosfórico, lo que hace suponer que el papel del pH en la disminución de la adhesión es el poder de penetración que éste le imprime al peróxido.
- Residual, como consecuencia de la aplicación del peróxido de hidrógeno existe retención de oxígeno y de sustancias relacionadas al blanqueador en el esmalte, causando una reducción en la calidad de la adhesión, según el tiempo transcurrido (45)

Lo anteriormente citado produce alteraciones en la adhesión de resinas compuestas al esmalte, ya que el oxígeno residual inhibe la polimerización de materiales con base de resina. Estudios previos han demostrado que múltiples aplicaciones de un blanqueador de peróxido de hidrógeno disminuye la fuerza de adhesión al esmalte dental; sin embargo, poco se sabe de los efectos de éste sobre la adhesión al esmalte cuando es aplicado por única vez, aun cuando sea en mínima cantidad, la cual es dependiente del tiempo transcurrido. (45)

Se estima que en 4 semanas el esmalte estará totalmente recuperado, sin la presencia de residuos de oxígeno retenido entre los prismas del tejido adamantino y remineralizado por la acción de las enzimas salivales. Como mínimo se recomienda esperar dos semanas para iniciar el procedimiento restaurativo-adhesivo sobre la superficie de un esmalte que ha recibido blanqueamiento. (46)

5.12 EL OZONO COMO AGENTE BLANQUEADOR:

La sección anterior se centra en los efectos secundarios negativos de blanqueamiento, tales como la sensibilidad dental, la irritación gingival y fallas en la adhesión. Estos efectos secundarios dolorosos y molestos pueden ser tan altos como para generar que muchos pacientes terminen con el tratamiento blanqueante. Así, las casas comerciales elaboradoras de los productos blanqueadores, se han enfocado en alternativas de agentes que reduzcan en gran medida o eliminen dichos efectos secundarios. Se encontró un nuevo producto blanqueador, que su uso refiere la reducción de los efectos secundarios expuestos, OZONO. (37)

5.12.1 Ozono- su Historia y su Uso en la Terapia de la Salud:

El ozono es un gas formado por tres átomos de oxígeno y se pensaba como una estructura acíclica. Recientemente se cree que tienen un enlace covalente. La palabra ozono deriva de la palabra griega "ozein" y significa oler. El nombre correcto de esta molécula es peróxido de oxígeno (47)

Su descubrimiento se debió al Físico Holandés Martinus Van Marum en 1787, quien al estar experimentando con máquinas electrostáticas percibió el olor característico de un gas (ozono), como cloro limpio. En mayo de 1840 el químico Alemán Christian Frederick Schönbein de la universidad de Basilea en Suiza le dio el nombre de Ozono; pero gracias a los científicos franceses C. Fabry y H. Bulsson y su espectrógrafo es que se pudieron tener

las primeras medidas del ozono en la atmósfera, es decir calcular cantidades de ozono a partir de la medida de la intensidad de la radiación solar. (48)

El ozono es un componente natural de la tierra y está considerado como uno de los más importantes gases en la atmósfera. Juega un papel importante en el mantenimiento del equilibrio en la biosfera, formando una capa protectora. (37)

Este gas se produce de forma natural por la descarga eléctrica de rayos, las cascadas, los rayos ultravioleta del sol y las olas rompiendo. Un olor reconocible es detectable por la nariz humana a concentraciones entre 0,02 ppm a 0,05 ppm. (37)

El primer uso registrado de ozono en el área de la salud tuvo lugar en los Estados Unidos de América en 1885. Desde ahí se ha utilizado eficazmente como un agente antimicrobiano contra bacterias, virus, hongos y protozoos. El tratamiento con gas de ozono se ha indicado en 260 patologías diferentes en la medicina y en la terapia odontológica. (47)

5.12.2 El Ozono en Odontología:

El dentista Alemán E.A. Fish, fue quien utilizó por vez primera el agua ozonizada, con funciones desinfectantes. Otro Dentista Alemán, el Dr. Fritz Kramer, menciona que el agua ozonizada, puede ser útil para: Contener hemorragias, antiséptico previo a cirugía bucal, reforzar el aporte de oxígeno en una herida quirúrgica para mejorar la cicatrización, como antiséptico para tratar canales endodónticos, alveolitis, etc. (49)

Ozono en el Consultorio:

Además de ser útil para el blanqueamiento dental, en nuestro consultorio debemos sacar ventaja, del alto poder oxidante, por lo mismo lo utilizaremos en: Halitosis, irrigación en periodoncia, astringente en cirugía bucal, deodorizante del ambiente del consultorio. (49)

El ozono ha sido utilizado en el tratamiento de la caries dental; heridas intraorales infectadas; limpieza de prótesis dentales que contienen *Cándida Albicans* y la prevención de la formación de la placa, en periodoncia para la desinfección de las bolsas periodontales, mejorar la sensibilidad dental, en tratamientos de conductos, en infecciones y úlceras, blanqueamientos dental, etc. Estos tratamientos se realizan por medio de la ozonoterapia, que es la aplicación de una mezcla de oxígeno-ozono (95% O₂ y 0,5 % O₃) al organismo. Su dosificación se determina según la patología a tratar. (37, 55)



Fig. No. 15: Forma de aplicación del ozono al paciente, con cubetas personalizadas y especializadas

Fuente: www.go3advance.cl



Fig. No. 16: Confección de las cubetas individuales por el Dr. Tessier, Argentina 2010

Fuente: www.go3advance.cl

Por su ya conocidas características de desinfectante, desodorizante, bactericida, cicatrizante, oxigenante, y finalmente el de ser un hiperoxidante natural reconocido internacionalmente como el más poderoso oxidante de la ciencia química (Flúor 2.23, **Ozono 1.53**, Peróxido de Hidrógeno 1.31, Hipoclorito 1.09, Cloro Libre 1.00) (55) El ozono se perfila como una substancia muy útil en el proceso de blanqueamiento dental. La concentración de aplicación al paciente sería de 0.05 ppm (ozono clínico), con lo que no se comprometería la salud del mismo. La vida media del ozono es de unos 30 a 40 minutos a una temperatura promedio de 20°C, si no se utiliza rápido, su potencial oxidante disminuiría hasta un 20% en dos horas. En el agua, a una temperatura promedio 7°C, el tiempo de vida de la molécula es de 12 horas aproximadamente. En el aceite, a una temperatura promedio 7°C, el tiempo de vida de la molécula es de 60 días promedio. El ozono solo puede ser generado "in situ". (33)

Existe poca bibliografía aún acerca del uso de ozono para blanqueamiento dental, por ser un método nuevo en la práctica odontológica. Sin embargo, el primer estudio experimental diseñado para evaluar el uso del ozono en la atenuación de manchas por tetraciclina en incisivos de ratas, "The use of Ozone to lighten teeth. An experimental study" elaborado por Jerónimo Tessier y cols.; llegó a la conclusión de que después de tres minutos de exposición con ozono, la mancha se atenuó y luego de cinco minutos los dientes se aclararon aún más. Posterior al análisis del color, se vio que a los 3 minutos se redujo 28% el color amarillo de los dientes y que a los 5 minutos se redujo en un 56%. (51)

Los resultados se evidenciaron con claridad, colocando al ozono como eficaz ante la manchas con tetraciclina, que son unas de las más difíciles de remover y aclarar. (51)

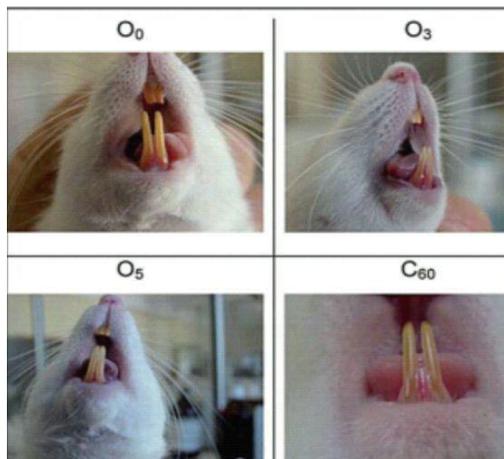


Fig. No. 17: Comparación del color de los incisivos inferiores de una rata de cada grupo de prueba. C60: rata de 60 días, incisivos de color amarillo, color natural. O0: rata de 60 días, dientes manchados con tetraciclina. O3: rata de 60 días, dientes después de 3 minutos de aplicación de ozono. O5: rata de 60 días, dientes después de la aplicación de 5 minutos de ozono.

Fuente: Tessier, J; Rodriguez, P; Lanata, E. The use of ozone to lighten teeth. An experimental study. Acta Odontol. Latinoam, 2010. Vol. 23 No 2. 84-90. Buenos Aires.

5.12.3 Los Límites de Exposición, los Factores de Riesgo y los Efectos Secundarios del Ozono:

El ozono pasa a ser un gas tóxico a niveles de alta concentración y puede ser fatal en 50 ppm durante 60 minutos. (50) Los efectos secundarios conocidos son: rinitis, tos, dolor de cabeza, náuseas, vómitos. Los principales problemas en los campos médicos y dentales son la falta de regulación de la utilización de ozono y la exposición de los pacientes y los operadores al gas ozono. (50) Los generadores de ozono no producen el mismo porcentaje de ozono con cada aplicación y esto hace más tedioso y dificultoso su aplicación en la práctica diaria. Sin embargo, las complicaciones causadas por la terapia de ozono son extremadamente raras. En casos de intoxicación, el paciente se coloca en la posición supina, y se lo hace inhalar oxígeno húmedo. Se recomienda al paciente que tome vitamina E, vitamina C y Acetilcisteína. (47)

6) HIPÓTESIS:

- a. Al aplicar ozono como agente blanqueador, el tiempo de espera para el tratamiento adhesivo-restaurativo es menor que el tiempo de espera con el peróxido de hidrógeno y el de carbamida.
- b. Los sistemas adhesivos monocomponentes proveen una fuerza de adhesión al esmalte mayor que los adhesivos multicomponentes (3 frascos).

7) VARIABLES:

Variables de la hipótesis a:

- Blanqueamiento con Ozono (variable independiente)
- Intervalo de Tiempo (variable dependiente)
- Blanqueamiento con Peróxidos (variable interviniente)
- Sistemas adhesivos (variable interviniente)

Variables de la hipótesis b:

- Sistema adhesivo monocomponente (variable independiente)
- Fuerza adhesiva (variable dependiente)
- Sistema adhesivo multicomponente (variable interviniente)

7.1 OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE:

HIPÓTESIS a:

Denominación de la Variable	Definición de la Variable	Dimensión de la variable	Indicadores
Variable Independiente: Blanqueamiento con Ozono	Utilización del gas Ozono O3, por su alto poder desodorizante, bactericida, cicatrizante, oxigenante, y el de ser el hiperoxidante natural más poderoso existente, sobre el esmalte dental para lograr reducir tonos o aclararlo y eliminar manchas.	Ozono	Uso sí o no
Variable Dependiente: Intervalo de Tiempo	Días de espera post-blanqueamiento para la aplicación del sistema adhesivo y la resina sobre el esmalte	Día 0	Aplicación
		Día 1	Aplicación
		Día 7	Aplicación
		Día 14	Aplicación
		Día 21	Aplicación

Variable Interviniente Blanqueamiento con Peróxidos	Uso del peróxido de hidrógeno y el peróxido de carbamida en su descomposición (peróxido de hidrógeno + urea) como sustancia activa que oxigena los dobles enlaces de las manchas y las decolora aclarando el color del esmalte	Peróxido de Hidrógeno	Uso sí o no
		Peróxido de Carbamida	Uso sí o no
Variable Interviniente Sistemas Adhesivos	Grupo de biomateriales que se colocan previo a la resina y de los cuales depende la optimización de la adhesión	Sistema de adhesión monocomponente	Uso sí o no
		Sistema de adhesión multicomponente	Uso sí o no

HIPÓTESIS b:

Denominación de la Variable	Definición de la Variable	Dimensión de la variable	Indicadores
Variable Independiente Sistema Adhesivo Monocomponente	Grupo de biomateriales que combinan en un solo frasco el primer y el bonding, se colocan previo a la resina optimizando el esmalte para una mejor adhesión	Sistema monocomponente (5ta generación)	Uso sí o no
Variable Dependiente Fuerza de Unión	Carga mecánica inicial que genera la fractura final dividida por el área transversal simple de la unión sistema adhesivos-restauración	Unidad de medida: Megapascales	Máquina de ensayos Universal Shimadzu modelo AGS- 10 kNX
Variable Interviniente Sistema Adhesivo Multicomponente	Grupo de biomateriales tienen en frascos separados el primer y el bonding, se colocan previo a la resina optimizando el esmalte para una mejor adhesión	Sistema multicomponente (4ta generación)	Uso sí o no

8) MATERIALES Y MÉTODOS

8.1 DISEÑO:

Diseño analítico experimental in vitro, prospectivo, longitudinal y correlacional en el que se emplearon 64 dientes humanos (preservados en suero fisiológico) y se dividieron en 4 grupos: 1 grupo de control de 4 piezas: No recibieron blanqueamiento y se les aplicó a 2 piezas adhesivo mono componente y a las otras 2 piezas se les aplicó sistemas de adhesión en 2 partes, 3 grupos experimentales de 20 piezas:

- G1: Recibieron blanqueamiento dental con peróxido de hidrógeno al 40% durante 5 días, posteriormente se dividieron en 5 sub grupos: de 4 piezas cada uno, 2 piezas con adhesivo mono componente y a las otras 2 piezas con sistemas de adhesión, para ser analizados inmediatamente (G1A), 1 día después (G1B), 7 días después (G1C), 14 días después (G1D), 21 días después (G1E).
- G2: Recibieron blanqueamiento dental con Peróxido de Carbamida al 45% por 5 días, luego se dividieron de forma similar al G1.
- G3: Recibieron blanqueamiento dental con Ozono por 5 días, luego se dividieron de forma similar al G1.

8.2 MATERIALES:

Material	Nombre comercial	Fabricante	Composición
Agente Blanqueadores	Opalescence Boost	Ultradent	-Peróxido de Hidrógeno al 40% -estabilizantes
	Opalescence Quick	Ultradent Products, Inc.	-Peróxido de Carbamida al 45% -estabilizantes
	Ozono	-	Ozono (0.05 ppm)
Ácido Grabador	Ultra-Etch	Ultradent Products, Inc.	Ácido fosfórico al 35%
Sistemas Adhesivos	PQ1 (adhesivo mono componente de resina)	Ultradent Products, Inc.	HEMA, monómeros patentados, canforoquinona, borosilicato de bario 40%, resinas naturales patentadas, flúor, etanol 8%
	PermaQuick (sistema de adhesión en dos partes)	Ultradent Products, Inc.	Imprimador: Bálsamo de Canadá, etanol, HEMA, ácido metacrílico, canforoquinona, monómero fosfato Adhesivo: Bis-GMA, TEGMDA, monómero diluyente, amina terciaria, canforoquinona, rellenos con flúor
Resina	Amelogen Plus A2 (composite estético microhíbrido)	Ultradent Products, Inc.	Bis-GMA
Máquina de ensayos Universal Shimadzu	modelo AGS- 10 kNX	Shimadzu	-

Otros materiales:

- 64 dientes humanos extraídos
- Piedra pómez
- Cepillo profiláctico dental
- Torundas de algodón
- Lámpara de Fotocurado
- Micromotor eléctrico
- Discos diamantados
- Acrílico (polvo-líquido) de autocurado rosado y transparente
- Espátulas de resina
- Una caja de microbrush
- Una caja de Guantes extra small
- Una caja de mascarilla
- Gorros desechables
- Campos desechables
- Calibrador digital

8.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN PARA LAS MUESTRAS:

Para la selección de la muestra se consideraron las piezas dentales que regular y mayoritariamente se blanquean como lo son los dientes anteriores hasta los premolares, teniendo así 64 dientes extraídos entre incisivos centrales, incisivos laterales, caninos y premolares, que no hayan recibido blanqueamiento.

8.4 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN PARA LAS MUESTRAS:

Se excluyeron para formar parte de las muestras a todas las piezas dentarias que poseían caries en cualquiera de las caras de la corona dental, que tuvieran fracturas en el esmalte o erosión en el mismo; también fueron descartadas aquellas piezas extraídas en personas mayores de 60 años o en niños menores de 13 años.

8.5 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA:

A las piezas dentarias seleccionadas (#64), por estar dentro de los parámetros indicados líneas arriba, primeramente se les aplicó, pasta de piedra pómez con un cepillo dental para profilaxis, limpiando así el tejido adamantino y eliminando cualquier impureza.

Posteriormente se separaron los cuatro dientes del grupo de control y se almacenaron en saliva artificial, dejándolos reposar en ella. Las demás piezas fueron divididas en los grupos G1, G2 y G3.

8.5.1 Blanqueamiento.-

En el grupo G1 se realizó una sesión diaria de 45 minutos por 5 días con el kit de blanqueamiento dental Opalescence Boost de Peróxido de Hidrógeno al 40%, primero se mezclaron los dos tubos, como lo indica el fabricante, se procedió a colocar la mezcla sobre las superficies vestibulares de los 20 dientes de este grupo y al cumplirse con el tiempo estipulado para la sesión, se la retiró con las torundas de algodón, luego se eliminaron los excesos con abundante agua y se los almacenó en saliva artificial hasta la siguiente sesión, el proceso se realizó a 37°C.

En el grupo G2 se realizó una sesión diaria de 30 minutos por 5 días con el kit de blanqueamiento dental Opalescence Quick de Peróxido de Carbamida al 45%, a temperatura ambiente, se aplicó con ayuda de los microbrush en las caras vestibulares de los 20 dientes de este grupo, se retiró luego del tiempo establecido el blanqueamiento con torundas de algodón y se eliminaron los excesos con agua; se almacenaron hasta la siguiente sesión en saliva artificial.

Para la realización del blanqueamiento en el grupo G3, me movilité a la ciudad de Quito donde la Dra. Lucy Calderón Zumárraga especializada en odontología Neurofocal, quien aplica el Ozono como agente blanqueador y colaboró gustosa con la presente investigación al permitirme blanquear los 20 dientes de este grupo con el uso de su máquina de ozonoterapia. Se colocó el recipiente que portaba las piezas dentarias dentro de una funda plástica a la que se le conectaron las mangueras del generador de ozono y se sellaron con cinta adhesiva para evitar la salida del gas. Primero se eliminó todo el oxígeno existente en la funda dejándola al vacío, después de estar libre de otros gases, se procedió a la aplicación de ozono (0.05 ppm) por 40 minutos por ser un estudio in-vitro, si fuera en humanos solo serían por 20-25 minutos; luego de ese tiempo el ozono pasa a ser tóxico. Al terminar la sesión se almacenan los dientes en saliva artificial. Se realizó el mismo procedimiento por 5 días una vez diaria.

La saliva artificial fue recambiada cada tres días.

8.5.2 Base Acrílica.-

Previa a la colocación del sistema adhesivo, las raíces de los dientes ya blanqueados fueron seccionadas con un disco diamantado colocado en un micromotor eléctrico, se elaboró una base de 8mm de diámetro aproximadamente, con acrílico rosado y acrílico transparente; antes de la polimerización del acrílico se colocó la corona dental en la parte media de la base, dejando la cara vestibular libre. Se usaron dos colores de acrílico para poder diferenciar el sistema adhesivo que se colocaría en esa muestra, a los dientes colocados

sobre una base rosa se les aplicó el sistema adhesivo monocomponente y a los colocados sobre una base transparente se les aplicó el sistema adhesivo multicomponente.

8.5.3 Adhesión y Resina.-

En el día que se iban a realizar las pruebas de tracción, ya con las muestras colocadas sobre las respectivas bases acrílicas y separadas en los grupos G1, G2 y G3, previamente se les aplicaba el ácido fosfórico al 35% Ultra-Etch por 15 segundos y se enjuagaron con agua por el mismo tiempo.

A las bases rosadas se les aplicó el sistema adhesivo PQ1 de la casa Ultradent, el cual es monocomponente, se colocó una capa uniforme de adhesivo en la superficie adamantina, luego para eliminar los solventes se aplicó aire por 10 segundos a una distancia de 10 mm, por último se usó la lámpara de fotocurado por 20 segundos. Con la ayuda de una espátula de resina se fueron colocando pequeños incrementos del composite Amelogen Plus A2 hasta lograr un cono de resina de unos 8mm de altura y se polimerizó durante cada incremento.

A las bases transparentes se les aplicó el sistema adhesivo PermaQuick de la casa Ultradent, se colocó una capa uniforme del primer y se aplicó aire por 10 segundos para eliminar los solventes, se fotopolimerizó por 20 segundos, posteriormente se aplicó una capa de bonding, por 10 segundos e igual se colocó aire para eliminar los solventes y se fotopolimerizó por otros 20 segundos más. Terminado esto se realizó la adhesión de los incrementos de resina fotopolimerizándolos a la par, hasta alcanzar una altura de 8 mm también.

8.6 TÉCNICA DE RECOPIACIÓN DE DATOS:

8.6.1 Prueba de Tracción.-

Las muestras fueron llevadas a la ESPOL en el Laboratorio de Ensayos Metrológicos y de Materiales (LEMAT) donde cuentan con la máquina japonesa de estudios universales Shimadzu modelo AGS-10kNX, apta para la realización de pruebas de tracción. Las muestras fueron analizadas con esta máquina a una fuerza constante a la velocidad de 5 mm/min, celda de 5 kN.

Debido al tamaño reducido de las muestras y al no contar en el país con otra máquina para analizar la fuerza de adhesión por resistencia a la tracción, se tuvieron que hacer adaptaciones, como la adición de una barra de hierro con un ojal al final por donde pasaba un alambre de cobre el que se amarró a la resina y se tensionaba previamente a la ceración de la máquina para el inicio de la prueba.

La fuerza que realizaba la máquina para vencer la resistencia a la tracción y la separación de la resina de la superficie dentaria, era medida en kN, para medir la fuerza de adhesión o la resistencia adhesiva se debió dividir esta fuerza (kN) para el área aproximada del cono de la resina, por lo que se medía con un calibrador digital el ancho (vestíbulo-lingual) y el largo (mesio-distal) del cono, previo a la colocación de la muestra en la máquina. Resultando de esto la medida en Megapascales de la fuerza adhesiva.

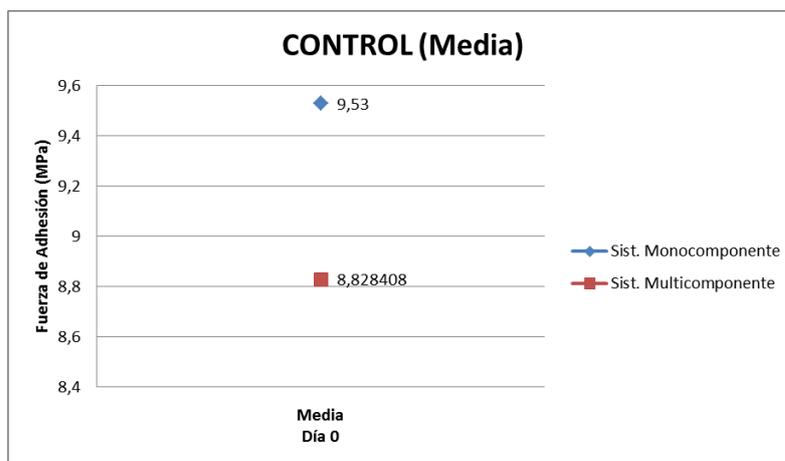
8.6.2 Análisis Estadístico.-

Los datos en Megapascales, fueron analizados con el test de ANOVA con el empleo del paquete estadístico SPSS 12.0 buscando diferencias estadísticamente significativas sobre las fuerzas adhesivas entre el grupo de control y los grupos tratados con blanqueador en los

diferentes intervalos de tiempo y también buscando diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de sistema adhesivo monocomponente (rosado) y el grupo de sistema adhesivo multicomponente (transparente) sobre las fuerzas adhesivas. Los datos fueron pasados a una hoja de cálculo en Excel para la realización de las tablas y gráficos que posteriormente se las pegó en Word.

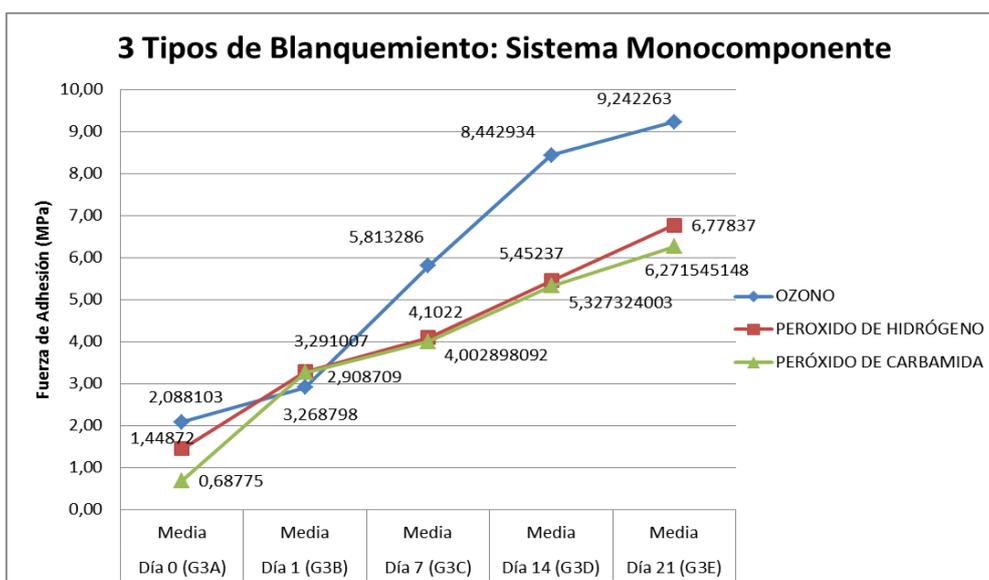
9) RESULTADOS

Gráfica A. Media del Grupo de Control: Sist. Monocomponente- Multicomponente



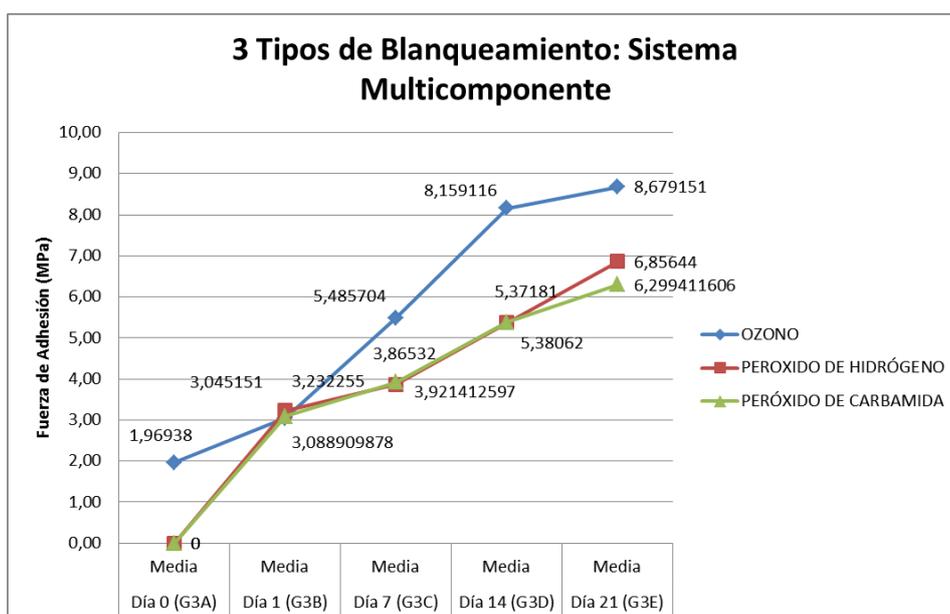
Después de ser evaluados los dientes de control que no se sometieron a blanqueamiento alguno, la media de la fuerza de adhesión de los que usaron sistema adhesivo monocomponente fue de 9,53 MPa. y la media de los que usaron sistema adhesivo multicomponente fue de 8,82 MPa. como se puede observar en la Gráfica A; aunque la tendencia denota una mejor adhesión con el sistema monocomponente, la diferencia es tan solo de 0.7016 la que no es significativa estadísticamente.

Gráfica B. Comparación de la fuerza adhesiva de los 3 tipos de blanqueamiento con su tendencia en el tiempo (Sist. adhesivo monocomponente)



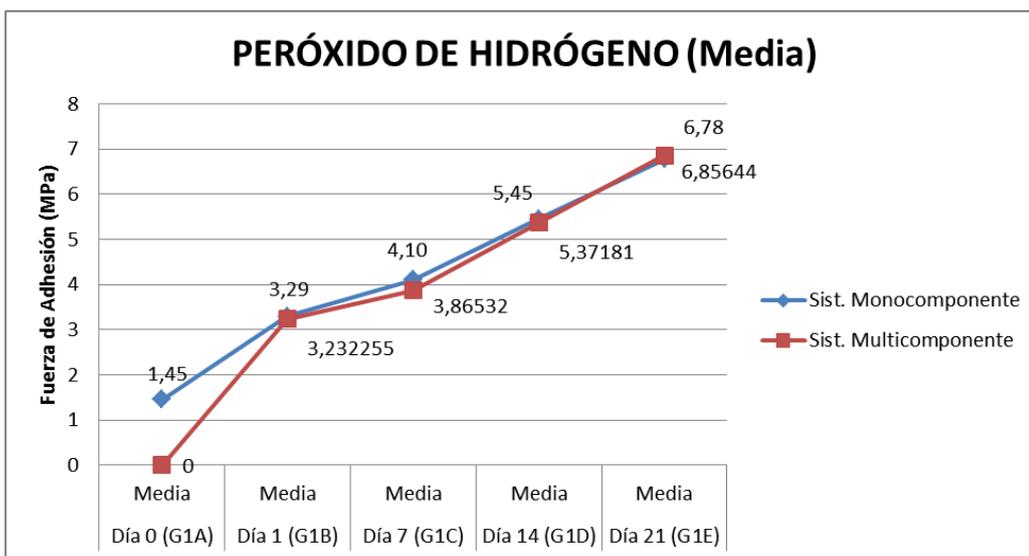
En la gráfica B se puede observar que desde el día 0 la fuerza adhesiva que experimentaron las muestras del grupo G3 (ozono) fue mayor que la fuerza adhesiva de los grupos G1 (peróxido de hidrógeno) y G2 (peróxido de carbamida). A medida que los días pasaron la tendencia de superioridad se mantuvo, a excepción del día 1 post- blanqueamiento en donde por el contrario fue menor que la de los otros dos grupos. Al llegar al día 21 se observa que la fuerza adhesiva del grupo G3 con sistema adhesivo monocomponente respecto al grupo de control fue muy similar y cercana con 9, 24 MPa. Por el contrario los grupos G1 y G2 que durante todos los días se ve que el desempeño de la fuerza adhesiva entre ellos es similar, baja y con un ligera, pero no estadísticamente significativa superioridad a favor del G1, inclusive al llegar al día 21 la fuerza adhesiva sigue siendo baja con respecto al grupo de control con 6,77 MPa y 6, 27 MPa respectivamente.

Gráfica C. Comparación de la fuerza adhesiva de los 3 tipos de blanqueamiento con su tendencia en el tiempo (Sist. adhesivo multicomponente)



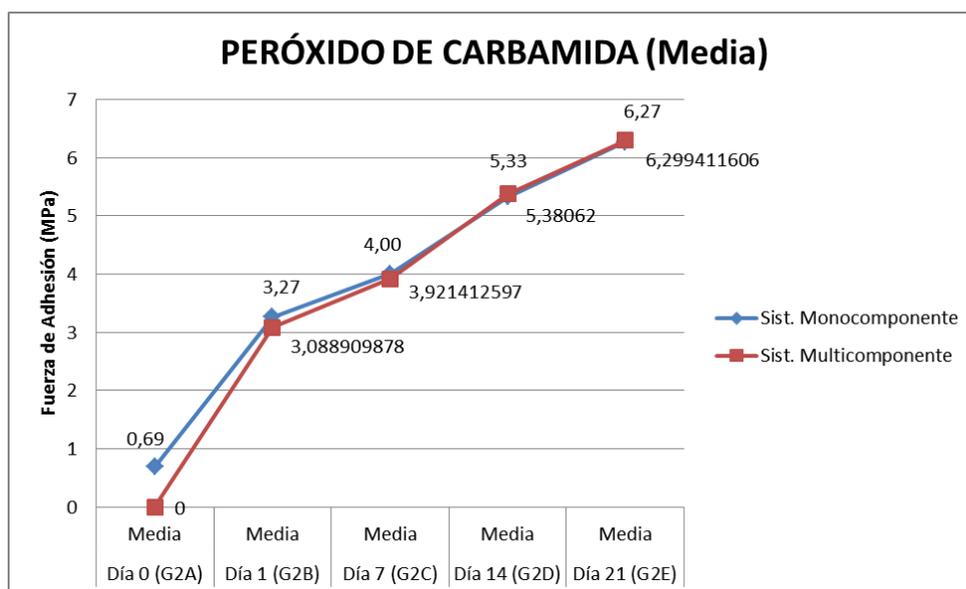
En la gráfica C en la que se comparan las tendencias en el tiempo de las fuerzas adhesivas de los 3 tipos de blanqueamiento y que usaron sistema adhesivo multicomponente, se ve desde el día 0 una fuerza adhesiva mayor, creciente al pasar los días en el grupo G3 a excepción del día 1 post blanqueamiento que es menor con respecto a los grupos G1 y G2. El desempeño de los grupos G1 y G2 es similar aunque con una fuerza adhesiva baja, no existe diferencia estadísticamente significativa. Comparando los 3 grupos con el grupo de control monocomponente se puede observar que el grupo G3 del ozono con 8,67 MPa. tiene una fuerza adhesiva similar y cercana a la del grupo control, por al contrario en los grupos G1 y G2 la fuerza adhesiva sigue siendo baja.

Gráfica D. Comparación de la fuerza de adhesión de los dos sistemas adhesivos: monocomponente y multicomponente en el grupo G1 (Peróxido de Hidrógeno)



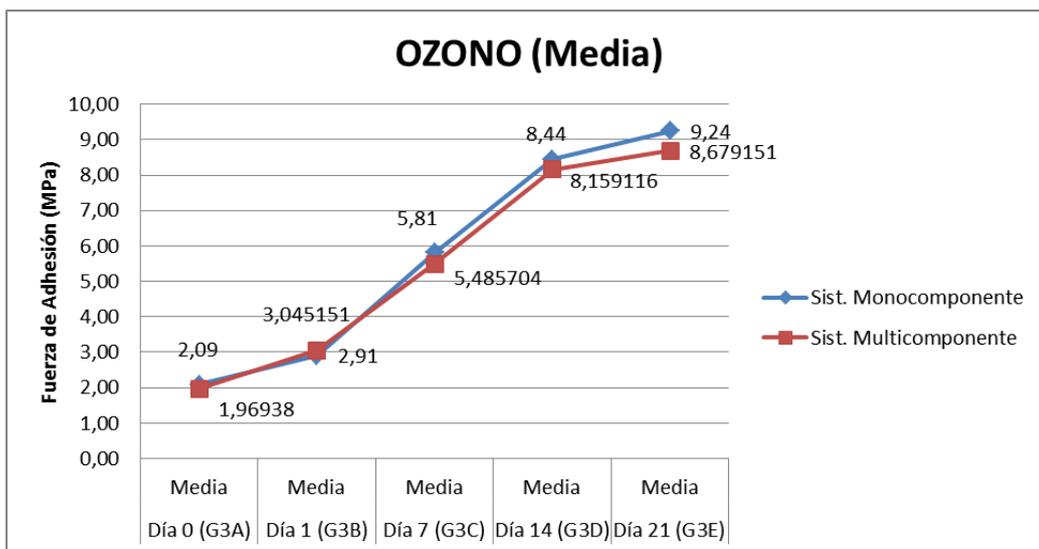
En la gráfica D se compara el desempeño de los dos sistemas adhesivos en el grupo G1 sobre la fuerza de adhesión y su tendencia en el tiempo. Pudiéndose analizar que en el día 0 la diferencia entre los dos sistemas fue superior notablemente a favor del sistema monocomponente teniendo 1, 45 MPa de fuerza adhesiva vs el 0 MPa del sistema multicomponente. Al día 1 la diferencia notable se redujo considerablemente hasta pasar a no ser estadísticamente significativa, con una mínima fuerza adhesiva superior general en el sistema adhesivo monocomponente en todos los días, exceptuando el día 21 en el que el multicomponente tuvo una leve superioridad de 0,07 con respecto al otro sistema.

Gráfica E. Comparación de la fuerza de adhesión de los dos sistemas adhesivos: monocomponente y multicomponente en el grupo G2 (Peróxido de Carbamida)



En la gráfica E se compara el desempeño de los dos sistemas adhesivos en el grupo G2 sobre la fuerza de adhesión y su tendencia en el tiempo. Pudiéndose analizar que en el día 0 la diferencia entre los dos sistemas fue ligeramente superior a favor del sistema monocomponente teniendo 0, 69 MPa de fuerza adhesiva vs el 0 MPa del sistema multicomponente. Al día 1 la diferencia se redujo aún más, con una mínima fuerza adhesiva superior general en el sistema adhesivo monocomponente hasta el día 7, en los días 14 y 21 fue el sistema multicomponente el que tuvo una leve superioridad, no significativa.

Gráfica F. Comparación de la fuerza de adhesión de los dos sistemas adhesivos: monocomponente y multicomponente en el grupo G3 (Ozono)



En la gráfica E se compara el desempeño de los dos sistemas adhesivos en el grupo G3 sobre la fuerza de adhesión y su tendencia en el tiempo. Pudiéndose analizar que aunque existe una ligera superioridad desde el día 0 hasta el 21 del sistema monocomponente vs el multicomponente, esta diferencia no es muy significativa, su desempeño es casi similar; se observa también que a medida que transcurren los días esta diferencia se acrecienta en cierta forma.

Tabla II: Porcentaje de Variación con respecto al Grupo de Control

	Día 0	Día 1	Día 7	Día 14	Día 21
	%	%	%	%	%
Ozono (Sist. Monocomponente)	-78,08	-69,47	-38,99	-11,39	-3,00
Ozono (Sist. Multicomponente)	-77,69	-65,51	-37,86	-7,58	-1,69
Peroxido C (Sist. Monocomponente)	-92,78	-65,69	-57,99	-44,09	-34,18
Peroxido C (Sist. Multicomponente)	-100	-65,01	-55,58	-39,05	-28,65
Peroxido H (Sist. Monocomponente)	-84,79	-65,46	-56,94	-42,77	-28,86
Peroxido H (Sist. Multicomponente)	-100	-63,39	-56,22	-39,15	-22,34

En la tabla II se puede analizar que en el día 21 tanto el grupo G3 (ozono) con sistema adhesivo monocomponente y sistema adhesivo multicomponente el porcentaje de variación con respecto al grupo de control es muy bajo y cercano, por el contrario en los grupos G1 y G2 con ambos sistemas adhesivos el porcentaje de variación es elevado aún. Se observa un patrón de reducción en los 3 grupos del porcentaje de variación con respecto al grupo de control al pasar de los días, lo que supone al tiempo como una variable para que se dé una minora de este porcentaje y con ello una mejor fuerza de adhesión.

10) CONCLUSIONES

- De los resultados de este trabajo pude concluir que la fuerza de adhesión se vio sumamente disminuida por la aplicación previa de blanqueamiento dental sobre el tejido adamantino, independientemente de cual sea el tipo de blanqueamiento o agente blanqueador empleado. Sin embargo, para que se incremente la fuerza adhesiva es la variable tiempo la que influye. Al pasar de las semanas ésta se ve aumentada.
- Con el ozono los efectos del blanqueamiento dental sobre el esmalte fueron indiscutiblemente menores, en todos los días que se realizaron los ensayos la adhesión de la resina que se logró, fue mejor que con los otros agentes blanqueadores (peróxido de hidrógeno y peróxido de carbamida). Siendo al día 21 la máxima fuerza de adhesión conseguida con el ozono, similar al grupo de control. Mientras que con los otros dos tipos de blanqueamiento de desempeño similar, incluso tras 21 días siguió siendo baja.
- Después de la realización del presente, y teniendo en cuenta que fue un estudio in-vitro en el que por más que se utilizó saliva artificial y se recambió cada tres días para tratar de simular el medio oral, no se contó con la capacidad buffer de la saliva, donde se esperaría menos alteraciones sobre el esmalte. Yo concluyo que in vivo, utilizando el ozono para blanqueamiento dental el procedimiento adhesivo se debería realizar después de 14 días de espera para tener una fuerza adhesiva óptima. Y con el peróxido de carbamida y peróxido de hidrógeno sería después de una semana más (21 días).
- El uso de los dos sistemas adhesivos no influyó en la consecución de una mejor fuerza adhesiva, sino el tipo blanqueamiento empleado y el tiempo de espera para la remineralización del esmalte. Se vio en todos los grupos un desempeño similar de los

dos sistemas de adhesión, con una ligera superioridad en las muestras que usaron sistema adhesivo monocomponente, concluyendo que éste es, aunque no estadísticamente significativo, mejor para la adhesión sobre el esmalte.

- Después de la elaboración de todas las muestras, personalmente llegué a la conclusión que para una mejor práctica clínica es mejor el uso del sistema adhesivo monocomponente, puesto que aparte de reducir los pasos previos a la colocación de la resina y por ende un menor tiempo, es más fácil lograr adherir el composite sobre el esmalte o la cavidad, en los sistemas multicomponentes la no evaporización de los solventes y el tener q usar una capa de primer y otra capa de adhesivo convierten a la superficie adamantina muy resbaladiza para mi gusto.
- De acuerdo con lo que observé el ozono si logra un aclaramiento en las piezas dentarias después de una sesión, pero es posible que no posea una capacidad de penetración tan alta en comparación con los geles de peróxidos, por lo que al compararlo con ellos se necesita un mayor número de sesiones para alcanzar resultados de aclaramiento así de satisfactorios. Al no causar ningún tipo de sensibilidad ni efectos el mayor número de sesiones no incomoda y es totalmente factible.
- Las dos hipótesis que me planteé previo a la realización de este estudio, resultaron válidas.

11) ANEXOS

CONTROL	
Sist. Monocomponente	9,21520
	9,85100
MEDIA	9,527798
ERROR TIPICO	0,317900
MEDIANA	9,533100
DESVIACIÓN ESTANDAR	0,449578
VARIANZA	0,202121
Sist. Multicomponente	9,90450
	7,86923
MEDIA	8,828408
ERROR TIPICO	1,017635
MEDIANA	8,886865
DESVIACIÓN ESTANDAR	1,439153
VARIANZA	2,071162

Tabla III. Resultados de la Fuerza de Adhesión de cada ensayo del grupo de Control con el respectivo análisis en paquete estadístico SPSS 12.0.

Nota: La medida de los datos es MPa.

PERÓXIDO DE HIDRÓGENO

	Día 0	Día 1	Día 7	Día 14	Día 21
Sist. Monocomponente	1,61185	2,81073	3,98927	5,06862	8,80597
	1,30210	3,85335	4,21833	5,86518	5,21763
MEDIA	1,448720	3,291007	4,102202	5,452373	6,778370
ERROR TIPICO	0,154875	0,521310	0,114530	0,398280	1,794170
MEDIANA	1,456975	3,332040	4,103800	5,466900	7,011800
DESVIACIÓN ESTANDAR	0,219026	0,737244	0,161970	0,563253	2,537340
VARIANZA	0,047973	0,543528	0,026234	0,317254	6,438092
Sist. Multicomponente	0,00000	2,89089	3,70370	5,41874	7,03102
	0,00000	3,61393	4,03400	5,32530	6,68620
MEDIA	0,000000	3,232255	3,865324	5,371817	6,856443
ERROR TIPICO	0,000000	0,361520	0,165150	0,046720	0,172410
MEDIANA	0,000000	3,252410	3,868850	5,372020	6,858610
DESVIACIÓN ESTANDAR	0,000000	0,511266	0,233557	0,066072	0,243825
VARIANZA	0,000000	0,261393	0,054549	0,004366	0,059450

Tabla IV. Resultados de la Fuerza de Adhesión de cada ensayo del grupo de Peróxido de Hidrógeno con el respectivo análisis en paquete estadístico SPSS 12.0.

Nota: La medida de los datos es MPa.

PEROXIDO C					
	Día 0	Día 1	Día 7	Día 14	Día 21
Sist. Monocomponente	0,00000	3,04249	3,97115	5,93743	5,48574
	1,37550	3,51194	4,03490	4,77991	7,16991
MEDIA	0,687750	3,268798	4,002898	5,327324	6,271545
ERROR TIPICO	0,687750	0,234725	0,031875	0,578760	0,842086
MEDIANA	0,687750	3,277215	4,003025	5,358670	6,327827
DESVIACIÓN ESTANDAR	0,972625	0,331951	0,045078	0,818490	1,190890
VARIANZA	0,946000	0,110192	0,002032	0,669926	1,418219
Sist. Multicomponente	0,00000	2,63242	3,80706	5,07427	6,46511
	0,00000	3,62456	4,03920	5,70547	6,13796
MEDIA	0,000000	3,088910	3,921413	5,380622	6,299412
ERROR TIPICO	0,000000	0,496070	0,116070	0,315600	0,163575
MEDIANA	0,000000	3,128490	3,923130	5,389870	6,301535
DESVIACIÓN ESTANDAR	0,000000	0,701549	0,164148	0,446326	0,231330
VARIANZA	0,000000	0,492171	0,026944	0,199207	0,053514

Tabla V. Resultados de la Fuerza de Adhesión de cada ensayo del grupo de Peróxido de Carbamida con el respectivo análisis en paquete estadístico SPSS 12.0.

Nota: La medida de los datos es MPa.

OZONO					
	Día 0	Día 1	Día 7	Día 14	Día 21
Sist. Monocomponente	2,10210	3,01110	6,69990	8,14840	9,82795
	2,07420	2,80980	5,04400	8,74811	8,69148
MEDIA	2,088103	2,908709	5,813286	8,442934	9,242263
ERROR TIPICO	0,013950	0,100650	0,827950	0,299857	0,568235
MEDIANA	2,088150	2,910450	5,871950	8,448257	9,259715
DESVIACIÓN ESTANDAR	0,019728	0,142341	1,170898	0,424062	0,803606
VARIANZA	0,000389	0,020261	1,371002	0,179828	0,645782
Sist. Multicomponente	1,99212	3,41040	4,56930	8,12950	9,43530
	1,94690	2,71902	6,58590	8,18884	7,98360
MEDIA	1,969380	3,045151	5,485704	8,159116	8,679151
ERROR TIPICO	0,022610	0,345690	1,008300	0,029670	0,725850
MEDIANA	1,969510	3,064710	5,577600	8,159170	8,709450
DESVIACIÓN ESTANDAR	0,031975	0,488879	1,425952	0,041960	1,026507
VARIANZA	0,001022	0,239003	2,033338	0,001761	1,053716

Tabla VI. Resultados de la Fuerza de Adhesión de cada ensayo del grupo de Ozono con el respectivo análisis en paquete estadístico SPSS 12.0.

Nota: La medida de los datos es MPa.

Fotos de la práctica:



Fig. No. 18: Piedra Pómez utilizada para la limpieza previa de las piezas dentarias

Fuente: Franco, L. Universidad Católica Santiago de Guayaquil



Fig. No. 19: Colocación de la mezclas de piedra pómez- agua para la limpieza y pulido con el cepillo profiláctico

Fuente: Franco, L. Universidad Católica Santiago de Guayaquil



Fig. No. 20: División de las piezas en los 4 grupos y almacenamiento en saliva artificial

Fuente: Franco, L. Universidad Católica Santiago de Guayaquil



Fig. No. 21: Materiales utilizados para la realización del blanqueamiento con Peróxido de Hidrógeno

Fuente: Franco, L. Universidad Católica Santiago de Guayaquil

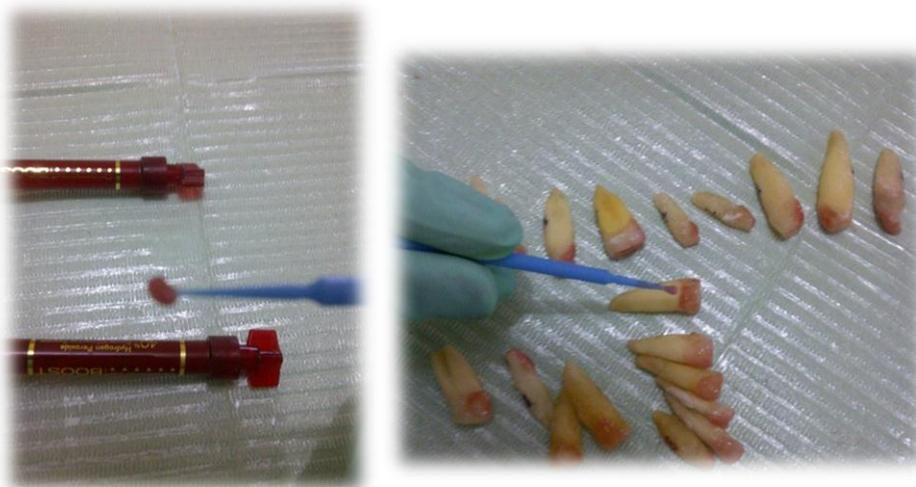


Fig. No. 22: Aplicación del Peróxido de Hidrógeno sobre las muestras
Fuente: Franco, L. Universidad Católica Santiago de Guayaquil



Fig. No. 23: Materiales utilizados para la realización del blanqueamiento con Peróxido de Carbamida
Fuente: Franco, L. Universidad Católica Santiago de Guayaquil



Fig. No. 24: Aplicación del Peróxido de Carbamida sobre las muestras

Fuente: Franco, L. Universidad Católica Santiago de Guayaquil

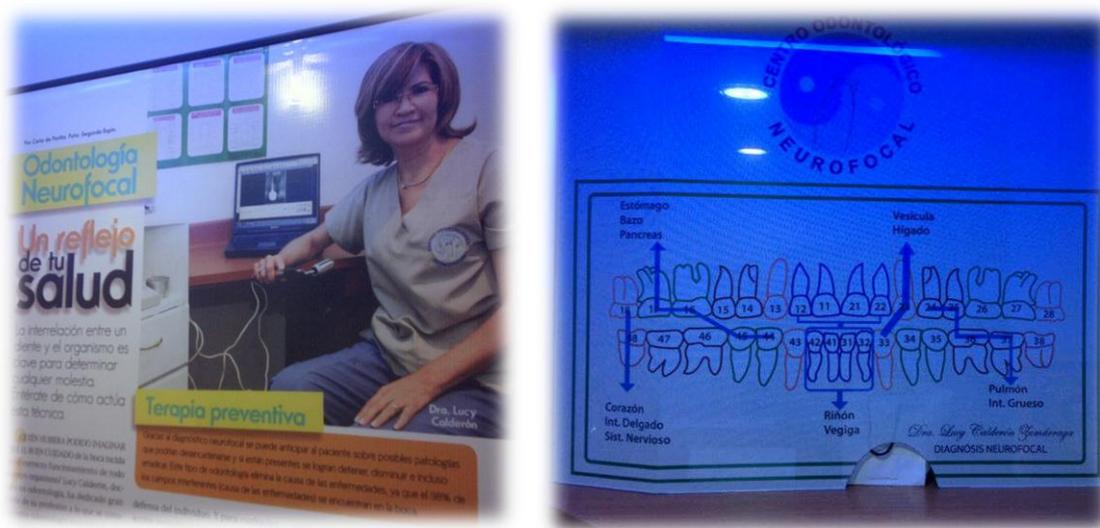


Fig. No. 25: Centro Odontológico Neurofocal de la Dra. Lucy Calderón Zumárraga (Quito)

Fuente: Franco, L. Universidad Católica Santiago de Guayaquil



Fig. No. 26: Dra. Lucy Calderón Z. y Estudiante Luisa Franco S.
Fuente: Franco, L. Universidad Católica Santiago de Guayaquil



Fig. No. 27: Máquina de Ozonoterapia
Fuente: Franco, L. Universidad Católica Santiago de Guayaquil



Fig. No. 28: Eliminación del oxígeno del recipiente con las muestras, al vacío.

Fuente: Franco, L. Universidad Católica Santiago de Guayaquil

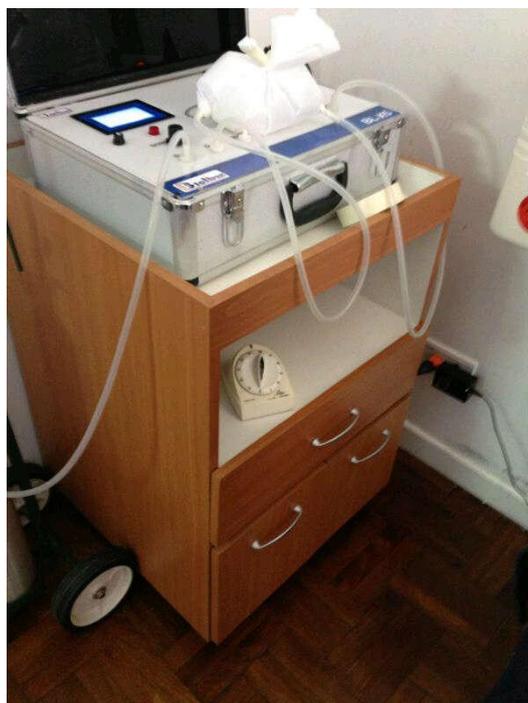


Fig. No. 29: Aplicación de Ozono terapéutico (0.05ppm) a las muestras por 40 min

Fuente: Franco, L. Universidad Católica Santiago de Guayaquil



Fig. No. 30: Piezas dentarias aclaradas luego de la 1era sesión con Ozono terapéutico.

Fuente: Franco, L. Universidad Católica Santiago de Guayaquil



Fig. No. 31: Odontosección de las raíces con discos diamantados en micromotor eléctrico.

Fuente: Franco, L. Universidad Católica Santiago de Guayaquil



Fig. No. 32: Elaboración de la base acrílica y colocación de la corona dental.

Fuente: Franco, L. Universidad Católica Santiago de Guayaquil



Fig. No. 33: Muestras en la base acrílica

Fuente: Franco, L. Universidad Católica Santiago de Guayaquil



Fig. No. 34: Materiales para la colocación de los sistemas adhesivos

Fuente: Franco, L. Universidad Católica Santiago de Guayaquil



Fig. No. 35: Aplicación del ácido fosfórico ultra echt previo a los sistemas adhesivos

Fuente: Franco, L. Universidad Católica Santiago de Guayaquil

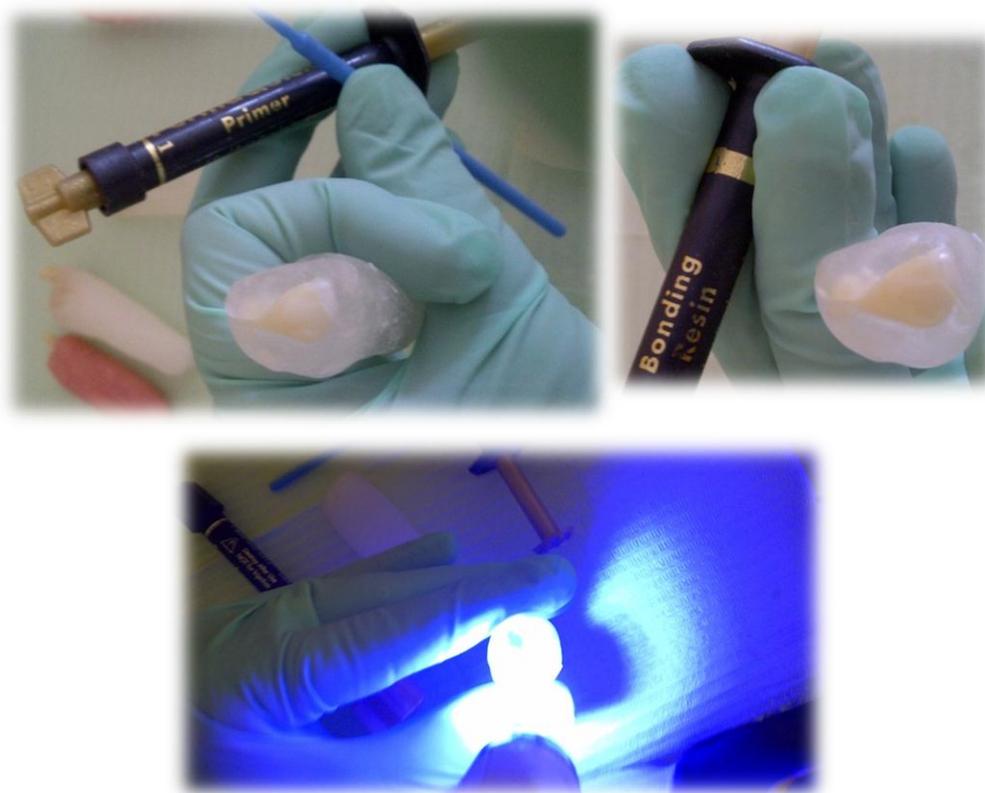


Fig. No. 36: Aplicación del Sistema Adhesivo Multicomponente (PermaQuick)

Fuente: Franco, L. Universidad Católica Santiago de Guayaquil



Fig. No. 37: Aplicación del Sistema Adhesivo Monocomponente (PQ1)

Fuente: Franco, L. Universidad Católica Santiago de Guayaquil



Fig. No. 38: Aplicación de la resina (Amelogen) y formación del cono

Fuente: Franco, L. Universidad Católica Santiago de Guayaquil



Fig. No. 39: Medición del ancho y largo de los conos de resina con calibrador digital

Fuente: Franco, L. Universidad Católica Santiago de Guayaquil



Fig. No. 40: Laboratorio LEMAT Espol (Guayaquil)

Fuente: Franco, L. Universidad Católica Santiago de Guayaquil



Fig. No. 41: Máquina Shimadzu modelo AGS 10kNX, (LEMAT Espol- Guayaquil)

Fuente: Franco, L. Universidad Católica Santiago de Guayaquil



Fig. No. 42: Colocación de las muestras y ajuste con el alambre de cobre
Fuente: Franco, L. Universidad Católica Santiago de Guayaquil



Fig. No. 43: Tensionamiento previo del alambre de cobre
Fuente: Franco, L. Universidad Católica Santiago de Guayaquil



Fig. No. 44: Muestra lista para inicio de los ensayos de tracción
Fuente: Franco, L. Universidad Católica Santiago de Guayaquil



Fig. No. 45: Separación de la resina de la superficie vestibular de la corona dental
Fuente: Franco, L. Universidad Católica Santiago de Guayaquil

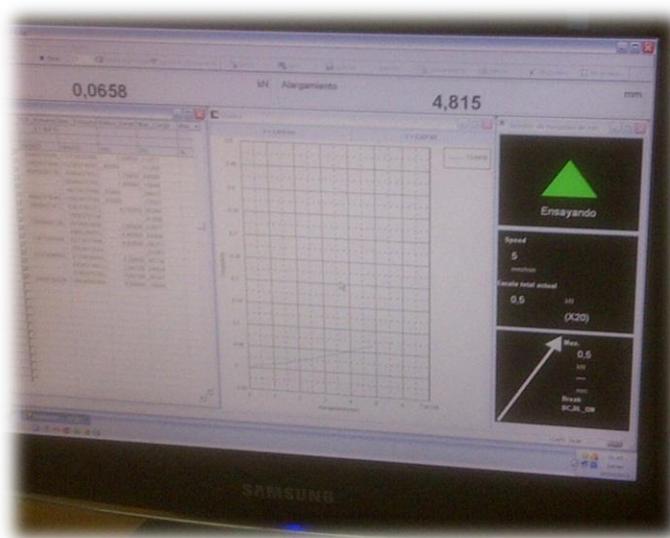


Fig. No. 46: Sistema operativo de los estudios de tracción, celdas, resultados.

Fuente: Franco, L. Universidad Católica Santiago de Guayaquil



Fig. No. 47: Muestras después de las pruebas de tracción.

Fuente: Franco, L. Universidad Católica Santiago de Guayaquil

BIBLIOGRAFÍA:

1. Henostroza, G. **“Adhesión en odontología restauradora: perspectiva histórica”**
Editorial: MAIO. Paraná-Brasil. 2006. Cap.: 1: 13-26.
2. Steenbecker, O. **“Adhesión en odontología restauradora: Fundamentos de la adhesión”**. Editorial: MAIO. Paraná-Brasil. 2006. Cap.: 2: 27-52.
3. Macchi, R. **“Adhesión en odontología restauradora: Polimerización y adhesión”**.
Editorial: MAIO. Paraná-Brasil. 2006. Cap.: 3: 53-70.
4. Joubert, R. **“Odontología adhesiva y estética”**. Editorial: Ripano, S.A. Madrid- España
Cap. : 1: 11-19. Cap.: 2: 23-38
5. Joubert, R. **“Odontología adhesiva y estética”**. Editorial: Ripano, S.A. Madrid- España
Cap.: 2: 23-38
6. Macchi, R. **“Materiales Dentales”**. 4ta edición. Editorial: Panamericana. Buenos Aires-
Argentina. 2007. Pág.: 42- 196.
7. Roberson, T; Heymann, H; Swift, E. **“Sturdevant’s art and Science of Dentistry”**.
Editorial: Elseiver España, S.A. 2007. Cap. 4.: 185-195.
8. Reis, A; Dourado Loguercio, A. **“Materiales dentales directos: de los fundamentos a la aplicación clínica”**. Editorial: Librería Santos. 2012. Cap.: 6: 181-2013.
9. Baratieri, LN; Monteiro, S. **“Odontología restauradora: fundamentos y técnicas”**.
Vol. No. 1. Editorial: Librería Santos. 2011. Cap. 5: 101-110

10. Cova, J. **“Biomateriales Dentales”**. Editorial: Actualidades médico odontológicas Latinoamérica (AMOLCA), C.A. 2006. Cap.: 4: 195-207.
11. Barrancos, J. **“Operatoria dental: integración clínica”**. Cuarta Edición. Editorial: Panamericana. 2006.
12. Marro, A. **“Evaluación de un sistema adhesivo de grabar y lavar de dos pasos en dentina grabada vs dentina grabada y tratada con NaOCl”**. Tesis Doctoral. Facultad de odontología de la Universidad de Granada. España. 2010
13. Oleksiuk, N. **“Análisis comparativo in vitro del sellado marginal de restauraciones de Resina Compuesta realizadas con dos adhesivos de distinta técnica de aplicación”**. Trabajo de investigación para optar al título de Cirujano Dentista. Universidad de Chile. 2008.
14. Manilla, J; Martínez, S; Donald, R. **“Ciencia e Ingeniería de los Materiales: Los polímeros y sus características”**. Editorial: International Thomson 2008.
15. <http://www.wordreference.com/definicion/polimerizaci%C3%B3n>
16. Dell’Acqua, A; Novero, L. **“Estética en Odontología Restauradora”**. Editorial: Ripano. España. 2006; Cap. 7.
17. Uribe, J. **“Principios y Bases de los Biomateriales en Operatoria Dental Estética Adhesiva”**. Oscar Steenbecker. 2007; Cap. 8.
18. Avery, J; Chiego, D; **“Principios de Histología y Embriología Bucal”**. 3ra edición. Editorial: Elsevier. Madrid. 2007.
19. Gómez de Ferraris, M. Campos, A. **“Histología y Embriología Bucodental”**. 2007.
20. Whaites, E. **“Fundamentos de Radiología dental”**. 4ta edición. 2008.

21. Abreu, R. **"Adhesión en Odontología Contemporánea I"**. Disponible en: www.odontologiaonline.com.
22. Buonocore, M. **"A simple method to increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces"**. Editorial: J Dent Res. 1955. Cap.: 43:83-89
23. Cáceres, C; Garrido, R. **"Análisis comparativo in vitro del sellado marginal obtenido en restauraciones de resina compuesta realizadas con la técnica de hibridación convencional e hibridación reversa"**. Revista dental de Chile. 2012. Cap.: 103 (2) 5-13.
24. Suárez, D; García, C; Velazco, G; Ortiz, R. **"Análisis ultraestructural del tejido adamantino vs polímero de obturación directa"**. Odous científica. Vol. 11. No. 2. Julio-Diciembre. 2010.
25. Ritter, A; Swift, J; Heymann, H; Sturdevant, J; Wilder, A. **"An eight year clinical evaluation of filled and unfilled one bottle dental adhesives"**. Dent Assoc. 2009; Cap: 140(1): 28-37.
26. Torres, C; Barcellos, D; Pucci, C; Lima, G; Rodríguez, C; Siviero, M. **"Influence of methods of application of self-etching adhesive systems on adhesive bond strength to enamel"**. J Adhes Dent. 2009. Cap: 11: 279-286.
27. Carvalho, A; Turbino, M. **"Can previous acid etching increase the bond strength of a self-etching primer adhesive to enamel?"** Braz Oral Res. 2009. Cap: 23(2): 169-174.
28. Silva, M; Carneiro, K; Lobato, M; Silva, P; Goes, M. **"Adhesive systems: important aspects related to their composition and clinical use"**. J. Appl. Oral Sci. Vol.18. No.3, May-June. 2010.
29. Jané Noblom, L. **"Estudio de cuatro sistemas de blanqueamiento dental en clínica y laboratorio"**. Universidad Internacional de Cataluña. 2006.

30. Rodríguez, L; Méndez, R; Cornejo, M; Nishimura, A. **"Efecto de los agentes antioxidantes sobre la adhesión al esmalte tratado con peróxido de hidrógeno al 38 %"**. Revista Oral. Año 11. No.35. 2010. Pág.: 646-649.
31. Machado, J; Machado, M; Hernan, R; Sversut, R; Duarte, J; Mazza, M. **"The influence of time interval between bleaching and enamel bonding"**. J Esthet Restor Dent. 2007. Cap.: 19: 111-119.
32. Hassel, A; Koke, U; Schmitter, M; Beck, J; Rammeslberg, P. **"Efecto clínico de diferentes sistemas de guías de colores sobre las tonalidades dentarias de las restauraciones con recubrimiento cerámico"**. Revista Internacional de Prótesis Estomatológica. Editorial: Hispanoamericana. 2006. Cap.: 8(2): 164-168
33. Caeño Arned, R. **"Diseño de un equipo generador de ozono clínico para blanqueamiento dental"**. Pontífica Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. 2012.
34. Santana, J. **"Blanqueamiento dental: estudio clínico para el desarrollo de métodos estadísticos e inteligentes para la predicción del cambio climático"**. Universidad de Granada. Departamento de Estomatología. Facultad de Odontología. 2010.
35. Minoux, M; Serfaty, R. **"Vital tooth bleaching: biologic adverse effects. A review"**. Quintessence Int. 2008. Cap.: 39: 645-59.
36. Saurina, A; C, Masgrau, N. **"Evaluación de cuatro métodos de blanqueamiento dental y el blanqueamiento dental como tratamiento dentro de un marco multidisciplinar en la estética del tercio inferior de la cara"**. Universidad Autónoma de Barcelona. 2011.
37. Grundlingh, A. **"Comparative in vitro study of two tooth bleaching systems: colour change and enamel surface effects"**. University of the Witwatersrand, Johannesburg. Faculty of Health Sciences, 2009.
38. Haywood, V. **"Taking the Pain out of Tooth Whitening. Dimensions of Dental Hygiene"**. 2006. Cap.: 4(9): 32-33.

39. Hewlett, E. **“Etiology and management of Whitening Induced Tooth Hypersensitivity”**. CDA Journal 2007. Cap.: 35 (7): 499- 506
40. Marson, F; Sensi, L; Vieira, L; Araújo, E. **“Clinical evaluation of in office dental bleaching treatments with and without the use of light activation sources”**. Oper Dent. 2008. Cap.: 33(1):15-22.
41. Sahar Ahmed Mohamed El Halim. **“Effect of Three Bleaching Agent on Surface Roughness of Enamel (In-vivo Study)”**. Department of Operative dentistry, Faculty of Oral and Dental Medicine, Misr University for Science and Technology, Egypt and Qassim university, Saudi Arabia, 2012
42. Gokduman, K. **“Effects of hydrogen peroxide bleaching on human dentin and enamel microstructure and function”**. The graduate school of natural and applied sciences of Middle East Technical University. 2005.
43. Kusiak, A; Zedler, E; Kowalska, J; Kochanska, B. **“Rate of Enamel Demineralisation Exposed to 35% Hydrogen Peroxide Bleaching Agent– an in Vitro Preliminary Report”**. Department of Conservative Dentistry Medical University of Gdańsk, Poland. Dent.Med. Probl. 2007. Cap.: 44(2): 167–171.
44. Baptista, C; Pagani, C; Benedetti, A; Da Silva, F. **“Evaluation of the bleached human enamel by scanning electron microscopy”**. J Appl Oral Sci 2005. Cap.: 13(2): 204.
45. Badilla, A; S, Tijerino. **“Adhesión a esmalte después del blanqueamiento. Odontología Vital 1”**. 2009. Cap.: 10: 41-45.
46. Da silva, J. **“The influence of time interval between bleaching and enamel bonding”** Journal of Esthetic and Restorative Dentistry. 2007. Cap.: 19 (2): 111- 118.
47. Nogale, C; Ferrari, P; Kantorovich, E; Lage- Marquez, J. **“Ozone therapy in medicine and dentistry”**. J Contemp Dent Pract. 2008. Cap.: 9(4):75-84.

48. Gallego, G. et al. **“Uso del ozono en diferentes campos de la odontología”**. Revista CES Odontología Vol.20 No2. Colombia. 2007.
49. Calderón, R. **“Blanqueamiento dental con gases hiperoxidantes -ozono- técnica para dientes vitales”**. Estética Dental: www.odontologiaonline.com.
50. Johansson, E; Andersson-Wenckert, I; Hagenjork-Gustafsson, A; Van Dijken, J. **“Ozone air levels adjacent to a dental ozone gas delivery system”**. Acta Odontol Scand. 2007. Cap.: 65 (6): 324-30.
51. Tessier, J; Rodriguez, P; Lanata, E. **“The use of ozone to lighten teeth. An experimental study”**. Acta Odontol. Latinoamerican. 2010. Vol. 23 No 2. Buenos Aires - Argentina. Cap.:84-90.
52. Hepburn, A. **“Nanotecnología en la formulación de nuevos composites”**. www.odontologos.com.co
53. <http://conocimientos-la-nanotecnologia.blogspot.com/2010/11/resinas-de-nanorelleno.html>
54. Rodríguez, G; Douglas, R; Pereira, N. **“Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas”**. Acta Odontológica Venezolana. Vol. 46. No 3. 2008.
55. www.go3advance.cl
56. <http://www.blanqueamientodental.com/blanqueamiento%20como%20funciona.html>