

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**



**“EFECTO IN VITRO DE LOS GELES DE PEROXIDO DE  
HIDROGENO AL 35% Y DEL PEROXIDO DE CARBAMIDA AL  
16% EN LA MICRODUREZA SUPERFICIAL EN BLOQUES DE  
RESINAS COMPUESTA HERCULITE PRECISS A2.  
LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN  
AGUSTIN, AREQUIPA 2015”**

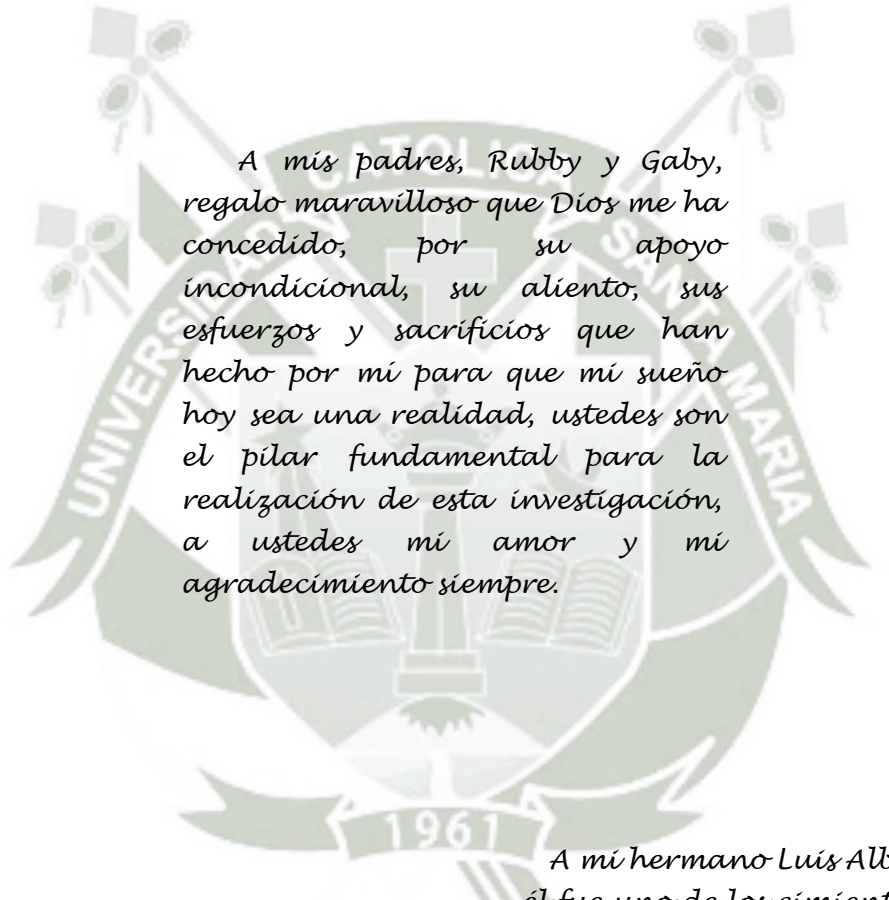
**Tesis presentada por:**

**Helen Johana Ardiles Zeballos**

**Para obtener el Título Profesional de  
Cirujano Dentista**

**AREQUIPA – PERU 2015**

*Esta tesis la dedico a mi Dios todopoderoso, por ser mi fuente, mi mano derecha, mi sustento, el que me ha dado la capacidad, la valentía y la fortaleza para que este sueño se hiciera realidad. Sin tí Dios mío no hubiese podido porque gracias a tí todas las cosas son posibles.*



*A mis padres, Rubby y Gaby, regalo maravilloso que Dios me ha concedido, por su apoyo incondicional, su aliento, sus esfuerzos y sacrificios que han hecho por mí para que mi sueño hoy sea una realidad, ustedes son el pilar fundamental para la realización de esta investigación, a ustedes mi amor y mi agradecimiento siempre.*

*A mi hermano Luis Albert pues él fue uno de los cimientos para la construcción de mi vida profesional, sentó en mí las bases de responsabilidad y deseos de superación, en él tengo el espejo en el cual me quiero reflejar, pues sus virtudes, valores y su gran corazón me llevan a admirarlo cada día más.*

*A Dios, por ser mi fortaleza, mi soporte, mi guía, mi luz para lograr mis objetivos, además de sus infinitas bendiciones.*

*A mi madre, por estar siempre a mi lado, por su infinito amor, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre que su amor, cuidado, y apoyo siempre va a ser incondicional.*

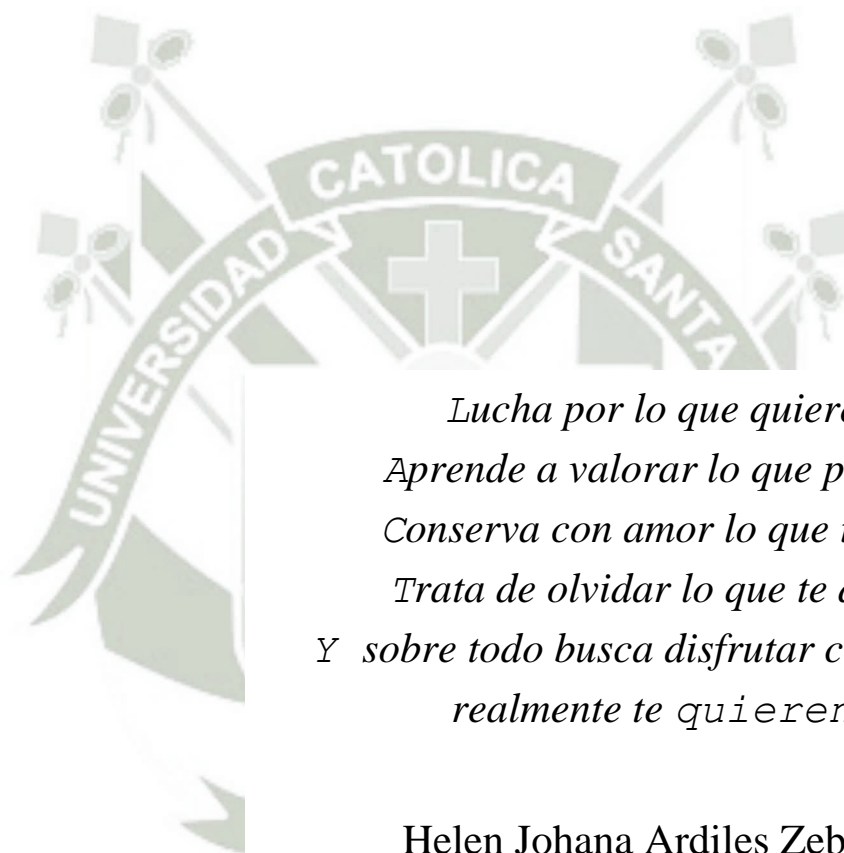
*A mi papá, un gran ejemplo de perseverancia, responsabilidad, alegría, por su amor y cuidado incondicional.*

*A mis tíos Ruth, Luis Edgardo, Janeth, Hugo, Víctor, mis padrinos Alexi y Flora, y mi nana Josefina, por su colaboración, enseñanzas, y palabras de aliento para nunca quedarme atrás y superar siempre los obstáculos de la vida.*

*A la facultad de Odontología de la Universidad Católica Santa María, por servirse de maestros que son ejemplos de enseñanza, guiando mi espíritu emprendedor y perseverante.*

*A mis profesores, que son maestros, guías y amigos, gracias por su tiempo, apoyo y gran amistad, así como por la sabiduría y las enseñanzas que me transmitieron en el desarrollo de mi vida profesional y personal.*

*Al Señor Carlos Alayza por su colaboración brindada durante la ejecución de esta investigación.*



*Lucha por lo que quieres.  
Aprende a valorar lo que posees.  
Conserva con amor lo que tienes.  
Trata de olvidar lo que te duele.  
Y sobre todo busca disfrutar con los que  
realmente te quieren.*

Helen Johana Ardiles Zeballos

## ÍNDICE

<b>RESUMEN .....</b>	<b>XI</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>XII</b>
CAPITULO I .....	13
PLANTEAMIENTO TEÓRICO.....	13
II.    PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN .....	14
2.1.    Determinación del Problema .....	14
2.2.    Enunciado del problema .....	14
2.3.    Descripción del Problema .....	15
2.4.    Justificación del Problema .....	16
III.    OBJETIVOS.....	18
IV.    MARCO TEORICO .....	19
4.1.    CONCEPTOS BASICOS.....	19
4.2.    Antecedentes Investigativos .....	63
V.    Hipótesis.....	68
CAPITULO II .....	71
PLANTEAMIENTO OPERACIONAL.....	71
1.1.    Técnicas.....	72
1.2.    Instrumentos.....	77
1.3.    Materiales .....	79
II.    Campo de Verificación .....	80
2.1.    Ubicación espacial.....	80
2.2.    Ubicación Temporal .....	80
2.3.    Unidades de Estudio .....	80
2.4.    Tamaño de muestra .....	81
III.    Estrategia de Recolección .....	82
3.1.    Organización .....	82
3.2.    Recursos .....	82
IV.    ESTRATEGIA PARA MANEJAR LOS RESULTADOS.....	83

4.1. A nivel de sistematización de los datos .....	83
4.2. A nivel del estudio de los datos .....	84
V. CRONOGRAMA DE TRABAJO.....	85
CAPITULO III .....	86
RESULTADOS .....	86
DISCUSIÓN .....	103
CONCLUSIONES.....	104
RECOMENDACIONES.....	105
BIBLIOGRAFIA.....	106
HEMEROGRAFIA.....	108
INFORMATOGRAFIA.....	109
ANEXOS .....	110
ANEXO N°1 .....	112
CERTIFICADO DE INVESTIGACIÓN.....	112
ANEXO N°2 .....	114
CONSTANCIA DE INVESTIGACIÓN .....	114
ANEXO N°3 .....	116
SECUENCIA FOTOGRÁFICA.....	116
.....	116

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA Nº 1</b>	Comparación basal de la microdureza superficial entre el grupo de peróxido de hidrógeno al 35% y grupo control en bloques de resina .....	<b>87</b>
<b>TABLA Nº 2</b>	Comparación final de la microdureza superficial entre el grupo de peróxido de hidrógeno al 35% y grupo control en bloques de resina .....	<b>89</b>
<b>TABLA Nº 3</b>	Comportamiento de la microdureza superficial en el grupo de peróxido de hidrógeno al 35% en bloques de resina.....	<b>91</b>
<b>TABLA Nº 4</b>	Comparación basal de la microdureza superficial entre el grupo de peróxido de carbamida al 16% y grupo control en bloques de resina.....	<b>93</b>
<b>TABLA Nº 5</b>	Comparación final de la microdureza superficial entre el grupo de peróxido de carbamida al 16% y grupo control en bloques de resina .....	<b>95</b>
<b>TABLA Nº 6</b>	Comportamiento de la microdureza superficial en el grupo de peróxido de carbamida al 16% en bloques de resina.....	<b>97</b>

**TABLA Nº 7** Comparación basal de la microdureza superficial entre el grupo de peróxido de hidrógeno al 35% y el grupo de peróxido de carbamida al 16% en bloques de resina.....**99**

**TABLA Nº 8** Comparación final de la microdureza superficial entre el grupo de peróxido de hidrógeno al 35% y el grupo de peróxido de carbamida al 16% en bloques de resina .....**101**



## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>GRAFICA Nº 1</b> Comparación basal de la microdureza superficial entre el grupo de peróxido de hidrógeno al 35% y grupo control en bloques de resina .....	<b>88</b>
<b>GRAFICA Nº 2</b> Comparación final de la microdureza superficial entre el grupo de peróxido de hidrógeno al 35% y grupo control en bloques de resina .....	<b>90</b>
<b>GRAFICA Nº 3</b> Comportamiento de la microdureza superficial en el grupo de peróxido de hidrógeno al 35% en bloques de resina.....	<b>92</b>
<b>GRAFICA Nº 4</b> Comparación basal de la microdureza superficial entre el grupo de peróxido de carbamida al 16% y grupo control en bloques de resina.....	<b>94</b>
<b>GRAFICA Nº 5</b> Comparación final de la microdureza superficial entre el grupo de peróxido de carbamida al 16% y grupo control en bloques de resina .....	<b>96</b>
<b>GRAFICA Nº 6</b> Comportamiento de la microdureza superficial en el grupo de peróxido de carbamida al 16% en bloques de resina.....	<b>98</b>

**GRAFICA Nº 7** Comparación basal de la microdureza superficial entre el grupo de peróxido de hidrógeno al 35% y el grupo de peróxido de carbamida al 16% en bloques de resina.....**100**

**GRAFICA Nº 8** Comparación final de la microdureza superficial entre el grupo de peróxido de hidrógeno al 35% y el grupo de peróxido de carbamida al 16% en bloques de resina .....**102**



## Resumen

La presente investigación tiene por objeto determinar el efecto in vitro de los geles de Peróxido de hidrogeno al 35% y del Peróxido de carbamida al 16% en la Microdureza superficial en bloques de resinas compuesta Herculite Preciss A2. en el laboratorio de la Universidad Nacional de San Agustín. Se trata de una investigación Cuasi-experimental prospectiva longitudinal de laboratorio y de nivel explicativo. Para la muestra se elaboraron bloques cilíndricos de 6 mm de diámetro y 2 mm de altura, elaborados con resina compuesta Herculite Preciss A2, con tales objetos se conformó 3 grupos, de 17 muestras cada uno, con un total de 51 muestras. Un grupo fue nombrado “grupo control”; en el cual se toma únicamente la medición de Microdureza superficial con el durómetro Indentec. El segundo grupo “Peróxido de Hidrogeno al 35%”, se tomó la medición de Microdureza, luego fue sometido al blanqueamiento clínico con el Peróxido de Hidrogeno al 35%, tres sesiones de blanqueamiento con intervalos de 7 días entre cada una, en cada sesión hubo 3 aplicaciones de 20 minutos de agente de blanqueo, lo que resulto un total de 9 aplicaciones cada 3 horas de exposición al final del experimento, por último se concluyó con la medición de Microdureza. El tercer grupo “Peróxido de carbamida al 16%” en donde el gel fue aplicado a la superficie de las muestras durante un periodo de 4 horas diarias consecutivas intercaladas con periodos de 20 horas de almacenamiento en suero, donde estuvieron en un horno a 37° bajo una humedad relativa al igual que los otros dos grupos, después del periodo de blanqueamiento se concluyó con la medición de Microdureza respectiva. Para determinar si la variación fue significativa se utilizó la prueba t – Student. Se concluyó que la Microdureza superficial de las resinas del grupo de Peróxido de Hidrogeno 35% y las resinas del grupo de Peróxido de Carbamida al 16% no son significativas estadísticamente, es decir, ambos son iguales en sus efectos sobre la Microdureza superficial en los bloques de resina

**Palabras Clave:** Microdureza superficial, resinas compuestas, Peróxido de hidrogeno al 35%, Peróxido de Carbamida al 16%

## Abstract

This research aims to determine the in vitro effect of the gels of Hydrogen Peroxide to 35% and Carbamide Peroxide to 16% in the surface microhardness of resin composite blocks of Herculite Preciss A2 in the laboratory of the San Agustín National University.

This is a longitudinal prospective experimental research in laboratory and explanatory level. For the samples they were developed cylinders blocks of 6 mm diameter and 2 mm of high, made composite resin of Herculite Preciss A2, with such objects settle 3 groups of 17 samples each, with a total of 51 samples. One group was named "Control Group"; in which the measurement was taken only with the surface microhardness with the Indentec durometer. The second group "Hydrogen Peroxide 35%," was taken measuring Microhardness, then the group was subjected to clinical bleaching with hydrogen peroxide 35%, three bleaching sessions with intervals of 7 days apart, in each session There were 3 applications of 20 minutes of bleaching agent, resulting a total of 9 applications every 3 hours of exposure at the end of the experiment, finally concluded with the Microhardness measurement. The third group "Carbamide Peroxide 16%" where the gel was applied to the surface of the samples over a period of 4 consecutive hours daily interspersed with periods of 20 hours of storage in serum, where they were in an oven at 37 ° under a relative humidity as well as the other two groups, after the bleaching period it concluded with the respective microhardness measurement.

To determine whether the changes were significant, it was used the T-Student. It was concluded that the surface Microhardness of resins from the group of Hydrogen Peroxide 35% and resins group of Carbamide Peroxide at 16% are not statistically significant, that means, both are equal in their effects on the surface Microhardness of the composite blocks.

**Keywords:** Surface Microhardness, composites, Hydrogen Peroxide 35%, Carbamide Peroxide 16%.



# **CAPITULO I**

## **PLANTEAMIENTO TEÓRICO**

## I.- PLANTEAMIENTO TEÓRICO

### 1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Determinación del Problema

A lo largo de los últimos años se viene empleando las diferentes técnicas de blanqueamiento en piezas dentales con restauraciones, siendo los principales componentes del blanqueamiento el Peróxido de Hidrogeno al 35% y en su otra presentación el Peróxido de Carbamida al 16% ,en los cuales su mecanismo de acción consiste en el desdoblamiento del elemento “madre”, y la posterior liberación de oxígeno, elemento que entrará a la estructura dental y producirá la ruptura de las macromoléculas pigmentantes, permitiendo el fácil paso de la luz.

Es conocido que las piezas dentales con restauraciones de amalgama incrementan la liberación de mercurio al ser expuestas en estos agentes blanqueadores o como los cementos de lonómeros convencionales que se disuelven con estos agentes, es por eso que esta investigación demostrará si las diferentes técnicas de Blanqueamiento (Peróxido de Hidrogeno35% y Peróxido de Carbamida al 16% influyen en la Microdureza de resina compuesta Herculite Preciss A2.

#### 1.2. Enunciado del problema

“Efecto in vitro de los geles de Peróxido de hidrogeno al 35% y del Peróxido de Carbamida al 16% en la Microdureza Superficial en bloques de Resinas Compuesta Herculite Preciss A2. Laboratorio de la Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa 2015”

### 1.3. Descripción del Problema

#### 1.3.1. Área del Conocimiento

a.1. **Área general:** Ciencias de la Salud

a.2. **Área Específica:** Odontología

a.3. **Especialidad:** Cariología

a.4. **Línea o Tópico:** Odontología Estética

#### 1.3.2. Análisis u operacionalización de variables:

VARIABLES		INDICADORES
Variable ESTIMULO 1	Peróxido de Hidrogeno al 35%	
Variable ESTIMULO 2	Peróxido de Carbamida al 16%	
Variable RESPUESTA	Microdureza Superficial	Expresión en Vickers

#### 1.3.3. Interrogantes Básicas

- ¿Cuál es el efecto del Peróxido de Hidrogeno al 35% en la Microdureza Superficial en bloques de resina compuesta Herculite Preciss A2?

- ¿Cuál es el efecto del Peróxido de Carbamida al 16% en la Microdureza Superficial en bloques de resina compuesta Herculite Preciss A2?
- ¿Cuál es la diferencia en el efecto del Peróxido de Hidrogeno al 35% y el Peróxido de Carbamida al 16% en la Microdureza Superficial en bloques de resina compuesta Herculite Preciss A2?

#### 1.3.4. Taxonomía de la Investigación

Abordaje	Tipo de Estudio					Diseño	Nivel
	Por la técnica de Recolección	Por el tipo de dato	Por el número de mediciones de la variable	Por el número de Muestras	Por el ámbito de recolección		
Cuantitativo	Experimental	Prospectivo	Longitudinal	Comparativo	Laboratorial	Cuasi-Experimental	Explicativo

#### 1.4. Justificación del Problema

##### a. Relevancia científica

Mediante esta investigación quiero demostrar si el Peróxido de Hidrogeno al 35% y el Peróxido de Carbamida al 16% tienen efecto sobre la Microdureza de la superficie en bloques de resina compuesta Herculite Preciss A2

**b. Originalidad**

Es original debido a que no existe investigaciones en nuestros medios acerca del efecto del Peróxido de Hidrogeno al 35% y del Peróxido de Carbamida al 16% en la **Microdureza de la Superficie** en la Resina Compuesta Herculite Preciss A2

**c. Relevancia Contemporánea**

El blanqueamiento es una técnica dental estética que en la última década ha tomado un gran apogeo en las personas debido que logra aclarar varios tonos de color de las piezas dentales, dejando los dientes más claros y brillantes.

El odontólogo en los últimos años está utilizando la resina compuesta por ser un material de elección para restaurar tanto piezas anteriores como posteriores. Quería en este en este proyecto demostrar el efecto que tiene el Peróxido de Hidrogeno al 35% y del Peróxido de Carbamida al 16% sobre la **Microdureza de la Superficie** de la resina compuesta Herculite Preciss A2.

**d. Contribución Académica**

La presente investigación constituye un aporte científico a la comunidad tanto profesional como académica

**e. Viabilidad**

Este trabajo es factible de ser realizado porque se ha previsto la disponibilidad de unidades de estudio, recursos tales como infraestructura, equipos, materiales. También será factible porque se tienen los conocimientos respectivos, así como el tiempo necesario.

**f. Interés personal**

Mediante este proyecto quiero lograr mi graduación para obtener mi título profesional.

También realizar un aporte hacia mis colegas acerca del empleo de Peróxido de Hidrogeno al 35% y del Peróxido de Carbamida al 16% y el efecto que tienen sobre la Microdureza Superficial de la resina Compuesta Herculite Preciss A2.

**2. OBJETIVOS**

- 2.1. Determinar el efecto del Peróxido de Hidrogeno al 35% en la Microdureza Superficial en bloques de resina compuesta Herculite Preciss A2
- 2.2. Determinar el efecto del Peróxido de Carbamida al 16% en la Microdureza Superficial en bloques de resina compuesta Herculite Preciss A2
- 2.3. Comparar el efecto del Peroxido de Hidrogeno al 35% y del Peroxido de Carbamida al 16% en la Microdureza Superficial en bloques de Resina Compuesta Herculite Preciss A2

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. CONCEPTOS BÁSICOS

##### 3.1.1. Peróxido de Hidrogeno

El peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ), también conocido como agua oxigenada, es un compuesto químico con características de un líquido altamente polar, fuertemente enlazado con el hidrógeno tal como el agua, que por lo general se presenta como un líquido ligeramente más viscoso que ésta. Es conocido por ser un poderoso oxidante.

El peróxido de hidrógeno es un agente oxidante porque tiene la capacidad de producir varios tipos de radicales libres, que son muy reactivos.  $O_2$  es el radical libre más fuerte, llamado superóxido<sup>1</sup>. Es un oxidante poderoso disponible en varias concentraciones, la más frecuentemente usada es la solución estabilizada al 35%. Estas soluciones deben ser manejadas con sumo cuidado ya que son altamente inestables, se volatilizan a no ser que estén refrigeradas y /o conservadas en un contenedor oscuro. Además es un químico cáustico que queman los tejidos orales.<sup>2</sup>

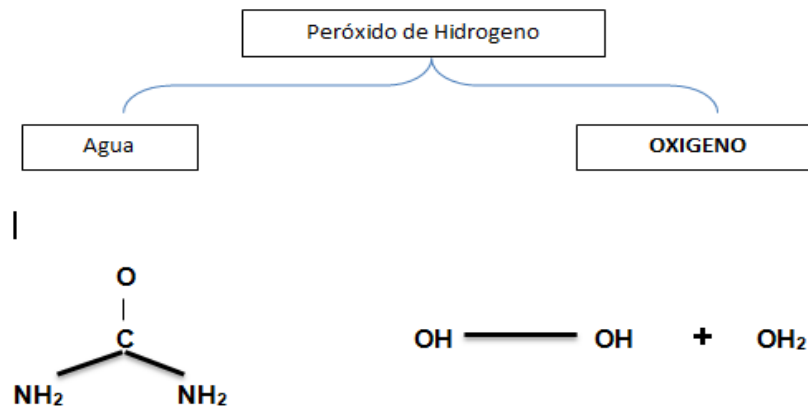
El peróxido de hidrógeno al 35% es un agente blanqueador utilizado hace varias décadas, cuya técnica de aplicación viene sufriendo cambios a lo largo de los años. Algunos fabricantes lanzaron en el mercado lámparas para el blanqueamiento, formulaciones cambiadas, pero el agente activo continuo siendo el peróxido de hidrógeno, con resultados más rápidos, pero la eficiencia de los sistemas parece ser la misma. Para el blanqueamiento con peróxido en altas concentraciones, el uso de dique de goma es imprescindible para la protección de los tejidos blandos, teniendo en cuenta el efecto caustico de estos productos. Esta técnica está indicada para los casos más severos de manchado por tetraciclina aunque este tipo de mancha no se elimina tan fácilmente.

---

<sup>1</sup> DALE, Barry y ASCHBEIM, Kenneth. Agentes blanqueadores y agentes relacionados, Pg. 256

<sup>2</sup> HUED, Rony Joubert,, Blanqueamiento Dental, Pg. 251

### a. Mecanismo de Acción



**Figura 1** HUED, Rony Joubert. Degradación del Peróxido de Hidrogeno

El Peróxido de Hidrogeno, por su bajo peso molecular penetra fácilmente la estructura dentaria, es degradado a agua y oxígeno, liberando sus radicales libres perhidroxilo por lapsos de tiempos cortos, los cuales están desemparejados, son muy inestables y altamente oxidantes. La estabilidad la consigue uniéndose a los radicales cromóforos, rompiendo sus uniones y transformándolos en moléculas pequeñas que son expulsados al exterior por difusión (remoción física de la mancha), produciéndose de esta forma el blanqueamiento.<sup>3</sup>

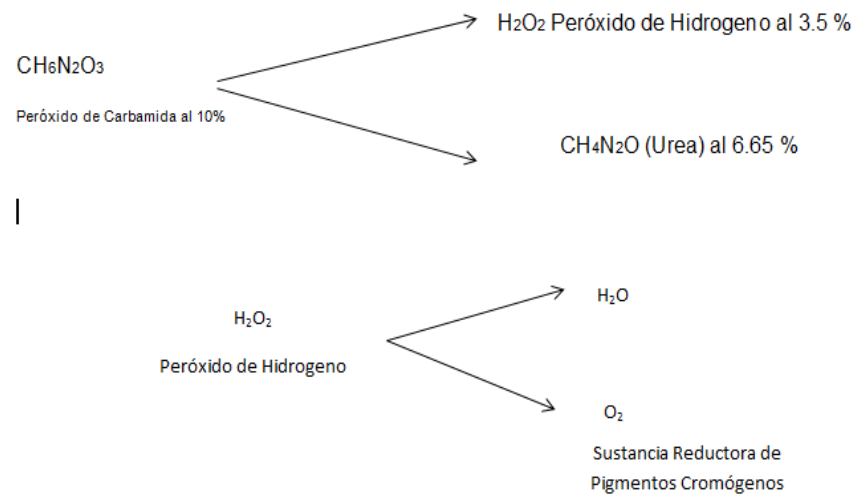
#### 3.1.2. Peróxido de Carbamida

El peróxido de carbamida es una combinación de peróxido de hidrógeno más urea equimolar formada por adición. Este agente posee una acción de oxidación, al igual que el peróxido de Hidrogeno. El Peróxido de Carbamida, es un compuesto más estable que el agua oxigenada, se usa en concentraciones de 10 a 22% en el área de la tecnología estética, con fines de hacer blanqueamientos dentales ambulatorios.<sup>4</sup>

<sup>3</sup> BARRANCOS, Julio, Ob. Cit. Pg.1093

<sup>4</sup> HENOSTROZA, Gilberto, Ob.Cit. Pg.116

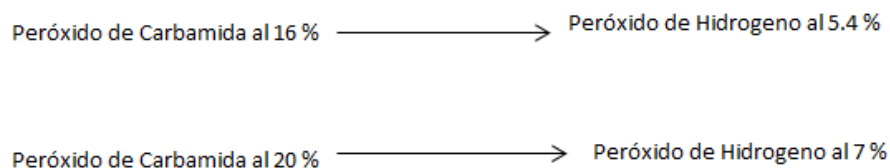
Este producto, cuyo pH varía entre 5.2 y un 5.9% se degrada en peróxido de hidrogeno y urea, así que el 10% de peróxido de carbamida pasara a formar 3.6% de Peróxido de Hidrogeno y 6.45% de Urea. Esto quiere decir que la concentración que tienes un material a base de peróxido de urea será aproximadamente del 35% de agua oxigenada<sup>5</sup>.



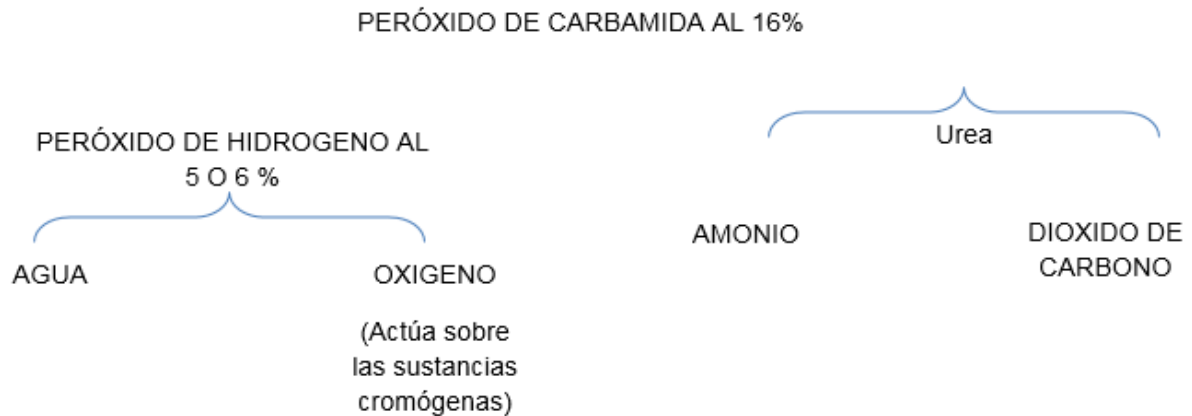
**Figura 2.** HENOSTROZA, Gilberto. Mecanismo de acción del Peróxido de Carbamida al 16%

**a. Mecanismo de acción del Peróxido de Carbamida**

El peróxido de carbamida se degrada en urea y en peróxido de hidrogeno, en porcentaje que depende del porcentaje del peróxido de carbamida, como vimos anteriormente la urea se degrada  $\text{CO}_2$  y amoníaco y el peróxido de hidrogeno se degrada<sup>6</sup>.



**Figura 2.** HENOSTROZA, Gilberto. Degradación del Peróxido de Carbamida a diferentes porcentajes



**Figura 3.** HENOSTROZA, Gilberto. Mecanismo de acción del Peróxido de Carbamida al 16%

### 3.1.3. Blanqueamiento Dental

#### 3.1.3.1. *Evolución Histórica del Blanqueamiento dental en Piezas vitales*

La apariencia fue y continuara siendo una gran preocupación del ser humano, influyendo en diversos contextos sociales. La preocupación de la apariencia de la sonrisa que es la “tarjeta de presentación” de las personas, es muy importante, siendo traducida por el deseo de tener dientes bonitos, bien alineados y blancos.

La preocupación de la obtención de dientes blancos no es una preocupación reciente, existiendo relatos de hace 2000 años atrás. El primer siglo D.C, los romanos recomendaron el cepillado de dientes con orina, pues aseguraban que esta promovía el blanqueamiento<sup>7</sup>.

Más adelante, Macintosh en 1779, intentó el blanqueamiento con el cloruro de cal; LATIMER en 1868 con ácido oxálico y CHAPPLE en 1877 con ácido clorhídrico, entre otros, citados por GREENWALL Y COL (2002). Más adelante, se usa por primera vez el peróxido de Hidrogeno, denominado Dióxido de Hidrogeno (HARAN,1884).

<sup>7</sup> MIYASHITA, Eduardo, Odontología Estética: Estado del Arte. Pg. 747

ABBOT (1918), descubre que aplicando una luz de alta intensidad, se produce un aumento de la temperatura en el peróxido de hidrogeno, lo que da lugar a un rápido blanqueamiento dental

Los productos mencionados era sumamente cáusticos y de efectos pocos predecibles, sin embargo se debe resaltar que desde los últimos años de la década de 1960 y hasta los primeros del siglo XXI, se usó con relativo éxito, aunque con efectos colaterales desagradables, el peróxido de hidrogeno al 35%, activado con una lámpara de luz, generadora de calor, New Image Bleaching Unit/ Union Broach (ARENS Y COL 192).<sup>8</sup>

En las décadas de 1960 y 1970, solían prescribirse colutorios de peróxido de hidrogeno para combatir la inflamación gingival.

Un ortodoncista, Klusimier, en 1968, colocó un dispositivo ortodóntico con Gly-oxide/Marrion Merrell Dow, Inc. (Peróxido de carbamida al 10%) para tratar una zona gingival inflamada. Después de unos días, observo que las piezas dentarias en contacto con la solución, tenían un color más claro. Luego, con mejores resultados, se usó un producto llamado Proxigel/Reed & Carnrick(HAYWOOD & HEYMANN,1991).

Esos hallazgos llevaron a un grupo de estudio de Carolina del Norte, al intercambio de conocimientos relacionados al tema. Uno de sus integrantes era Van B. Haywood; quien profundizó las investigaciones y un tiempo después, en 1989, publica con Harald O. Heymann, en el Quintessence Internatioanl el artículo titulado "Nightguard Vital Bleaching"(HAYWOOD & HEYMANN,1989) lo que se considera como el gran salto histórico en el blanqueamiento dental para piezas dentales<sup>9</sup>.

A partir de dicha publicación se popularizó en todo el mundo el blanqueamiento dental y ya en 1991, el 71% de dentistas en los Estados Unidos de Norteamérica lo realizaba (CRA NEWSLETTER, 1991).Entonces surgió en los odontólogos, los investigadores y el público

---

<sup>8</sup> HENOSTROSA, Gilberto. Ob. Cit. Pg. 106

<sup>9</sup> MIYASHITA, Eduardo, Ob. Cit. Pg. 747

en general, una serie de interrogantes acerca de las indicaciones, las técnicas más apropiadas, el tiempo que los dientes permanecerán blancos, la eficacia y seguridad de los procedimientos, etc.

Para resolver estas interrogantes, un grupo de expertos se reunió en la Universidad de Chappell Hill, Carolina del Norte, en Septiembre de 1996, en el Simposio Internacional para el Tratamiento No-Restaurador de dientes descolorados(JADA, 1997).

Los hallazgos científicos de las investigaciones recientes en esta materia, no difieren mayormente de lo concluido entonces. Los conceptos aceptados más resaltantes, son:

- El blanqueamiento casero, utilizando peróxidos de baja concentración, es eficaz y seguro<sup>10</sup>.
- Los productos que se expanden en las farmacias, llamados en inglés “over the counter”(OTC),no son recomendables, entre otras razones, por la posibilidad de ser usados por tiempo prolongado, mas allá de la tolerancia de las estructuras dentarias
- Un efecto colateral común, es la sensibilidad moderada, la cual se puede reducir con un buen manejo clínico (HAYWOOD, 1999; VELEZ, 2000; GREENWALL Y COL, 2002).
- Se han demostrado que no existen problemas pulpares a largo plazo (COHEN&CHASE, 1979).
- La resistencia adhesiva entre el esmalte y dentina con las resinas, disminuye si se hace inmediatamente después del blanqueamiento.(TORNECK Y COL, 1991; TITLEY Y COL, 1991).
- No se deben usar peróxidos de alta concentración con calor (ZACH &COHEN, 1965).

---

<sup>10</sup> HENOSTROSA, Gilberto. Ob. Cit. Pg. 106

### **3.1.3.2. Clasificación de las coloraciones dentarias**

Se han propuesto diversas clasificaciones de las coloraciones dentarias, muchas de ellas poco coherentes y sin mayor sustento científico.

Gracias a investigaciones, se han comprendido los mecanismos químicos, por los cuales se llega a determinadas coloraciones y así ha sido posible hacer clasificaciones más simples (NATHOO, 1997; DAYAN Y COL, 1983; TEO, 1989). Ellas se clasifican en:<sup>11</sup>

- Coloraciones Extrínsecas
- Coloraciones Intrínsecas <sup>12</sup>

Si bien esta clasificación se ha hecho por el origen de las coloraciones, se debe tener presente que muchas veces, ciertos pigmentos extrínsecos, penetran profundamente en las estructuras dentarias y dan lugar a coloraciones intrínsecas, lo que obligara a recurrir a procedimientos complejos, como es el mismo blanqueamiento dental u otros.

#### **a. Coloraciones Extrínsecas**

Se deben a sustancias que depositan o descansan sobre los dientes, en lo que se llama película adquirida, fenómeno en el que desempeña un papel importante las fuerzas de atracción. Estas fuerzas de atracción química, hacen que los cromógenos (sustancias con color) y los pre-cromógenos (sustancias incoloras) se acerquen a la superficie dentaria y se adhieran a ella (WATTS & ADDY, 2001; NATHOO, 1997)<sup>13</sup>

En base a estos conceptos, el investigador SALIM A. NATHOO(1997)ha propuesto la siguiente clasificación, para las coloraciones extrínsecas <sup>14</sup>:

---

<sup>11</sup> HENOSTROSA, Gilberto. Ibid. Pg. 107

<sup>12</sup> HUED, Rony Joubert, Ob. Cit, Pg. 258

<sup>13</sup> HUED, Rony Joubert, Ibid, Pg. 258

<sup>14</sup> HENOSTROSA, Gilberto. Ob. Cit. Pg. 108

Coloraciones tipo:

**N1.- PIGMENTACIONES DENTARIAS DIRECTAS:** Materiales de color (cromógenos) se adhieren a la superficie del diente, dando una pigmentación del mismo color que la sustancia cromógena. Como por ejemplo de estas coloraciones, se pueden citar las producidas por el té, café, vino, y otras bebidas y alimentos.

Las sustancias responsables de causar las pigmentaciones, por lo general son llamados taninos, que son compuestos polifenólicos. Se considera que estas sustancias interactúan con la superficie dentaria, vida un intercambio iónico.

Como se ha mencionado, algunas de las coloraciones extrínsecas clasificadas en tipo **N1**, pueden convertirse en coloraciones intrínsecas, no por su origen y sí por su penetración y localización final

**N2.- PIGMENTACIONES DENTARIAS DIRECTAS:** Materiales de color (cromógenos) se adhieren a la superficie del diente, ocasionando una pigmentación diferente color que la sustancia cromógena.

Las coloraciones adheridas a la superficie del diente durante mucho tiempo, un color amarillento y se adhieren firmemente en las zonas interproximales y gingivales.

Cabe mencionar que algunas sustancias, como los taninos del vino tinto, pueden también dar con el tiempo una coloración amarillenta, sobre todo los bebedores habituales. En estos casos, la profilaxis no dará resultado y si, el blanqueamiento<sup>15</sup>.

**N3.- PIGMENTACIONES DENTARIAS INDIRECTAS:** Materiales incoloros (pre-cromógenos) se adhieren a la superficie del diente, ocasionando una pigmentación de color, después de sufrir una reacción química.

---

<sup>15</sup> DALE, Barry y ASCHBEIM, Kenneth. Ob.Cit. Pg. 251

Las sustancias que producen este tipo de coloraciones son inicialmente incoloras y se les denomina sustancia pre-cromógenas. Una vez adheridas al diente sufren una reacción química y se vuelven cromógenas. Ejemplo de esas sustancias es la clorhexidina que contiene furfurales y furfuraldehidos, los cuales son productos intermediarios de una serie de reacciones químicas entre azúcares y ácidos amínicos, llamada reacción marrón no enzimática de Maillard (ERIKSEN Y COL, 1985)

La eliminación de estas coloraciones se hará en base a peróxidos

### ***b. Coloraciones Intrínsecas***

Son aquellas producidas por sustancias cromógenas en el interior de las estructuras dentarias. Ellas se clasifican en pre eruptivas y post eruptivas<sup>16</sup>.

Las coloraciones pre eruptivas (Amelogénesis imperfecta, Dentinogénesis imperfecta, Hipoplasia del esmalte, Eritoblastosis fetal, Hiperbilirrubina eritropoyética) se producen en el momento de la ontogénesis, mientras que los cambios de color en la etapa post eruptiva (Fluorosis dental, Tetraciclinas, Pérdida del esmalte, Necrosis pulpar, Edad) tienen lugar en el momento de la mineralización de las piezas dentarias y afecta especialmente a las piezas permanentes.

El trastorno en general, es de color, pero muchas veces también se ve afectado el esmalte y la dentina en su forma o aspecto. Otras alteraciones comunes post eruptivas son las ocasionadas, entre otras causas, por necrosis pulpar, por materiales endodónticos dejados en la cámara pulpar y la coloración oscura propia de la edad.<sup>17</sup>

---

<sup>16</sup> HENOSTROSA, Gilberto. Ob. Cit. Pg. 109

<sup>17</sup> HENOSTROSA, Gilberto. Ibid. Pg. 110

## Causas de Pigmentación

Son diferentes los elementos que pueden manchar el diente en la superficie externa. Aquí algunos ejemplos

Café y té: manchas de color café a negro sobre la superficie lingual e interproximal especialmente.

Tabaco: Manchas de color café-amarillentas a negras, principalmente en la superficie lingual. En las personas que tienen el hábito de mascar tabaco, este tipo de manchas pueden ser visibles en las micro-fracturas del esmalte.

Marihuana: Se pueden definir líneas definitivas en el nivel cervical, de una coloración de color café a negro.

## Pigmentación de la Estructura Dental

Este tipo de pigmentaciones son las que afectan a la estructura dental pudiendo estar localizadas en el esmalte o en la dentina, y tienen un origen tanto en la fase pre como post eruptiva. Describiremos las más frecuentes:<sup>18</sup>

- Medicación sistemática (tetraciclina y minociclina)
- Ingesta Excesiva de Flúor
- Condiciones sistemáticas
- Condiciones o tratamientos dentales( caries, metales, yodos, aceites, nitratos)

## Tetraciclinas

Este tipo de manchas pre eruptivas se da como resultado de la ingesta de este antibiótico en el periodo de formación interósea de los dientes, vale decir del segundo trimestre del embarazo a los ocho años de vida. Lo que ocurre es que la tetraciclina llega por la vía sanguínea al germen dentario. Allí reacciona con el calcio (quelacion) y se incorpora a la hidroxiapatita

<sup>18</sup> DALE, Barry y ASCHBEIM, Kenneth. Ob. Cit. Pg. 251

(molécula al frente de la mineralización) para formar orto-fosfato-tetraciclina. Esta molécula al estar en contacto con la luz se oxida y forma 4 $\alpha$ , 12 $\alpha$ , anhídrido 4 oxo dimetil amino tetraciclina, responsable de la mancha dental.<sup>19</sup>

Estas manchas se pueden clasificar en 4 grados de afección

**Grado I:** Manchas de color amarillo, gris o café claro sobretodo localizado sobre los bordes incisales.

**Grado II:** Manchas de color amarillo profundo a gris, en este estadio todavía no se observan bandas.

**Grado III:** Presencia de bandas bien marcadas de color azulado a gris oscuro.

**Grado IV:** Se caracteriza por manchas oscuras bien marcadas.

Para este tipo de lesiones el blanqueamiento este indicado en las lesiones grado I y II, pero también pueden ser utilizados en las lesiones grado III y IV, para luego combinarse para otro tipo de tratamiento restaurativo como carillas, las cuales podrán tener un menor grosor y mejor estética. En situaciones extremas se realizaran coronas totales.<sup>20</sup>

### **Minociclina**

Este tipo de medicamentos está siendo utilizado por los dermatólogos en pacientes adolescentes y adultos jóvenes para el tratamiento del acné. La minociclina se absorbe en el tracto gastro-intestinal, donde se une al hierro formando complejos insolubles, los cuales se liberan a nivel del fluido crevicular pigmentado al tercio cervical, pudiendo llegar a pigmentar hasta el tercio medio en los casos más severos.<sup>21</sup>

---

<sup>19</sup> DALE, Barry y ASCHBEIM, Kenneth. Ibid. Pg. 247

<sup>20</sup> HUED, Rony Joubert, Ob. Cit, Pg. 258

<sup>21</sup> HENOSTROSA, Gilberto. Ob. Cit. Pg. 109

## Flúor

La ingesta diaria de Flúor por encima de 1ppm durante el periodo de formación y calcificación del esmalte, interfiere con la formación y maduración de este, generando diferentes trastornos en la formación del tejido. Estos trastornos van desde cambio de color hasta la formación anómala de la estructura. Existen lesiones de tipo hipoplásicas o de tipo hipomineralizantes. En lesiones simples ocasionalmente por flúor, el blanqueamiento dental puede ayudar. En otras situaciones nos vemos obligados a utilizar la micro abrasión y en otras condiciones acudiremos a restauraciones de operatoria dental y/o prótesis<sup>22</sup>

## Condiciones Sistemáticas

Estas afecciones son muy raras y poco frecuentes. Su etiología se debe a la infusión de pigmentos en la dentina durante la etapa de desarrollo, teniendo muy bien pronostico con los tratamientos de blanqueamiento:

- Dientes primarios verdes-azulados o cafés (ictericia severa).
- Dientes cafés (eritroblastosis fetal).
- Dientes café-violáceos (porfiria)

## Necrosis pulpar

Cuando esta es causada por caries y no por trauma, se presenta como una pigmentación grisácea, debido a una degradación proteica. Responden muy bien a los tratamientos de blanqueamiento.<sup>23</sup>

## Coloraciones por Edad

Con los años los dientes van tomando un color mas amarillento debido a dos factores 1) grado de mineralización y 2) perdida de agua<sup>24</sup>

---

<sup>22</sup> DALE, Barry y ASCHBEIM, Kenneth. Ob. Cit. Pg. 249

<sup>23</sup> BARRANCOS, Julio, Ob. Cit. Pg.1090

<sup>24</sup> JOUBERT, Rony. Ob. Cit. Pg. 258

En estos casos el pronóstico de agua no es bueno, ya que no son las macromoléculas que evitan el paso de la luz, sino el grado de calcificación dental, el cual no puede ser reducido de ninguna manera.

La sobre mineralización dentaria cambia el índice de reflexión, refracción y pasaje de la luz quitándole la vida al diente. Estos dientes se pueden blanquear, pero el paciente deberá ser informado que el blanqueamiento no será muy marcado.<sup>25</sup>

### **3.1.3.3. Contradicciones en los tratamientos de blanqueamiento dental**

- Teniendo presente la etiología de las diferentes manchas o pigmentos que afectan a la pieza dentaria daremos a conocer algunas contraindicaciones del tratamiento de blanqueamiento dental en dientes vitales:
- Demasiadas expectativas por parte del paciente ( blanco tipo Hollywood), podremos aclarar 1 o 2 tonos mas claros que el diente posee actualmente.
- Pulpas dentales muy grandes, que pueden aumentar la sensibilidad al tratamiento blanqueador.<sup>26</sup>
- Pacientes que poseen caries abiertas, restauraciones deficientes con filtración, patologías y en menores de 12 años.
- Dientes con hipersensibilidad, polirestaurados o con grandes destrucciones dentales.
- Mujeres embarazadas o en periodo de lactancia
- Alteraciones severas del esmalte (hipoplasias o Fluorosis severas)
- Alergias a los agentes blanqueadores
- Una pérdida grave de esmalte dental
- Superficies radiculares expuestas
- Dientes con fisuras del esmalte grandes o microscópicas

---

<sup>26</sup> MONDELLI, Rafael. Blanqueamiento de dientes pulpados técnicas y equipamientos.Pg.42

- Dientes con reconstrucciones de composite o con carillas dentales de porcelana.
- Personas impacientes (en ellos utilizar otro tipo de blanqueadores de tipo consultorio)
- Pulpas dentales muy grandes, que pueden aumentar la sensibilidad al tratamiento blanqueador.

#### **3.1.3.4. Agentes blanqueadores y Mecanismo de acción**

Los agentes blanqueadores son de peróxido de hidrogeno al 35% y los de peróxido de carbamida al 10%,15%, 16%, 20%, 22% o 35%. Estas concentraciones pueden variar de manera no significativa dependiendo de la empresa que los fabrica.<sup>27</sup>

##### ***Mecanismo de acción de los Agentes Blanqueadores***

El proceso básico del blanqueamiento involucra una reacción de oxidoreducción, proceso químico conocido como redox mediante el cual los materiales orgánicos son convertidos en dióxido de carbono y agua. Para que esta reacción ocurra es necesaria la presencia de un agente reductor y de un agente oxidante<sup>28</sup>

##### **a. Agente oxidante**

Corresponde al agente blanqueador, peróxido de hidrógeno, el cual puede actuar tanto como oxidante, ganando electrones y como reductor produciendo electrones; debido que presenta un carácter anfótero gracias a su grupo O<sub>2</sub>. Sin embargo, en el proceso del blanqueamiento su acción es como oxidante, al tener radicales libres con electrones no apareados correspondientes al oxígeno, los cuales comparte produciéndose su reducción.

El peróxido de hidrógeno corresponde a un compuesto sumamente inestable, presenta un peso molecular de 30gr/mol, siendo relativamente

<sup>27</sup> GOMES, Carlos Rocha, Blanqueamiento Dental con fuentes Híbridas Led /Laser. Pg. 07

<sup>28</sup> JOUBERT, Rony. Ob. Cit. Pg. 252

bajo, por lo que se difunde libremente a través del esmalte y la dentina, liberando radicales libres de oxígeno que atacarán las sustancias coloreadas, es decir al agente reductor.<sup>29</sup>

#### **b. Agente reductor**

Corresponde a la sustancia a blanquear, a compuestos con anillos de carbono altamente pigmentados, los que son abiertos y transformados en compuestos de carbono con ligación doble usualmente pigmentados de amarillo, los que al continuar el proceso son convertidos en grupos hidroxilos (tipo alcohol) que son generalmente incoloros.

Por lo tanto dependiendo de la coloración de los dientes el blanqueamiento puede comenzar oxidando compuestos con anillos altamente pigmentados o bien compuestos con cadenas de ligación doble, obteniéndose entonces el efecto blanqueador por la formación de compuestos incoloros y posteriormente una prolongación del proceso por el efecto residual y el efecto especular del oxígeno atrapado en la estructura dentaria.<sup>30</sup>

Podemos describir la química del blanqueamiento dental, como un redox, en la cual el ingrediente activo del gel, el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, se encuentra inestable por lo que óxidos entran en el esmalte y dentina, aclaran las sustancias coloreadas, las cuales se abren más rápidamente a mayor concentración del ingrediente activo. Al aclarar se alcanza un punto en que sólo estructuras descoloridas están presentes, este es el punto de saturación, hasta este punto la estructura del diente no cambia, sólo altera su color. El proceso es sumamente lento en esta fase, pero si continúa empieza a abrir los enlaces de carbono de proteínas, incluyendo a aquellas de la matriz del esmalte, y otros compuestas con carbono. Los componentes con los grupos hidroxilos (normalmente descoloridos) son rotos en partes más pequeñas. Existe una rápida pérdida de esmalte, siendo este convertido en anhídrido carbónico y agua, con la consiguiente pérdida de

<sup>29</sup> GOMES, Carlos Rocha, Ob.Cit. Pg. 09

<sup>30</sup> JOUBERT, Rony. Ob. Cit. Pg. 253

tejido dentario. Por lo tanto es crítico detener el proceso antes del punto de saturación sino la pérdida de material generará un diente quebradizo y de porosidad aumentada. Es importante resaltar también que existe un fenómeno óptico en el cual el diente oscuro absorbe una mayor cantidad de luz por la presencia de cadenas moleculares largas y complejas en el interior de la estructura dental. La acción del oxígeno es exactamente sobre estas moléculas, transformándolas en moléculas pequeñas y simples.<sup>31</sup> Así, el diente refleja la luz generando una percepción óptica de una superficie más clara, es decir los dientes se ven más blancos. El peróxido de hidrógeno es capaz de formar diferentes tipos de oxígeno activo, dependiendo de la temperatura, pH, luz y presencia de catalizadores. Una elevación de 10°C en la temperatura ambiental dobla la velocidad de reacción y el proceso de blanqueamiento. El calor actúa como catalizador en la descomposición del agente blanqueador a productos oxidantes y aporta energía a la solución blanqueadora, haciendo más fácil su difusión expansional a la estructura dentaria. Debido a su naturaleza química inestable, los agentes blanqueadores tienen una vida media corta. Para asegurar un efecto máximo deben usarse productos frescos. Deben almacenarse a temperatura baja y preferiblemente en contenedores que no permitan pasar la luz.<sup>32</sup>

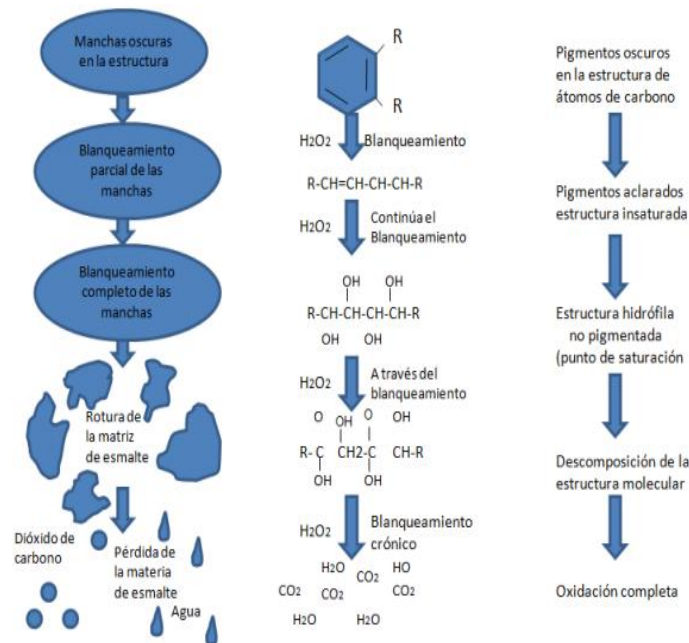
Cuando el peróxido de carbamida del 10% al 16% entra en contacto con el agua (o saliva), se rompe en aproximadamente al 3% al 5% de peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) y de 7% al 10% de urea ( $CH_4N_2O$ ); el peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) se disocia en agua ( $H_2O$ ) y oxígeno ( $O_2$ ), liberando el radical libre perodroxil ( $HO_2$ ) por cortos periodos, mientras que la urea se descompone en amoníaco ( $NH_3$ ) y dióxido de carbono ( $CO_2$ ). El amoníaco se combina con el agua creando  $NH_4OH$ , una sustancia alcalina que eleva el pH en la superficie del esmalte, compensando la acidez del peróxido de hidrógeno y tornando compatible el blanqueamiento casero.<sup>33</sup>

---

<sup>31</sup> MIYASHITA, Eduardo, Ob. Cit. Pg. 745

<sup>32</sup> JOUBERT, Rony. Ob. Cit. Pg. 253

<sup>33</sup> MIYASHITA, Eduardo, Ibíd. 745



**Figura 4.** Mecanismo de acción del blanqueamiento Dental <sup>34</sup>

### 3.1.3.5. Métodos y técnicas del blanqueamiento dental

#### a. Blanqueamiento en la Oficina

Es el tratamiento que realiza el odontólogo en el consultorio en piezas vitales con patologías moderadas y severas.

En la visita inicial se confecciona una historia clínica de nuestro paciente (edad, sexo, color actual de los dientes afectados, el tipo de patología, fotos preoperatorias de control, pronóstico, fecha de inicio del tratamiento).

Se tomarán radiografías para evaluar el estado periapical y periodontal de las piezas dentarias. <sup>35</sup>

<sup>34</sup> BARRANCOS, Julio. Ob. Cit. Pg. 1074

<sup>35</sup> JOUBERT, Rony. Ob. Cit. Pg. 259

Realice una buena evaluación de la cavidad bucal del paciente; presencia de caries, restauraciones deficientes, fisuras en el esmalte, recesiones gingivales, gingivitis u otras características que se juzguen importantes deben ser verificadas y tratadas antes del procedimiento. Providencie su protección y la del paciente.<sup>36</sup>

### **Secuencia del Tratamiento en la Aplicación clínica del Peróxido de Hidrógeno al 35% (Whiteness HP Maxx)**

- 1) Prepare al paciente con un adecuado aislamiento absoluto ya que el Peróxido de Hidrogeno al 35% son muy cáusticos y dañan a los tejidos blandos. Realice la profilaxis con piedra pómez y agua, a fin de remover manchas extrínsecas y placa bacteriana.
- 2) Realice el aislamiento relativo con Top Dam (protector gingival fotopolimerizable) cubriendo la encía marginal y las papilas con una capa de 3 a 5 mm de largo y máximo 1 mm de espesor. La barrera deberá cubrir aproximadamente 0,5 a 1 mm de la superficie dental. Utilice un espejo clínico observando de incisal para cervical y vea si hay tejido gingival al descubierto. En caso positivo, realice la corrección necesaria. Esta etapa es crucial para que se evite el contacto del peróxido con la encía. Utilice un retractor labial para facilitar la aplicación del protector gingival y también del aclarador.
- 3) Cure la resina Top Dam utilizando 20 a 30 segundos de fotopolimerización para cada grupo de 3 dientes. El protector gingival que se forma es rígido e insoluble, previniendo eventual irritación por productos agresivos.
- 4) Retire el aclarador del envase, observando las recomendaciones de seguridad. Sujete el frasco de peróxido en posición vertical y abra la tapa con cuidado.
- 5) Prepare el recipiente para mezcla y la espátula para mezclar el producto y Agite vigorosamente el frasco de espesante para que

---

<sup>36</sup> BARRANCOS, Julio. Ob. Cit.Pg. 1093

- sea homogeneizado su contenido. Falla en la homogeneidad del espesante puede resultar en un gel de baja viscosidad.<sup>37</sup>
- 6) Utilizando la placa de mezcla que acompaña el kit, mezcle la fase Peróxido (fase 1) con la fase Espesante (fase 2) en la proporción de 3 gotas de Peróxido para 1 gota de Espesante. La mezcla de 3 gotas de Peróxido para 1 gota de Espesante es suficiente para una aplicación en un diente. Para línea de sonrisa (10 dientes) generalmente 9 gotas de peróxido para 3 gotas de Espesante son suficientes.<sup>38</sup>
  - 7) Deje el gel permanecer sobre la superficie dental por 15 minutos desde el inicio de su aplicación. Con la ayuda de un pincel o microaplicador mueva el gel sobre los dientes de tres a cuatro veces para liberar eventuales burbujas de oxígeno generadas y renovar así el mejor contacto posible del gel con los dientes. Al final del tiempo recomendado, aspire el gel sobre los dientes con una cánula y límpielos con una gasa para dejarlos prontos para recibir una nueva porción de gel. Repita los pasos 6 y 7 por hasta dos veces más (máximo) en la misma sesión, según la evolución de los resultados y monitoreo de la sensibilidad del paciente.
  - 8) Al final del tratamiento aspire el gel y lave los dientes. Remueva el protector gingival destacándolo con una sonda exploradora.
  - 9) Aplique Desensibilize KF2% por 10 minutos y enseguida realice el pulido de los dientes con pasta de pulido Diamond Excel y discos de fieltro Diamond o Diamond Flex.
  - 10) Verifique el aspecto final tras el tratamiento. Compare la foto inicial y final.<sup>39</sup>

---

<sup>37</sup> JOUBERT, Rony. Ob. Cit. Pg. 260

<sup>38</sup> BARRANCOS, Julio. Ob. Cit. Pg. 1092

<sup>39</sup> BARRANCOS, Julio. Ibíd. Pg. 10923

## NOTAS

1 - Monitore al paciente a lo largo de todo el aclaramiento con relación a la sensibilidad dental y posibles puntos de irritación por peróxido. En el caso de que ocurran, interrumpa el proceso y realice una verificación e intervención (vea comentarios en la sección de Precauciones y Efectos Colaterales).

2 - Si el aclaramiento obtenido no atiende a las expectativas y si el paciente no presenta sensibilidad u otra contraindicación, la re aplicación del producto puede ser realizada por hasta dos sesiones más. En caso de que más de una sesión sea necesaria, debe haber un intervalo mínimo de 7 días entre sesiones.<sup>40</sup>

## Ventajas y desventajas

Las ventajas:

- La utilización de materiales fácilmente encontrados en el mercado.
- Un mayor control de la técnica, no depende de la colaboración del paciente
- Mejor control en los lugares de aplicación (principalmente en las regiones de recesión gingival que pueden generar hipersensibilidad).

Las Desventajas:

- Necesita de un tiempo más largo de atención clínica
- Los productos utilizados para el tratamiento profesional son muy cáusticos (30, 35 o 38%) y requieren un aislamiento absoluto con dique de goma u otros sistemas de barrera que protejan los tejidos blandos
- Manchas extremadamente oscuras, en especial aquellas provocadas por tetraciclinas Dientes que presentan restauraciones

---

<sup>40</sup> HENOSTROZA, Gilberto. Ob. Cit. Pg. 122 y 123

extensas no son indicados para el tratamiento blanqueador por presentar poca estructura dentaria

- Como la aplicación es realizada en el consultorio, exige más tiempo de atención clínica y por consecuencia un mayor costo
- Contraindicado en pacientes con caries abiertas, restauraciones deficientes con filtración, patologías periodontales y en menores de 12 años<sup>41</sup>.

### ***b. Blanqueamiento Ambulatorio***

Las auto aplicaciones de agentes blanqueadores en el propio domicilio es probablemente el método más popular de blanqueo de dientes vitales.<sup>42</sup>

#### **Indicaciones**

- Tinción generalizada
- Tinciones profundas por tabaco
- Tinciones profundas por te y café de fractura
- Cambio de color por traumatismo
- Fluorosis Moderada

#### **Contraindicaciones**

- Pacientes Adolescentes
- Piezas con pérdida de esmalte
- Dientes con fisuras o líneas de fractura
- Mujeres embarazadas o lactantes
- Pacientes con extrema sensibilidad (Fuera del control del operador)
- Pacientes con reflejos nauseosos<sup>43</sup>

<sup>41</sup> BARRANCOS, Julio. Ob. Cit. Pg. 1094

<sup>42</sup> DALE, Barry y ASCHBEIM, Kenneth. Ob. Cit. Pg. 258

<sup>43</sup> HENOSTROZA, Gilberto. OB. Cit.113

Los productos usados se basan en Peróxido de Carbamida, en concentraciones que van del 10% al 22%. El agente blanqueador se mantiene contra los dientes por medio de una cubeta fabricada a medida. La frecuencia, el momento y el número de las aplicaciones, y la duración del tratamiento varían dependiendo de la técnica empleada. Los pacientes deben de interrumpir el tratamiento y ponerse en contacto con su odontólogo si se desarrollan sensibilidad dental o gingival. También pueden ser aconsejables otras precauciones, algunas de las cuales se comentan en las instrucciones y los folletos de los fabricantes.

### **Secuencia del Tratamiento en la aplicación clínica del Peróxido de Carbamida al 16% (Whiteness Perfect 16%)**

- 1) Registre el color de los dientes para que el dentista y el paciente tengan un parámetro de comparación del aclaramiento. El registro del color de los dientes puede ser realizado a través de una escala de color o fotografía.<sup>44</sup>
- 2) Impresión: obtenga la impresión de los arcos superior e inferior con alginato.
- 3) El molde es confeccionado con yeso piedra, con la finalidad de evitar la formación de burbujas.
- 4) Confección de la férula individual: en un aparato Vacuum Forming, posicione los modelos en la bandeja y acople la placa para férula de 1 mm (Whiteness - Placas para férulas). Se formará una burbuja dinámica, evidenciando su plastificado. En este momento lleve la burbuja plastificada en dirección al modelo proporcionando una adaptación perfecta. La remoción de la placa debe ser removida tras su total enfriamiento.
- 5) Recorte de la férula: se inicia el recorte grosero de la placa, para, después, iniciar el recorte más próximo a los dientes. Es importante que no haya rebarbas para no causar incomodidad al paciente. El recorte se debe hacer contornando la región cervical de los dientes

---

<sup>44</sup> JOUBERT, Rony. Ob. Cit. Pg. 262

apartándose de 1 a 2 mm de la región cervical o sea, cubriendo parte del tejido gingival.<sup>45</sup>

- 6) Prueba de la férula: se debe verificar la adaptación de la férula, la presión sobre el tejido gingival y la incomodidad durante los movimientos de los labios, mejillas y lengua
- 7) Cantidad de gel en la placa: es muy importante que se demuestre al paciente a cantidad de gel que debe ser dispensada en la placa. Una gota de gel en cada diente de la férula es suficiente. El gel debe ser colocado en las regiones correspondientes a las caras vestibulares de los dientes a ser aclarados. Tiempo de uso: 3 a 4 horas diarias para las concentraciones 10% y 16% y 1 hora diaria para la concentración 22%.
- 8) Verifique el aspecto final tras el tratamiento. Compare las fotos inicial y final.

### **Ventajas y desventajas**

#### Ventajas:

- El paciente determina la hora del día a usarla
- Procedimiento fácil, poco agresivo y económico
- Genera menor sensibilidad post operatoria
- Mayor durabilidad de la terapia
- La cubeta es hecha para cada caso particular
- No se pierde tiempo en la oficina <sup>46</sup>

#### Desventajas:

- El odontólogo no tiene control de la aplicación por parte del paciente
- Estas terapias deben de estar indicadas en pacientes motivados y responsables

<sup>45</sup> HENOSTROZA, Gilberto. Ob. Cit. Pg. 113

<sup>46</sup> RALPH H., LEONARD JR, VAN B. HAYWOOD Y CEIB PHILLIPS, Factores de riesgo en el desarrollo de sensibilidad dentaria e irritación gingival en los tratamientos de blanqueamiento vital con férulas nocturnas, Pg.284

- La confección de cubetas para la colocación del gel se realiza en el laboratorio, por lo que el paciente no iniciará su tratamiento el mismo día
- Paciente debe de ser evaluado cada 5-7 días para evaluar la evolución del blanqueamiento, conllevando a varias citas y molestias adicionales tanto para el paciente como para el dentista
- La sobre extensión de la cubeta produce compresión de los tejidos blandos, produciendo irritación de estos.<sup>47</sup>

### **3.1.3.6. Efectos colaterales**

#### **Efectos sobre la estructura dentarias:**

**Esmalte:** la superficie del esmalte se mantiene intacta después del blanqueamiento casero con peróxido de carbamida. Un estudio reciente con peróxido de hidrogeno al 35% activado por la luz emitida por LED o luz Halógena, no ocasionó alteraciones morfológicas en el esmalte. Por otro lado, piezas que fueron sometidos in vitro a Peróxido de Carbamida al 35% durante 30 min diarios por 14 días, sufrieron perdida de capas de esmalte aprismático, daño que se reparó después de 90 días. Pese a estas opiniones controversiales sobre efectos del peróxido en el esmalte, clínicamente no se aprecia daño de forma inmediata ni mediata después del blanqueamiento, pero evidentemente es recomendable ser cautos.<sup>48</sup>

**Dentina:** Lo más resaltante es la perdida de adhesión temporal a los materiales restauradores, razón por la cual se debe posponer 7 días o más, toda restauración con materiales adhesivos

**Efectos sobre la Pulpa Dental:** La sensibilidad es el efecto colateral más resaltante en el blanqueamiento dental y obviamente hay una relación con el tejido pulpar. El daño pulpar es mayor cuando los peróxidos se activan con el calor que cuando el calor o el peróxido se aplican solos. La

---

<sup>47</sup> HUED, Rony. Ob. Cit. Pg. 264-266

<sup>48</sup> MINOUX, Maryline, DMD, SERFATY, René. Blanqueamiento en dientes vitales. Pg. 360

elevación de la temperatura en 5.6 °C por encima de la temperatura normal de la pulpa puede ocasionar un daño irreversible, por tanto se preconiza prescindir de lámparas de alta potencia, cuyo uso, en conjunto con peróxidos, puedan dar lugar a excelentes blanqueamientos, peor más tarde a la mortificación, e incluso necrosis pulpar.<sup>49</sup>

**Efectos sobre los tejidos blandos:** Los peróxidos con concentraciones de 30%-35% son cáusticos y pueden causar daño a la gingiva y a la mucosa oral en general.

**Efectos Sistémicos y de Seguridad:** Se ha demostrado que el peróxido de carbamida en bajas concentraciones es inocuo para los tejidos blandos y más aún, que su aplicación es beneficiosa para la reducción de la placa y remoción de la gingivitis.

El componente básico de los productos blanqueadores es el Peróxido de Hidrogeno ( $H_2O_2$ ), el cual es clasificado por la US Food and Drugs Administration (FDA), como agente de categoría I: Productos reconocidos como efectivos y seguros

### ***3.1.3.7. Beneficios del Blanqueamiento Dental***

El principal beneficio de la satisfacción personal de tener una dentición más blanca que le permita al paciente sentirse cómodo y agradable con su sonrisa.<sup>50</sup>

Sin embargo, el factor psicológico no es el único beneficioso ya que numerosos estudios han demostrado los efectos del peróxido de carbamida como antiséptico oral y su acción en la reducción de placa y la curación de heridas, sin reportar efectos secundarios<sup>51</sup>.

---

<sup>49</sup> HENOSTROZA, Gilberto. OB. Cit.129

<sup>50</sup> MINOUX, Maryline, DMD, SERFATY, René. Ob.Cit. Pg. 361

<sup>51</sup> HENOSTROZA, Gilberto. OB. Cit.129

### 3.1.4. Resinas Compuestas

Resinas Compuestas Surgen en la década de 1960 y su empleo se ha ido incrementando hasta convertirse en el material más usado en restauraciones estéticas directas. Se originan de las resinas acrílicas; las que consistían en una mezcla de finos granos de polvo (prepolímero), más un líquido (que contenía monómero de metacrilato de metilo, un agente de cadenas cruzadas y activador). A las que posteriormente se les agregó un relleno (éste aumentaba su resistencia y disminuía los cambios dimensionales) R. L. Bowen, en la década de 1960, sintetizó un nuevo monómero, derivado de la combinación de una molécula epóxica (bisfenol A) con un glicidildimetacrilato. La molécula resultante fue nombrada BisGMA y poseía un mayor peso molecular que los monómeros de las resinas acrílicas<sup>52</sup>. A esta molécula, se le agregaron partículas de relleno inorgánico, las que fueron tratadas superficialmente con un vinil silano, con el fin de permitir una buena unión entre las partes<sup>53</sup>. De esta forma se lograba atenuar las propiedades no deseables de las resinas acrílicas: disminuir la contracción de polimerización, minimizar el alto coeficiente de expansión térmica y aumentar la baja resistencia mecánica, además de disminuir el posible daño pulpar. Con la síntesis de esta nueva molécula comienza el auge de las resinas compuestas. Las resinas compuestas se definen como: “una combinación tridimensional de al menos dos materiales químicamente diferentes con una interfase distinta que une los componentes”. Son una mezcla compleja de resinas polimerizables mezcladas con partículas de rellenos inorgánicos unidas a través de una cubierta de silano (agente de unión o 23 acoplamiento) dispuesto sobre las partículas de relleno. Otros aditivos se incluyen en la formulación para facilitar la polimerización, ajustar la viscosidad y mejorar la opacidad radiográfica.

---

<sup>52</sup> COVA, Jose Luis. Biomateriales Dentales. Pg.239

<sup>53</sup> CRAIG, R. Materiales Dentales Restauradores. Pg. 237

### **3.1.4.1. Composición de las resinas compuestas:**

#### **Fase orgánica o Matriz:**

Compuesta por monómeros más un sistema iniciador (polimerización por radicales libres) y estabilizadores (maximizan la estabilidad de almacenamiento de la resina no polimerizada y la estabilidad química de la resina polimerizada). La monómera base más utilizada durante los últimos 30 años ha sido el Bis-GMA (Bisfenol-AGlicidil Metacrilato). Éste comparado con el metil metacrilato tiene mayor peso molecular presentando ventajas tales como: su contracción de polimerización es menor, posee menor volatilidad y menor difusividad en los tejidos. Sin embargo, su alto peso molecular lo hace presentar desventajas ya que aumenta su viscosidad, lo hace más pegajoso, menos manipulable y su grado de conversión de polimerización es bajo. Es por esto que a las formulaciones actuales se les han añadido monómeros de bajo peso molecular como metacrilato de metilo (MMA), dimetacrilato de tetraetilenglicol (TEGMA) y etilenglicol dimetacrilato (EDMA). Al bajar la viscosidad de la mezcla monomérica se puede incorporar más relleno dentro de ella. Por otro lado, la molécula de Bis-GMA, tiene dos grupos hidroxilos los cuales promueven la adsorción de agua. Un exceso de adsorción acuosa en la resina tiene efectos negativos en sus propiedades y promueve una posible degradación hidrolítica. Actualmente se ha utilizado un monómero menos viscoso: Bis-EMA6 (Bisfenol A Polietileno glicol dieterdimetacrilato). Bis-EMA6 posee mayor peso molecular y tiene menos uniones dobles por unidades de peso, en consecuencia produce una reducción de la contracción de polimerización, confiere una matriz más estable y también mayor hidrofobicidad, lo que disminuye su sensibilidad y alteración por la humedad.<sup>54</sup>

---

<sup>54</sup> BARRANCOS, Julio. Ob. Cit. Pg. 730

**Relleno inorgánico:**

Partículas inorgánicas que se agregan en forma dispersa a la matriz resinosa con el objetivo de mejorar sus propiedades físicas y mecánicas. Esta fase refuerza al material mejorando su resistencia, manipulación, otorgándole radiopacidad, aminorando los cambios dimensionales térmicos y la contracción de polimerización. Los materiales más utilizados para formar estas partículas de relleno son el cuarzo y el vidrio de bario. Se obtienen a través de pulverización, trituración y molido de diferentes tamaños. Las partículas de cuarzo son dos veces más duras y menos susceptible a la erosión que el vidrio, además proporcionan mejor adhesión con los agentes de conexión (Silano). Se utilizan también partículas de sílice de un tamaño aproximado de 0,04mm (macropartículas), las cuales son obtenidas a través de procesos pirolíticos (quema) o de precipitación (sílice coloidal). Cabe destacar que cuanto mayor sea la incorporación de relleno a la matriz, mejor serán las propiedades de la resina, pues reduce la contracción de polimerización y por consiguiente menor será la filtración marginal, argumento en el que se basa el surgimiento de las resinas condensables. Sin embargo, esto conlleva desventajas importantes pues aumenta la tensión o estrés de contracción de polimerización, es decir, la relación entre la contracción de la resina, su módulo de elasticidad (rigidez) y la cantidad de paredes o superficies dentarias a restaurar (Factor C de configuración cavitaria). Es así como a mayor incorporación de relleno las resinas se contraen menos, pero causando mayor estrés de contracción en las paredes de la cavidad lo que conlleva a mayor filtración.<sup>55</sup>

**Agente de acoplamiento:**

Durante el desarrollo inicial de las resinas compuestas, Bowen demostró que las propiedades óptimas del material, dependían de la formación de una unión fuerte entre el relleno inorgánico y la matriz orgánica. Esto se logró al cubrir el sustrato inorgánico con un agente de acoplamiento que

---

<sup>55</sup> HENOSTROZA, Gilberto. OB. Cit.130

actúa como elemento de unión química a la matriz orgánica otorgando cohesión al material. Los agentes de acoplamiento más utilizados son los compuestos orgánicos silanos, los que tienen grupos silanos (Si-OH) en un extremo y grupos metacrilatos (C=C) en el otro siendo así moléculas con doble polaridad (bifuncionales), ya que pueden reaccionar mediante enlaces de tipo covalente con la superficie orgánica y por enlaces iónicos a la superficie inorgánica, uniendo así químicamente el relleno reforzado a la matriz resinosa. El silano que se utiliza con mayor frecuencia es el  $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxi-silano (MPS), éste es una molécula bipolar que se une a las partículas de relleno cuando son hidrolizados a través de puentes de hidrógeno, además posee grupos metacrilatos, los cuales forman uniones covalentes con la resina durante el proceso de polimerización ofreciendo una adecuada interfase resina/partícula de relleno. El silano mejora las propiedades físicas y mecánicas de la resina compuesta al establecer una transferencia de tensiones de la fase que se deforma fácilmente (matriz resinosa), para la fase más rígida (partículas de relleno). También previene la penetración de agua en la interfase de ambas partes, pues promueve una estabilidad hidrolítica en el interior de la resina<sup>26</sup>. Han sido probados otros agentes tales como el 4-META, varios titanatos y zirconatos, sin embargo ninguno de estos agentes demostró ser superior al MPS<sup>56</sup>.

Actualmente las resinas compuestas son el material de restauración más ampliamente usado en el mundo y se ha desarrollado una gran variedad de ellas. Dentro de las principales ventajas de las resinas compuestas podemos mencionar:

- Estabilidad de color.
- Destacadas propiedades estéticas.
- Gran resistencia a la fractura y desgaste
- Gran fuerza de adhesión a las estructuras dentarias.
- Radiopacidad.

---

<sup>56</sup> BARRANCOS, Julio. Ob. Cit. Pg. 729

- Fácil manejo clínico, acabado y pulido.

Un factor fundamental es la unión fuerte y duradera que se debe establecer entre el material restaurador y la estructura dentaria, unión que impida la microfiltración marginal y facilite la retención del material en boca.<sup>57</sup>

### **3.1.4.2. Clasificación de las resinas compuestas**

Se podría partir de la forma en que son obtenidas las partículas. Los procedimientos pueden ser mecánicos o reacciones químicas con sustancias específicas. A lo largo de los años las resinas compuestas se han clasificado de distintas formas con el fin de facilitar al odontólogo su identificación y posterior uso terapéutico. Una clasificación aun valida es la propuesta por Lutz y Phillips, esta clasificación divide las resinas basado en el tamaño y distribución de las partículas de relleno en: convencionales o macrorelleno (partículas de 0,1 a 100mm), microrelleno (partículas de 0,04mm) y resinas híbridas (con rellenos de diferentes tamaños).<sup>58</sup>

#### **a. Tamaño de la partícula de relleno**

Actualmente se pueden reunir las resinas compuestas en cinco categorías principales:

#### **Resinas de macrorelleno o convencionales**

Tienen partículas de relleno con un tamaño promedio entre 10 y 50 Wm. Este tipo de resinas fue muy utilizada, sin embargo, sus desventajas justifican su desuso. Su desempeño clínico es deficiente y el acabado superficial es pobre, visto que hay un desgaste preferencial de matriz resinosa, propiciando la prominencia de grandes partículas de relleno las cuales son más resistentes. Además, la rugosidad influencia el poco brillo

---

<sup>57</sup>Henostroza, Gilberto. Ob. Cit. Pg. 243.

<sup>58</sup> COVA, José Luis. Ob. Cit. Pg. 214

superficial y produce una mayor susceptibilidad a la pigmentación<sup>59</sup>. Los rellenos más utilizados en este tipo de resinas fueron el cuarzo y el vidrio de estroncio o vidrio de bario. El relleno de cuarzo tiene buena estética y durabilidad pero carece de radiopacidad y produce un alto desgaste al diente antagonista. El vidrio de estroncio o vidrio de bario son radiopacos pero desafortunadamente son menos estables que el cuarzo.

### **Resinas de microrelleno:**

Estas contienen relleno de sílice coloidal con un tamaño de partícula entre 0.01 y 0.05  $\mu\text{m}$ . Clínicamente estas resinas se comportan mejor en la región anterior, donde las ondas y la tensión masticatoria son relativamente pequeñas, proporcionan un alto nivel de pulido y brillo superficial, confiriendo alta estética a la restauración. Entre tanto, cuando se aplican en la región posterior muestran algunas desventajas, debido a sus inferiores propiedades mecánicas y físicas, ya que, presentan mayor porcentaje de sorción acuosa, alto coeficiente de expansión térmica y menor módulo de elasticidad<sup>60</sup>.

### **Resinas híbridas**

La combinación de diferentes tamaños de partículas da origen a los que se denominan resinas "híbridas" y a las microhíbridas. 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 0,6 y 1  $\mu\text{m}$ , incorporando sílice coloidal con tamaño de 0,04  $\mu\text{m}$ . Corresponden a la gran mayoría de los materiales compuestos actualmente aplicados al 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

---

<sup>59</sup> Philips R. La ciencia de los materiales dentales. Pg. 516

<sup>60</sup> COVA, Jose Luis. Ob. Cit. Pg. 215

por las estructuras dentarias, fórmulas de uso universal tanto en el sector anterior como en el posterior, diferentes grados de opacidad y translucidez en diferentes matices y fluorescencia.<sup>61</sup>

### **Resinas Nanohíbridas**

Son resinas híbridas a las cuales se les ha incorporado partículas de relleno inorgánico en escala manométrica, es decir mínimo 3 tamaños de partículas manométricas, con lo cual se logra mejorar las propiedades físicas.

### **Híbridos Modernos**

Este tipo de resinas tienen un alto porcentaje de relleno de partículas sub-micrométricas (más del 60% en volumen). Su tamaño de partícula reducida (desde 0.4Wm a 1.0Wm), 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.<sup>62</sup>

### **Resinas de Nanorelleno**

Este tipo de resinas son de un desarrollo reciente, contienen partículas con tamaños menores a 10 nm (0.01Wm), este relleno se dispone de forma individual o agrupados en "nanoclusters" o nanoagregados de aproximadamente 75nm. El uso de la nanotecnología en las resinas compuestas ofrecen alta translucidez, pulido superior, similar a las resinas de microrelleno pero manteniendo propiedades físicas y resistencia al desgaste equivalente a las resinas híbridas. Por estas razones, tienen aplicaciones tanto en el sector anterior como en el posterior.

---

<sup>61</sup> Philips R. Ob. Cit. Pg. 516

<sup>62</sup>BARRANCOS, Julio. Ob. Cit. Pg. 728

### ***b. Viscosidad***

Los materiales resinosos pueden clasificarse de acuerdo a su grado de fluidez/viscosidad<sup>63</sup>

#### **Muy baja viscosidad**

Aquellos productos que se presentan comercialmente exhibiendo una alta fluidez: las resinas para caracterizaciones, los selladores de resinas compuestas, las resinas compuestas fluidos, los selladores de fosas y fisuras.

#### **Baja viscosidad**

Las resinas compuestas de micropartículas son materiales de baja viscosidad, cuya producción ha sido discontinuada.

#### **Mediana viscosidad**

Pertenece a este grupo las resinas compuestas híbridas, microhíbridas, nanohíbridas y nanoparticuladas.

#### **Alta y muy alta viscosidad**

Las resinas condensables pueden a su vez ser categorizadas en dos grupos (las de baja y las de alta densidad / alta y muy alta viscosidad, respectivamente). Tales así que existen materiales dentro de esta categoría que son densos<sup>64</sup>

### ***3.1.4.3. Propiedades de las resinas compuestas***

#### ***a. Resistencia al Desgaste***

Es la capacidad que poseen las resinas compuestas de oponerse a la pérdida superficial, como consecuencia del roce con la estructura dental, el bolo alimenticio o elementos tales como cerdas de cepillos. Esto no tiene un efecto perjudicial inmediato, pero lleva a la pérdida de la forma

---

<sup>63</sup> CRAIG, R. Ob. Cit. Pg. 237

<sup>64</sup> Philips R. Ob. Cit. Pg. 516

anatómica de las restauraciones, al mismo tiempo que disminuye su duración. Esta propiedad depende principalmente de las características físicas del relleno, así como de la localización de la restauración en la arcada dental y las relaciones de contacto oclusales. Cuanto mayor sea el porcentaje de relleno, menor el tamaño y mayor la dureza de sus partículas, la resina será más resistente a la abrasión. Esto se debe a que el módulo elástico de la resina compuesta es menor que el de las partículas de relleno, por lo tanto estas son más resistentes al desgaste y comprimen a las moléculas de la matriz en los momentos de presión. Éste fenómeno causa el desprendimiento de las partículas de relleno, exponiendo la matriz y provocando su desgaste. El desgaste de la superficie de las resinas compuestas representa uno de los puntos débiles de éste tipo de materiales. Éste fenómeno aumenta considerablemente con la dimensión de la restauración, aunque algunas situaciones clínicas son capaces de acelerar el proceso, tales como la oclusión traumática y la calidad de la manipulación y terminado de la restauración<sup>65</sup>

### ***b. Textura Superficial***

El término de textura superficial se refiere a la uniformidad de la superficie del material de restauración. En las resinas compuestas, esta propiedad está relacionada con varios factores. En primer lugar con el tipo, tamaño y cantidad de las partículas de relleno y en segundo lugar con la técnica de acabado y pulido. Una resina rugosa favorece la acumulación de placa bacteriana y puede ser un irritante mecánico especialmente en zonas próximas a los tejidos gingivales. En la fase de pulido de las restauraciones se logra una menor energía superficial, evitando la adhesión de placa bacteriana, se elimina la capa inhibida y de esta forma se prolonga en el tiempo la restauración de resina compuesta.<sup>66</sup>

---

<sup>65</sup> COVA, José Luis. Ob. Cit. Pg.239

<sup>66</sup> Henostroza G. Ob. Cit. Pg. 244

### ***c. Coeficiente de Expansión Térmica***

Es la velocidad de cambio dimensional por unidad de cambio de temperatura. Cuanto más se aproxime el coeficiente de expansión térmica de la resina al coeficiente de expansión térmica de los tejidos dentarios, habrá menos probabilidades de formación de brechas marginales entre el diente y la restauración, al cambiar la temperatura. Un bajo coeficiente de expansión térmica está asociado a una mejor adaptación marginal. Las resinas compuestas tienen un coeficiente de expansión térmica unas tres veces mayor que la estructura dental, lo cual es significativo, ya que, las restauraciones pueden estar sometidas a temperaturas que van desde los 0° C hasta los 60° C.<sup>67</sup>

### ***d. Sorción Acuosa y Expansión Higroscópica***

Esta propiedad está determinada principalmente por la probabilidad de penetración de las moléculas de agua en el polímero y se relaciona con la cantidad de agua adsorbida por la superficie y absorbida por la masa de una resina en un tiempo y la expansión relacionada a esa sorción. La incorporación de agua en la resina, puede causar solubilidad de la matriz afectando negativamente las propiedades de la resina, éste fenómeno es conocido como degradación hidrolítica. Dado que la sorción es una propiedad de la fase orgánica, a mayor porcentaje de relleno, menor será la sorción de agua. La absorción es también favorecida por las porosidades y las fisuras. El fenómeno de imbibición implica también una expansión volumétrica del material que podría compensar parcialmente la contracción por polimerización.<sup>68</sup>

### ***e. Resistencia a la Fractura***

Esta es una propiedad que se pone a prueba durante la masticación, ya que durante éste acto la resina se ve sometida, en las caras oclusales, a fuerzas que oscilan entre los 25 y los 75 daN/cm<sup>2</sup>. Las resinas

---

<sup>67</sup> Henostroza G. Ob. Cit. Pg. 244

<sup>68</sup> Philips R. Ob. Cit. Pg. 517

compuestas presentan diferentes resistencias a la fractura y va a depender de la cantidad de relleno, las resinas compuestas de alta viscosidad tienen alta resistencia a la fractura debido a que absorben y distribuyen mejor el impacto de las fuerzas de masticación.

#### ***f. Resistencia a la Compresión y a la Tracción***

Las resistencias a la compresión y a la tracción son muy similares a la dentina. Está relacionada con el tamaño y porcentaje de las partículas de relleno: a mayor tamaño y porcentaje de las partículas de relleno, mayor resistencia a la compresión y a la tracción.<sup>69</sup>

#### ***g. Módulo de elasticidad***

El módulo de elasticidad indica la rigidez de un material. Un material con un módulo de elasticidad elevado será más rígido; en cambio un material que tenga un módulo de elasticidad más bajo es más flexible. En las resinas compuestas esta propiedad igualmente se relaciona con el tamaño y porcentaje de las partículas de relleno: A mayor tamaño y porcentaje de las partículas de relleno, mayor módulo elástico.<sup>70</sup>

#### ***h. Estabilidad del color***

Las resinas compuestas sufren alteraciones de color debido a manchas superficiales y decoloración interna. Las manchas superficiales están relacionadas con la penetración de colorantes provenientes principalmente de alimentos y cigarrillo, que pigmentan la resina. La decoloración interna ocurre como resultado de un proceso de foto oxidación de algunos componentes de las resinas como las aminas terciarias. Es importante destacar que las resinas fotopolimerizables son mucho más estables al cambio de color que aquellas químicamente activadas.

---

<sup>69</sup> Macchi R. Materiales dentales. Pg. 35

<sup>70</sup> COVA, José Luis. Ob. Cit. Pg.240

### ***i. Radiopacidad***

Un requisito de los materiales de restauración de resina es la incorporación de elementos radio opacos, tales como, bario, estroncio, circonio, zinc, iterbio, itrio y lantano. Un grado de radiopacidad mayor al del esmalte, puede ser útil en el diagnóstico de caries alrededor o debajo de la restauración.<sup>71</sup>

### ***j. Grado de conversión***

El grado de conversión indica el porcentaje de enlaces simples que se han convertido en enlaces dobles. Indica la cantidad de monómeros de la resina que han reaccionado formando polímeros. El grado de conversión de las resinas dentales actuales oscila entre el 35 y el 80%. La conversión incompleta aporta a la resina cierta elasticidad, propiedad que puede beneficiarnos ya que reduce las tensiones generadas en la interfase adhesivo–diente. Un mayor grado de conversión confiere a las resinas mejores propiedades mecánicas, pero con el inconveniente de una mayor contracción de polimerización. Ferracane y colaboradores determinaron que el grado de conversión óptimo para que el comportamiento de una resina dental sea adecuado es del 55%.<sup>72</sup>

### ***k. Contracción por Polimerización***

La contracción de polimerización es el mayor inconveniente de estos materiales de restauración. Las moléculas de la matriz de una resina compuesta (monómeros) se encuentran separadas antes de polimerizar por una distancia promedio de 0.340 nm, esta distancia está dada por la fuerzas de Van der Waals ejercidas por los elementos que conforman a cada monómero; al polimerizar y establecer uniones covalentes entre sí, esa distancia se reduce a 0.154 nm. Ese “acercamiento” o reordenamiento espacial de los monómeros provoca la reducción volumétrica del material. La contracción de polimerización de las resinas

---

<sup>71</sup> BARRANCOS, Julio. Ob. Cit. Pg. 730

<sup>72</sup> CRAIG, R. Ob. Cit. Pg. 240

es un proceso complejo en el cual se generan fuerzas internas en la estructura del material que se transforman en tensiones cuando el material está adherido a las superficies dentarias.<sup>73</sup>

Estas tensiones generadas en la superficie dental pueden provocar:

1. Deformación externa del material sin afectar la interfase adhesiva (si existen superficies libres suficientes o superficies donde el material no está adherido).
2. Brechas en la interfase diente-restauración (si no existen superficies libres suficientes y si la adhesión no es adecuada)
3. Fractura cohesiva del material restaurador (si la adhesión diente-restauración es buena y no existen superficies libres).<sup>74</sup>

### **3.1.5. Dureza superficial**

La dureza es una condición de la superficie del material, no representa ninguna propiedad de la materia y está relacionada con las propiedades elásticas y plásticas del material. Si bien, es un término que nos da idea de solidez o firmeza, no existe una definición única acerca de la dureza y se la suele definir arbitrariamente en relación al método particular que se utiliza para la determinación de su valor. De esta manera algunas definiciones son:<sup>75</sup>

- ♣ Resistencia a la indentación permanente bajo cargas estáticas o dinámicas (dureza por penetración).
- ♣ Absorción de energía bajo cargas de impacto o dinámicas (dureza por rebote).
- ♣ Resistencia a la abrasión (dureza por desgaste).
- ♣ Resistencia al rayado (dureza por rayado)

---

<sup>73</sup> Henostroza G. Ob. Cit. Pg. 246

<sup>74</sup> Macchi R. Ob. Cit. Pg. 37

<sup>75</sup> DEGARMO E.P., BLACK J.T, KOHSER R.A. Materiales de Proceso de Fabricación, Pg. 132

Independientemente de las definiciones enumeradas, en general, se entiende por dureza la propiedad que tienen los materiales de resistir la penetración de un indentador bajo carga. En este sentido definiremos dureza como la resistencia de un material a la deformación plástica localizada. Los diferentes métodos desarrollados para medir la dureza en general consisten en producir una deformación local, en el material que se ensaya, a través de un indentador. Los valores obtenidos son siempre dependientes del método y las condiciones en las que se ensaya por lo que para que un valor de dureza sea útil y permita su comparación debe estar acompañada de la indicación del método utilizado y las condiciones del ensayo. Estos métodos se pueden clasificar en dos grandes grupos según la forma de aplicación de la carga:<sup>76</sup>

**a) Ensayos estáticos:** En los que la carga se aplica en forma estática o cuasiestática. En este caso un indentador se presiona contra la superficie de ensayo con una carga que se aplica en forma relativamente lenta. En general la medida de dureza en este tipo de ensayo resulta del cociente de la carga aplicada y el área de la huella que deja el indentador en la superficie, como es el caso de los métodos Brinell, Vickers y Knoop, o bien es una medida de la profundidad de la indentación como en el ensayo Rockwell.<sup>77</sup>

**b) Ensayos dinámicos:** En los que la carga se aplica en forma de impacto. En general el indentador es lanzado sobre la superficie a ensayar con energía conocida y el valor de dureza se obtiene a partir de la energía de rebote del penetrador luego de impactar en la muestra, como sucede en el método de Shorey en el de Leeb, ambos conocidos como método de dureza por rebote. Se mide dureza cuando se ha establecido una correlación entre la dureza y alguna otra propiedad del material, como por ejemplo la resistencia a la abrasión o al desgaste, la resistencia a la tracción, etc. Sin embargo debe advertirse que dichas correlaciones son aplicables en forma muy cuidadosa sobre un rango

---

<sup>76</sup> PAZOS, Norma. Tecnología de los Metales y Procesos de Manufactura, Pg. 234

<sup>77</sup> DEGARMO E.P., BLACK J.T, KOHSER R.A. Ob. Cit., Pg. 133

acotado de materiales sobre los cuales se conoce, empíricamente, las condiciones en que se cumple la relación entre la propiedad buscada y el valor de la dureza.

- En general se puede utilizar la medición de dureza para:
- Evaluar la efectividad de un tratamiento térmico
- Evaluar la resistencia al desgaste de un material
- Evaluar la maniobrabilidad del material.
- Obtener una idea de la resistencia a la tracción de un material. <sup>78</sup>

Los ensayos de dureza son junto con la tracción los más utilizados en la selección y control de calidad de los materiales. El empleo de los ensayos de dureza como instrumento de clasificación y control de calidad en las líneas de producción ha sido favorecido gracias a la automatización de los ciclos de medición de los métodos tradicionales tales como el Rockwell o el Brinell. En este sentido existen aparatos que permiten ciclos automáticos de medición muy rápidos en los que prácticamente no se requiere la intervención del operador. Además el avance de la microelectrónica y el software embebido han permitido el desarrollo de instrumentos medidores de dureza portátiles muy fáciles y rápidos de utilizar, que permiten la medición de piezas y lugares en los que los métodos tradicionales no son aplicables. En relación a la estructura dentaria, cuando se produce la erosión, la desmineralización inicial está caracterizada por una superficie reblandecida con disolución de prismas periféricos sin formación de lesión sub superficial. En este caso la Microdureza superficial es suficientemente sensitiva para lesiones superficiales ya que puede detectar estados tempranos de desmineralización. <sup>79</sup>

---

<sup>78</sup> LEYENSETTER, A. Tecnología de los oficios Metalúrgicos, Pg. 278

<sup>79</sup> GROOVER, Mikell. Fundamentos de Manufactura Moderna: Materiales, Procesos y Sistema. Pg. 124

Las piezas dentales posteriores y las restauraciones son sometidas constantemente al desgaste por las fuerzas masticatorias, desgastando el esmalte e incluso dentina.

La dureza determina el grado de deformación de un material, su resistencia a la indentación y se acepta como una propiedad importante y un parámetro valioso en la comparación con la estructura dental. Los valores de dureza de esmalte y dentina en unidades Vickers se expresan como 348HV y 80 HV respectivamente.<sup>80</sup>

### **3.1.5.1. Métodos empleados para medir la dureza**

Algunos de los métodos más utilizados para comprobar la dureza de los materiales de restauración son las pruebas de durometría de Brinell, Knoop, Vickers, Rockwell y Shore. Cada una de ellas difiere ligeramente de las otras, y presenta determinadas ventajas e inconvenientes. No obstante tienen una cualidad en común: todas ellas dependen de la penetración de algún objeto de forma geométrica definida en la superficie del objeto estudiado (indentador).<sup>81</sup>

Los indentadores pueden ser de acero, carburo de tungsteno o diamante y tener la forma de una esfera, un cono o una pirámide. La carga aplicada suele oscilar entre 1 y 3.000 kg. La elección de una prueba de durometría depende del material estudiado, de la dureza que previsiblemente puede tener y del grado de localización que se desee. Independientemente de la prueba, el método general para medir la dureza consiste en aplicar una fuerza estandarizada o un peso determinado sobre la punta penetradora. La aplicación de esa fuerza sobre el indentador produce una indentación de forma simétrica, en la cual se puede medir la profundidad, la superficie o la anchura por medio de un microscopio. Seguidamente se correlacionan las dimensiones de la indentación con unos valores tabulados. Con una carga fija aplicada a un indentador estandarizado, las

---

<sup>80</sup> DEGARMO E.P., BLACK J.T, KOHSER R.A. Ob. Cit. Pg. 132

<sup>81</sup> LEYENSETTER, A. Ob. Cit. Pg. 279

dimensiones de la indentación variarán en forma inversa con respecto a la resistencia y a la penetración del material examinado.

#### **a. Sistema Brinell**

El ensayo de dureza Brinell consiste en presionar la superficie del material a ensayar con una bolilla de acero muy duro o carburo de tungsteno, produciéndose la impresión de un casquete esférico correspondiente a la porción de la esfera que penetra. El valor de dureza, número de Brinell HB, resulta de dividir la carga aplicada por la superficie del casquete. La profundidad del casquete impreso se mide directamente en la máquina, mientras la carga se mantiene aplicada de modo de asegurar un buen contacto entre la bolilla y el material. Tiene dos inconvenientes: el primero es que no sirve para materiales frágiles, ya que producir la huella representa superar bastante el límite proporcional, lo que no es posible en ese tipo de materiales. El otro inconveniente es que no tiene en cuenta la recuperación que se produce en el material después de retirar la esfera, es decir que no se mide la magnitud real de la penetración sino la penetración menos la recuperación que se produce cuando tiende la superficie a volver a su forma original.<sup>82</sup>

#### **b. Sistema Rockwell**

Al igual que en el ensayo Brinell la dureza se determina en función del grado de penetración de la pieza a ensayar a causa de la acción del penetrador bajo una carga estática dada. Difiere del ensayo Brinell en que las cargas son menores y los penetradores más pequeños por lo que la impronta será menor y menos profunda. Además el ensayo Rockwell no requiere la utilización de fórmula alguna para la determinación de la dureza. Esta se obtiene directamente del dial indicador de la máquina ya que la misma está dada por el incremento de profundidad de penetración debido a la acción del penetrador, el cual puede ser una bolilla de acero o un cono de diamante. Ofrece menos garantías de exactitud pero el

---

<sup>82</sup> PAZOS, Norma. Ob. Cit. Pg. 234

ensayo es más rápido y fácil de llevar a efecto. Los métodos más exactos son los basados en el empleo de indentadores de diamante tallados en formas especiales.

### **c. Sistema Knoop**

En la Microdureza Knoop se utiliza un penetrador de diamante. La dureza se determina mediante el cociente de la carga aplicada y el área de la impronta proyectada sobre la superficie que se evalúa y en la que no debe tenerse en cuenta la recuperación elástica del material. Sin embargo, la medición de la superficie requiere que se retire el penetrador y por lo tanto el material produce la recuperación elástica y la consecuente deformación de la impronta. Por esto, considerando que la diagonal mayor  $I$  prácticamente no es afectada por la recuperación, el cálculo de la superficie se realiza en función de ésta.<sup>83</sup>

### **d. Sistema Vickers**

La determinación de la dureza Vickers es similar a la Brinell ya que se obtiene del cociente de la carga aplicada por la superficie de la impronta. Sin embargo en este caso se utiliza una carga pequeña y el penetrador es un diamante en forma de pirámide. Las cargas pueden variar de 1 a 100 kg según el espesor y tipo de material. En general las máquinas estándar proveen cargas de 1, 2.5, 5, 10, 20, 30, 50, 100 y 120 kg de las cuales las de 30 y 50 kg son las más usadas. El ángulo del penetrador Vickers se adoptó de tal manera que los números Vickers coincidan con los Brinell. Para relacionar el método Vickers con el Brinell es necesario considerar la condición de semejanza y los límites a partir de los cuales la bolilla no experimenta deformaciones y se obtienen impresiones nítidas. De esta manera resulta una impronta en el que las tangentes a la bola forman un ángulo de  $136^\circ$ , que resulta el ángulo adoptado para la construcción del penetrador piramidal.<sup>84</sup> Sin embargo la coincidencia entre los valores de dureza que arrojan ambos métodos solo se cumple hasta

<sup>83</sup> GROOVER, Mikell. Ob. Cit. Pg. 122

<sup>84</sup> DEGARMO E.P., BLACK J.T, KOHSER R.A. Ob. Cit. Pg. 133

aproximadamente 350 unidades. Esto se debe a que para valores mayores la deformación que sufre la bolilla utilizada en el ensayo Brinell modifica en parte el valor de dureza obtenido. De aquí se desprende que el ensayo Vickers es más exacto, debido a la menor deformación del penetrador, para durezas que sobrepasan los 500 Brinell. En este tipo de ensayos la penetración es del orden de algunos micrones, por lo que pueden ensayarse chapas y láminas extremadamente delgadas, o superficies tratadas en las que el espesor del tratamiento es muy delgado como es el caso de los materiales dentales. En los ensayos de Microdureza se utilizan aparatos que aplican cargas que pueden variar de 0,01 kg a 2 kg<sup>49</sup>. La huella dejadas en las pruebas de Microdureza Vickers y Knoop son muy pequeñas y permiten realizar mediciones aun en áreas muy reducidas y se prestan para determinar la dureza de materiales bastante frágiles como lo son los materiales dentarios.<sup>85</sup>

Por eso se usará la prueba de Microdureza Vickers para medir la dureza superficial en los elementos de restauraciones dentarias. La ventajas de la prueba Knoop sobre Vickers es poder medir laminas mucho más delgadas siendo en Vickers 0.2 mm la medida mínima, suficiente para medidas en materiales dentales. Por tanto el valor de dureza de hecho es independiente de la ductilidad del material probado. Así mismo la carga puede variar según el límite de amplitud, de un gramo a más de un kilogramo, por lo que mediante esta prueba se pueden obtener los valores de materiales que excedan de dureza y suavidad.<sup>86</sup>

---

<sup>85</sup> LEYENSETTER, A. Ob. Cit. Pg. 281

<sup>86</sup> DEGARMO E.P., BLACK J.T, KOHSER R.A. Ob. Cit., Pg. 136

### 3.2. Antecedentes Investigativos

#### **a. Título: Efecto del Blanqueamiento de consultorio en las propiedades físicas y Microdureza de las resinas compuestas.**

**Autor:** Departamento de Operatoria Dental, Universidad Aristóteles de Tesalónica, Grecia

**Fuente:** PubMed

**Resumen:** Las propiedades físicas de los materiales de restauración dental tienen un efecto crucial sobre la longevidad de las restauraciones y por otra parte en las demandas estéticas de los pacientes, pero pueden verse comprometidas por los tratamientos de blanqueamiento. El propósito de este estudio fue evaluar los efectos de los agentes de blanqueo en el consultorio sobre las propiedades físicas de los materiales de restauración de tres de resinas compuesta. Los agentes blanqueadores utilizados fueron peróxido de hidrógeno y peróxido de carbamida en altas concentraciones. Se prepararon muestras de cada material, curado, y pulido. Las mediciones de diferencia de color, Microdureza y rugosidad de la superficie se registraron antes y después del blanqueo y los datos se analizaron estadísticamente mediante análisis de varianza (ANOVA) y la prueba post-hoc de Tukey HSD en  $P < 0,05$ . Las mediciones mostraron que el tono y la croma de resina compuesta a base de silorano alterado después del procedimiento de blanqueo ( $P < 0,05$ ). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas cuando se prueba la Microdureza y rugosidad de la superficie de las resinas compuestas analizadas ( $P > 0,05$ ).

**Análisis de Enfoque:** La resina compuesta a base de silorano probado mostró alguna alteración de color después de los procedimientos de blanqueamiento. El procedimiento de

blanqueo no alteró la Microdureza y la rugosidad de la superficie de todas las resinas compuestas ensayadas.

***b. Título: Efecto blanqueamiento con peróxido de carbamida en la resistencia a la flexión y la Microdureza de la superficie en las resina compuesta.***

**Autor:** Departamento de Materiales Dentales y Prostodoncia, Araraquara Facultad de Odontología, Universidad Estadual Paulista, Araraquara, Sao Paulo, Brasil

**Fuente:** PubMed

**Resumen:** Este estudio investigó el efecto de peróxido de carbamida al 16% (la blancura perfecta / MGF) en la Microdureza Vickers y resistencia a la flexión de los materiales compuestos restauradores Filtek Z100 (híbrido), Filtek Z350 (nanofill), Brilliant (micro-híbrido) y Opallis (micro híbrido) la forma de las muestras fueron discos de (4x2 mm; n = 5) y en forma de barra (12x2x1 mm; n = 10). Los especímenes de cada material restaurativo fueron divididos aleatoriamente en 2 grupos: (G1) 16 semanas almacenados en agua destilada; (G2) 16 semanas almacenaron en agua destilada, con un la aplicación del peróxido de carbamida al 16% durante 6 h al día durante las últimas 4 semanas. Las propiedades mecánicas se evaluaron utilizando un probador de microdureza Vickers y una máquina de ensayo mecánico. Los datos fueron analizados por ANOVA de dos vías y de Tukey (HSD) test post-hoc ( $\alpha = 0,05$ ).

**Análisis de Enfoque:** Filtek Z100 presenta el valor más alto de Microdureza Superficial, seguido de Filtek Z350 y, finalmente, por Brilliant y Opallis ( $p = 0,00$ ). Filtek Z100 y Brilliant exhibieron el

mayor valor de resistencia a la flexión, seguido de Filtek Z350 y Opallis ( $p = 0,00$ ). El tratamiento de blanqueamiento disminuyó significativamente Microdureza de Brilliant y Opallis ( $p = 0,00$ ). La resistencia a la flexión de todos los materiales estudiados no se vio afectada por el blanqueamiento en ambulatorio.

***c. Título: Efectos del Peróxido de Carbamida al 15% y del Peróxido de Hidrógeno al 40% en la Microdureza Superficial y el cambio de color de las resinas compuestas***

**Autor:** Profesor, del Centro Instituto de Investigación Dental de Odontología, Departamento de Odontología, Facultad de Odontología de la Universidad de Teherán de Ciencias Médicas, Campus Internacional, Teherán, Irán.

Estudiante Dental de la Universidad de Teherán de Ciencias Médicas, Campus Internacional, Teherán, Irán.

Profesor Asistente del Departamento de Odontología, Facultad de Odontología de la Universidad de Teherán de Ciencias Médicas, Teherán, Irán.

Departamento de Epidemiología y Bioestadística de la Facultad de Salud Pública, Universidad de Teherán de Ciencias Médicas, Teherán, Irán.

**Fuente:** PubMed

**Resumen:** El objetivo de este estudio fue determinar los efectos del Peróxido de Hidrógeno al 40% y peróxido de carbamida al 15% en la Microdureza y el cambio de color de una resina compuesta a base de silorano en comparación con dos compuestos a base de metacrilato. Cincuenta y cuatro especímenes en forma de disco (A3 sombra) se fabricaron de Filtek P90 (P90), Filtek Z 350XT (Z350) Enamel y Filtek Z250

(Z250) (3MESPE) ( $n = 18$ ). Las muestras de cada material compuesto se dividieron aleatoriamente en tres subgrupos de 6. Los subgrupos de control se sumergieron en agua destilada; los grupos de prueba fueron expuestos a Boost Opalescencia (OB) una vez; y opalescencia PF (OP) (Ultradent) durante dos semanas. Pruebas de Microdureza Vickers y un análisis espectrofotométrico del color de las muestras se realizaron antes y después de cada intervención.

**Análisis de Enfoque:** La Microdureza de línea de base de P90 fue significativamente menor que la de los otros dos compuestos ( $P = 0,001$ ), pero no se encontró ninguna diferencia entre Z250 y Z350 respectivamente ( $P = 0,293$ ). Los Tratamientos de blanqueamiento disminuyeron significativamente la Microdureza del Z250 y Z350 ( $P < 0,001$ ), pero no se observó ningún cambio en la prueba P90 y subgrupos de control ( $P > 0,05$ ). No se detectaron diferencias significativas entre los dos tipos de blanqueamiento ( $P > 0,05$ ). Después de blanqueo con OB, el valor de  $\Delta E$  se midió que era 3,12 (1,97), 3,31 (1,84) y 3,7 (2,11) para P90, Z250 y Z350, respectivamente. Estos valores fueron 5,98 (2,42), 4,66 (2,85) y 4,90 (2,78) después del blanqueo con OP con ninguna diferencia significativa. El blanqueo disminuyó la Microdureza de materiales compuestos basados en metacrilato pero no los basados en silorano. Aunque no se encontraron diferencias significativas en el  $\Delta E$  de los materiales compuestos,  $\Delta E$  de todos los grupos no se quedó en el rango clínicamente aceptable después de blanquear a excepción de P90 después de blanqueo con 40% de  $H_2O_2$

**d. Título: *El efecto de los agentes de blanqueo sobre la Microdureza Superficial de los materiales dentales estéticos restauradores***

**Autor:** Departamento de Prostodoncia de la Universidad de Mármara, Facultad de Odontología, Estambul, Turquía

**Fuente:** PubMed

**Resumen:** Este estudio investigó los efectos de tres agentes blanqueadores ambulatorios (blanqueamiento casero) en la microdureza de diversos materiales dentales estéticos restaurativos. Los materiales de restauración fueron: porcelana feldespáticas, resina compuesta de microrelleno y cemento de lonómero de vidrio de fotocurado y los agentes blanqueadores Nite-White (peróxido de carbamida al 16%), Opalescence (peróxido de carbamida al 10% de y Gel Carbapol) y Rembrandt (peróxido de carbamida al 10% Gel peróxido). Se prepararon un total de 90 muestras de material de restaurativo de 1 cm de diámetro y 6 mm de espesor y se mantuvo en agua destilada durante 24 h antes de comenzar el blanqueo que se llevó a cabo durante 8 horas al día durante 4 semanas. Las mediciones de microdureza fueron hechas usando un probador Tukon.

**Análisis de Enfoque:** Estadísticamente se encontraron diferencias significativas con respecto a los controles sin blanquear sólo para la porcelana feldespáticas y microrelleno resinas compuestas ( $P < 0.05$ ) para Nite-White y Opalescence. Todos los agentes blanqueadores disminuyeron la microdureza de la porcelana y el aumento de la luz en el cemento de lonómero de vidrio modificado fotocurado. Para la resina compuesta, mientras Nite-White aumentó su microdureza, los otros agentes blanqueadores disminuyeron ella. No hubo

diferencias significativas entre los agentes de blanqueo para cualquiera de los materiales de restauración

#### 4. HIPÓTESIS

**Dado que**, el Peróxido de Hidrogeno al 35 % posee una alta acidez en su composición, que puede repercutir directamente en la matriz orgánica de la resina desnaturalizando la misma y que el Peróxido de Carbamida al 16% posee una concentración de Peróxido de Hidrogeno mucho menor y una acidez por ende menor

**Es probable que**, la característica mecánica de la dureza superficial de las Resinas Compuesta Herculite Preciss A2 se vea comprometida con la aplicación de Peróxido de hidrogeno al 35%.



# **CAPITULO II**

## **PLANTEAMIENTO OPERACIONAL**

## II. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

### 1. Técnicas, Instrumentos y materiales de verificación

#### 1.1. Técnicas

Variable investigativa	Indicadores	Técnica
Microdureza de la superficie	Expresión en Vickers	Observacional laboratorio

#### 1.1.1. Secuencia y procedimiento de la técnica

La técnica se caracterizó por emplear la observación directa de las muestras seleccionadas, y su posterior medición.

#### Diseño experimental

El estudio de los factores involucrados fue:

Grupo control (sin técnica de blanqueamiento)

Con Peróxido de Hidrogeno 35% (Blanqueamiento Clínico) y el Peróxido de carbamida 16 % (Blanqueamiento casero)

El material (Herculite Precise A2), y el tiempo fue en dos niveles (antes y después).

#### *a. Recolección de las unidades experimentales*

La muestra del experimento fue en 51 cuerpos que fueron divididos aleatoriamente en 3 grupos, Grupo control (sin

técnica de blanqueamiento) Peróxido de Hidrogeno 35% (Blanqueamiento Clínico) () y el Peróxido de carbamida 16% (Blanqueamiento casero), las 51 muestras serán sometidos para la Microdureza de la superficie.

### ***b. Preparación de los ejemplares***

Los 51 cuerpos fueron hechos con ejemplares de la resina compuesta (Herculite precise A2) con una matriz metálica, cuyas dimensiones serán de 6 mm de diámetro y 2 mm de espesor cada uno, para la prueba. Los materiales compuestos se insertaran en un solo incremento, llenando la totalidad del agujero con pequeño exceso. Entonces una tira matriz de poliéster será colocada en la matriz transparente, y en él se colocara una platina de vidrio, la cual permitirá que la superficie de la muestra este plana. Sobre el conjunto se colocara un peso de 500 g durante 30 segundos, proporcionando a la resina una compresión, vertiendo el exceso y dejando la superficie plana de la muestra.

Las muestras se realizaran con una lámpara de fotocurado LED Woodpecker durante 20 segundos, con las mediciones de intensidad de energía de la luz (~ 1000 mW / cm<sup>2</sup>) emitidas por el dispositivo, utilizando un radiómetro antes de cada polimerización. Las muestras se mantendrán 100% en humedad a 37 ° C en unos recipientes oscuros durante todo el período experimental, cambiando el agua destilada diariamente.

### ***c. Pulido de las muestras Resinosas***

Después de 24 horas, se pulirán las muestras manualmente. Para pulir se empleara pasta

diamantada, discos Soflex, discos Fieltro y pasta diamantada

### 1.1.2. Procedimiento

#### ***a. Almacenamiento de las muestras en suero fisiológico***

Luego las 51 muestras de cada resina se dividirán aleatoriamente en 3 grupos ( $n = 17$ ) de acuerdo con el tratamiento de blanqueamiento, a saber, es decir: Herculite precis A2.

Grupo Control que no fue sometido a tratamiento de blanqueo; Herculite precis A2 especímenes que fueron objeto de blanqueo con Peróxido de Hidrogeno con 35% (Withness HP 35 %); Herculite precis A2- especímenes que se sometieron al blanqueo con Peróxido de Carbamida al 16% (Withness Perfect 16%).

Entonces las muestras se almacenarán individualmente en 5 ml de suero fisiológico en frascos, a  $37^{\circ} \text{C}$ , cambiando el suero fisiológico una vez al día durante todo el período experimental.

#### ***b. Prueba de dureza en las muestras***

Después de 24 horas de inmersión en suero fisiológico, éstas serán sometidas a lectura de dureza inicial. El dispositivo de Microdureza que se utilizara será el Durómetro con la dureza, BRINELL de 15 segundos 4,16 sangría y peso 100gf. La dureza inicial se midió en 3 puntos diferentes de la superficie que va hacia la matriz de poliéster. Se hizo las marcas tomando como referencia el borde del cuerpo en prueba haciendo una en el centro y dos más en zonas lateralmente opuestas, siendo cada una realizada a 200 micrómetros de la marcación central.

### ***c. Prueba de blanqueamiento en las Muestras de resinas***

Luego, los cuerpos de la pieza de ensayo se sometieron a la acción de los agentes de blanqueo. En primer lugar, en una placa de vidrio, fue posicionada una lámina de cera de utilidad y sobre esta fueron fijadas matrices de policarbonato se fijaron con dimensiones de 3 cm x 4 cm x 1 mm con un orificio de 6 mm de diámetro en el centro.

Se tomaron las muestras almacenadas en suero, y fueron lavadas con agua desionizada y se secaron con papel absorbente. Más tarde, las muestras fueron alojadas en los orificios de las matrices, de tal manera que las superficies superiores de las muestras permanecerán al mismo nivel de matriz, y en consecuencia, sus bases penetraran 1 mm en la cera. Por lo tanto se pudo asegurar que sólo la superficie superior de las muestras estuvieron bajo la acción de los agentes de blanqueo.

Una vez que estuvo fija la muestra, una nueva matriz de policarbonato se fijara con ayuda de la cera sobre aquella, entonces con la ayuda de cera se aplica el gel blanqueador, estandarizando la cantidad de gel para todas las muestras.

### ***d. Aplicación del blanqueamiento Clínico***

Para utilizar el agente de blanqueo a base de peróxido de Hidrogeno 35% (Whiteness Hp) hubo tres sesiones de blanqueamiento con intervalo siete días entre cada una. En cada sesión hubo tres aplicaciones 20 minutos de

agente de blanqueo, lo que resultó un total de nueve aplicaciones cada tres horas de exposición al final del experimento. Entre cada aplicación, el gel blanqueador fue retirado, las muestras fueron limpiadas con la ayuda de una gasa y luego una nueva porción de agente blanqueador fue llevada para la nueva aplicación. En cada muestra se realizaron dos exposiciones de luz, de 20 segundos cada uno, con una luz halógena de curado con el poder  $\sim 1000\text{mW} / \text{cm}^2$  (WOODPECKER) para la optimización de procesos de acuerdo a las normas del fabricante.

Al final de cada sesión, los especímenes fueron lavados con agua desionizada, y estuvieron inmersos en suero fisiológico y se almacenaron en un horno a  $37^\circ\text{C}$  hasta la próxima sesión, cambiando el suero todos los días.

#### ***e. Aplicación de Blanqueamiento casero***

Para el agente de blanqueo a base de peróxido de Carbamida 16% (Whiteness Perfect 16%), el gel se aplicó a la superficie de las muestras durante un período de 4 horas diarias consecutivas intercaladas con períodos de 20 horas de almacenamiento en suero. Durante el período en que las muestras se mantuvieron en suero, estas estuvieron en un horno a  $37^\circ\text{C}$  bajo con una humedad relativa. La forma de aplicación del gel fue similar al grupo anterior diferenciándose sólo por el mantenimiento de una cinta de poliéster sobre la matriz de policarbonato. Una vez más, al final de cada sesión, los especímenes fueron lavados con agua desionizada, e inmerso en suero fisiológico y volvieron a ser almacenadas a  $37^\circ\text{C}$  hasta el día siguiente, y el suero fue cambiado cada día. Este proceso se repitió durante 14 días consecutivos, con un

total de cincuenta y seis horas de exposición de las muestras al agente blanqueador.

**f. Interpretación de los resultados**

Después de la sesión de blanqueo final, las muestras se mantendrán en suero fisiológico durante 24 horas para llevar más lejos las lecturas de dureza finales. Las lecturas se realizarán de manera similar a las realizadas en el inicio de experimento.

**1.2. Instrumentos**

**1.2.1. Instrumentos Documentales**

Para la recolección de información se usará una ficha de observación de laboratorio.

Variable Investigativa	Indicadores	Ítems
Microdureza Superficial	Expresión en Vickers	(1)

## Ficha de Observación de Laboratorio

N° de Ficha

PEROXIDO DE HIDROGENO AL 35%		PEROXIDO DE CARBAMIDA AL 16%			GRUPO CONTROL		
Muestra N°	Lectura 1	Muestra N°	Lectura 1	Lectura 2	Muestra N°	Lectura 1	Lectura 2
1		18			35		
2		19			36		
3		20			37		
4		21			38		
5		22			39		
6		23			40		
7		24			41		
8		25			42		
9		26			43		
10		27			44		
11		28			45		
12		29			46		
13		30			47		
14		31			48		
15		32			49		
16		33			50		
17		34			51		

### 1.2.2. Instrumentos Mecánicos

- Durómetro INDENTEC
- Micomotor con pieza recta y contra ángulo
- Luz de Fotocurado LED (WOODPECKER)

- Horno
- Aparato creado en aluminio para conseguir las muestras de resina con medidas exactas
- Espátula de resinas
- Pincel
- Tijera de cirugía
- Pinzas odontológicas

### 1.3. Materiales

#### *a. Material para la fabricación de las Muestras*

- Vaselina
- Matriz de poliéster
- Resina Herculite Précis A2

#### *b. Material para Pulido*

- Discos Soflex
- Discos Fieltro
- Pasta Diamantada

#### *c. Material Para la realización del Blanqueamiento*

- Whiteness HP al 35%
- Whiteness Perfect al 16%
- Platinas de Vidrio
- Cera Base
- Gasa
- Papel Absorbente

#### *d. Material de Almacenamiento*

- Depósitos oscuros
- Suero Fisiológico
- Agua desionizada

## 2. CAMPO DE VERIFICACIÓN

### 2.1. Ubicación espacial

La presente investigación se realizó en el ámbito de los laboratorios de Microbiología de la Universidad Católica de Santa María y la Universidad Nacional de San Agustín específicamente en los laboratorios de Control de Calidad en el departamento de Ingeniería Metalúrgica

### 2.2. Ubicación Temporal

La planificación de la investigación se realizó a partir del mes de Marzo del 2015 con una duración aproximadamente de seis meses. El tipo de investigación fue longitudinal.

### 2.3. Unidades de Estudio

Las unidades experimentales serán en 51 cuerpos que serán divididos aleatoriamente en 3 grupos de 17 para el Peróxido de Hidrogeno 35%(Blanqueamiento Clínico), 17 para el Peróxido de carbamida 16% (Blanqueamiento casero) y 17 para Grupo control (sin técnica de blanqueamiento) .Estas 51 muestras serán utilizadas para medir la microdureza de la superficie .El estudio será realizado de acuerdo con un diseño aleatorio.

## 2.4. Tamaño de muestra

$$n = \frac{N \cdot Z^2}{4N (\alpha)^2 + Z^2}$$

### Datos que se necesitan

Tamaño estandarizado del efecto

E/S (0.10 – 1.00)

**E/S= 1.00**

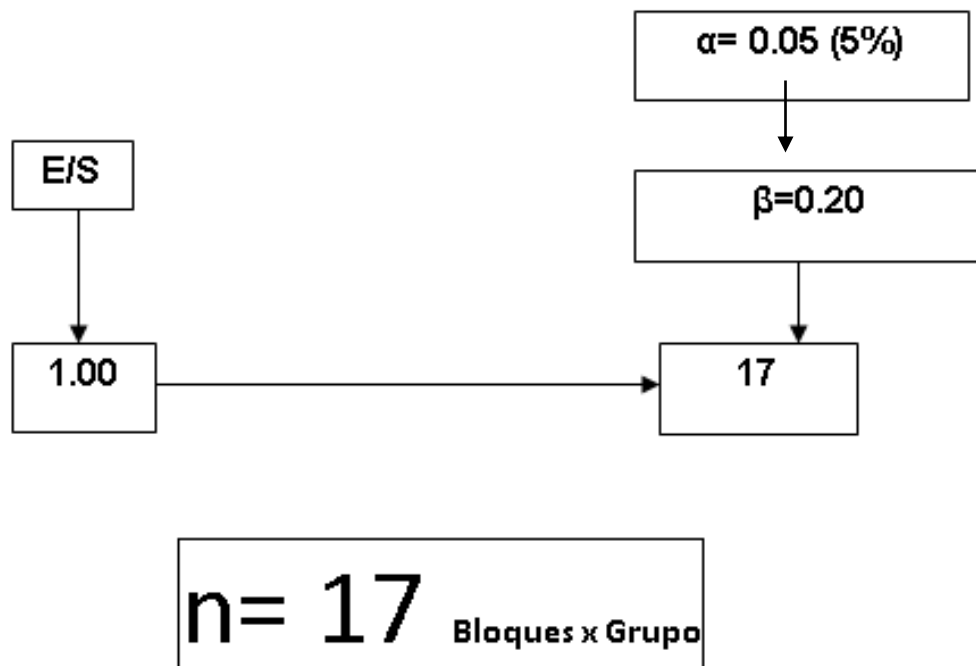
Riesgo  $\alpha$ : Probabilidad de rechazar la  $H_0$  verdadero (0.01- 0.10)

**$\alpha= 0.05$  (5%)**

Riesgo  $\beta$ : Probabilidad de aceptar la  $H_0$  falsa (0.05- 0.20)

**$\beta=0.20$**

Procedimiento: Tabla



### 3. ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN

#### 3.1. Organización

- Autorización del Decano y del Coordinador Académico de la Facultad de Odontología de la UCSM
- Autorización para el uso del laboratorio de Microbiología de la Universidad Católica de Santa María (Arequipa)
- Solicitud del Durómetro INDENTEC de la Facultad de Ingeniería Metalúrgica de la Universidad Nacional de San Agustín

#### 3.2. Recursos

##### *a. Recursos Humanos*

- Investigadora: Helen Ardiles Zeballos
- Asesor : Alfredo Anaya Muñoz

##### *b. Recursos Físicos*

- Laboratorio de la Universidad Católica Santa María
- Laboratorio de la Universidad Nacional de San Agustín
- Biblioteca de la Universidad Católica de Santa María
- Campus virtual

##### *c. Recursos Económicos*

Propios del Investigador

##### *d. Recursos Institucionales*

- Biblioteca de la Universidad Católica Santa María
- Laboratorio de la Facultad de Odontología y Microbiología Universidad Católica de Santa María
- Departamento de Ingeniería de Procesos y Laboratorio de Control de Calidad de la Universidad Nacional de San Agustín

#### 4. ESTRATEGIA PARA MANEJAR LOS RESULTADOS

##### 4.1. A nivel de sistematización de los datos

##### 4.1.1. Tipo de procesamiento

Los datos fueron procesados manualmente.

##### 4.1.2. Plan de Operaciones

###### a. Clasificación

Una vez aplicados los instrumentos, la información obtenida fue convenientemente ordenada en una matriz de registro y control.

###### b. Recuento

El recuento fue básicamente manual, empleado la matriz de conteo

###### c. Análisis

Variable Investigativa	Carácter Estadístico	Escala de Medición	Estadística Descriptiva	Prueba Estadística
Microdureza Superficial	Cuantitativo Continuo	Razón	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Media Aritmética</li> <li>• Desviación Estándar</li> <li>• Valor mínimo</li> <li>• Valor máximo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Test de T-Student</li> </ul>

#### **d. Tabulación**

Se elaboraron tablas de tipo numérico de entrada simple y doble

#### **e. Graficación**

Se elaboraron gráficas acorde a sus respectivas tablas. El tipo de gráfica que se va a utilizar es el de barras verticales y el de caja y bigote.

### **4.2. A nivel del estudio de los datos**

#### **4.2.1. Metodología**

Se utilizó la jerarquización de los datos, comparación de los mismos y apreciación crítica.

#### **4.2.2. Modalidad Previsible**

Se aplicó una interpretación después de cada gráfica y una discusión final

#### **4.2.3. Operaciones para la Interpretación**

Se realizara análisis y síntesis, inducción y deducción.

#### **4.2.4. Nivel de Interpretación**

Predictivo

**CRONOGRAMA DE TRABAJO**

ACTIVIDAD	Año 2015												
	Julio				Agosto				Septiembre				
	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	
RECOLECCIÓN DE DATOS			X	X	X								
ESTRUCTURACIÓN DE RESULTADOS					X	X	X	X					
INFORME FINAL								X	X	X			



# **CAPITULO III**

# **RESULTADOS**

**TABLA N° 1**

**COMPARACIÓN BASAL DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL ENTRE  
EL GRUPO DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO AL 35% Y GRUPO  
CONTROL EN BLOQUES DE RESINA**

Microdureza Superficial	Grupo de Estudio	
	Peróxido de Hidrógeno	Control
Media Aritmética (Promedio)	87.06	87.18
Desviación Estándar	11.18	15.01
Microdureza Mínima	72	58
Microdureza Máxima	106	116
Total	17	17

P = 0.979 (P ≥ 0.05) N.S.

**Fuente:** Elaboración Personal. Matriz de Registro y Control

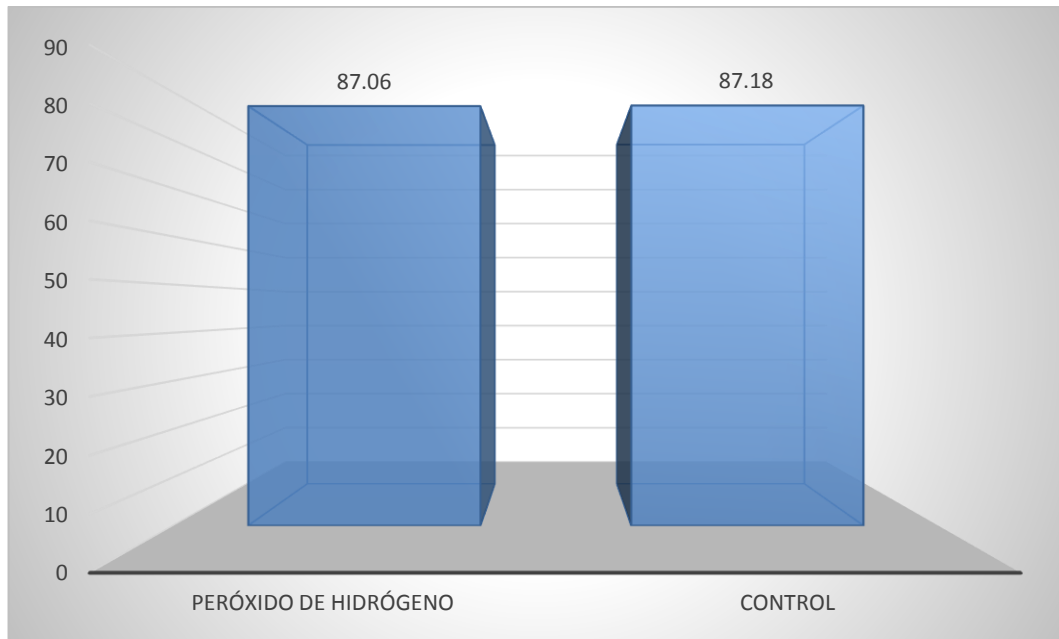
**INTERPRETACIÓN:**

En la tabla N° 1 comparamos la Microdureza superficial entre el grupo control, el cual no va a ser sometido a ningún estímulo, y el grupo que va a ser expuesto al peróxido de hidrógeno al 35%. Los resultados nos muestran que la Microdureza superficial en el grupo control alcanzó un valor promedio de 87.18, en tanto en el grupo de peróxido de hidrógeno, este valor fue de 87.06.

Según la prueba estadística T-Student no hay diferencia estadística significativa (P ≥ 0.05), es decir, ambos son iguales, por tanto están en las mismas condiciones.

GRAFICO N° 1

**COMPARACIÓN BASAL DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL ENTRE  
EL GRUPO DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO AL 35% Y GRUPO  
CONTROL EN BLOQUES DE RESINA**



**Fuente:** Elaboración Personal. Matriz de Registro y Control

**TABLA N° 2**

**COMPARACIÓN FINAL DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL ENTRE  
EL GRUPO DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO AL 35% Y GRUPO  
CONTROL EN BLOQUES DE RESINA**

Microdureza Superficial	Grupo de Estudio	
	Peróxido de Hidrógeno (FINAL)	Control
Media Aritmética (Promedio)	71.82	87.18
Desviación Estándar	9.84	15.01
Microdureza Mínima	60	58
Microdureza Máxima	100	116
Total	17	17

P = 0.001 (P < 0.05) S.S.

**Fuente:** Elaboración Personal. Matriz de Registro y Control

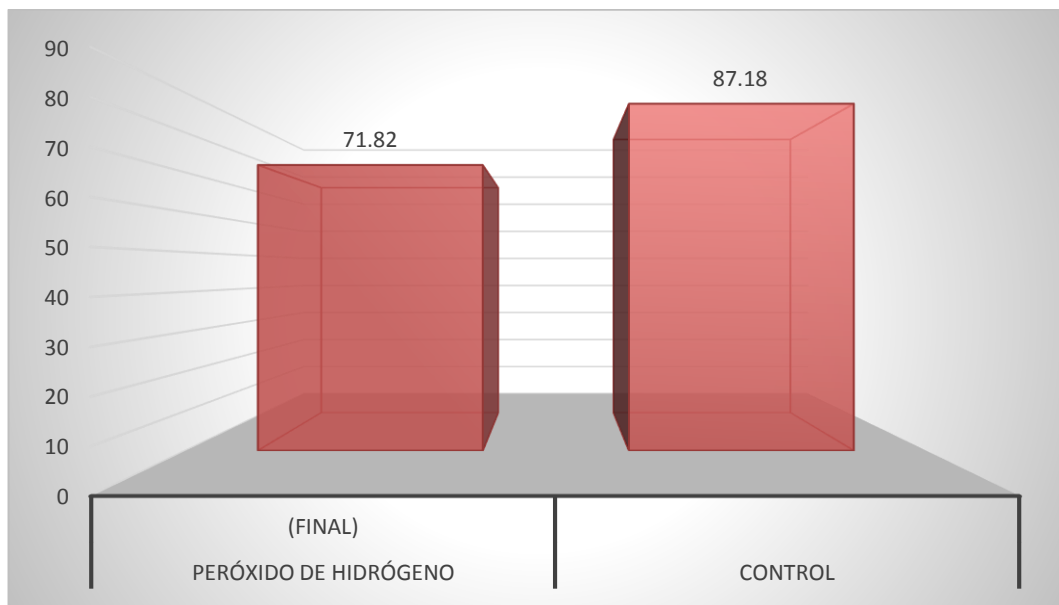
**INTERPRETACIÓN:**

En la tabla N° 6 comparamos la Microdureza superficial entre el grupo control, el cual no ha sido sometido a ningún estímulo, y el grupo expuesto al peróxido de hidrógeno al 35%. Los resultados nos muestran que la Microdureza superficial en el grupo control alcanzó un valor promedio de 87.18, en tanto en el grupo de peróxido de hidrógeno, este valor fue de 71.82.

Según la prueba estadística T-Student, hay diferencia estadística significativa (P < 0.05), es decir, ambos son distintos, por tanto el grupo expuesto tiene menor Microdureza superficial que el grupo control, lo que significa que el estímulo genera cambios negativos.

## GRAFICO N° 2

### COMPARACIÓN FINAL DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL ENTRE EL GRUPO DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO AL 35% Y GRUPO CONTROL EN BLOQUES DE RESINA



**Fuente:** Elaboración Personal. Matriz de Registro y Control

TABLA N° 3

**COMPORTAMIENTO DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL EN EL GRUPO DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO AL 35% EN BLOQUES DE RESINA**

Microdureza Superficial	Peróxido de Hidrógeno	
	Medición Basal	Medición Final
Media Aritmética (Promedio)	87.06	71.82
Desviación Estándar	11.18	9.84
Microdureza Mínima	72	60
Microdureza Máxima	106	100
Total	17	17

 $P = 0.000$  ( $P < 0.05$ ) S.S.

**Fuente:** Elaboración Personal. Matriz de Registro y Control

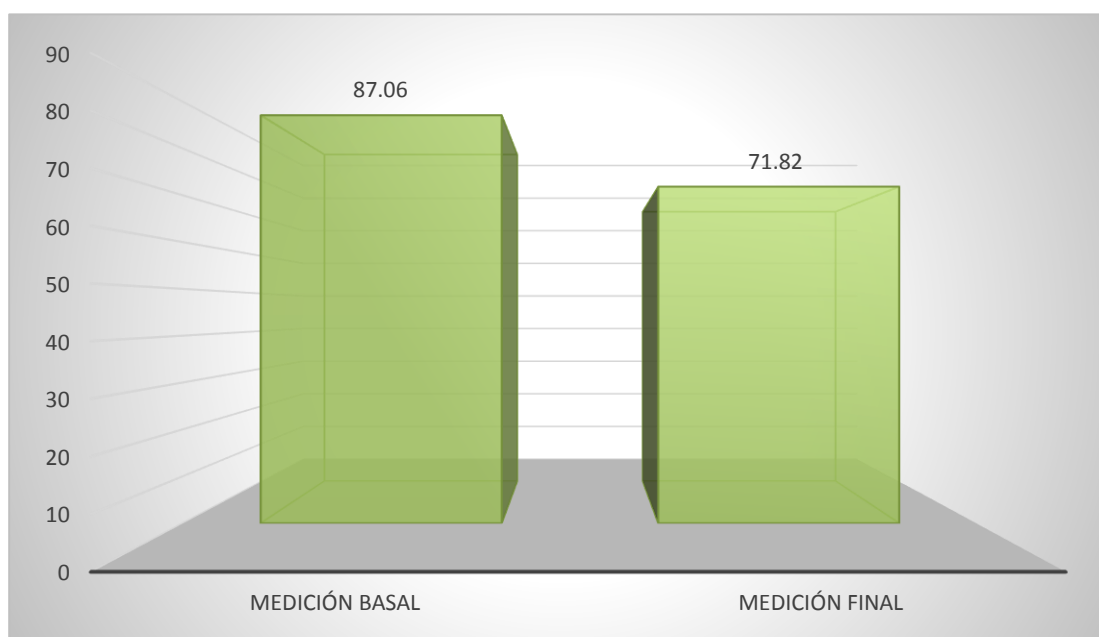
**INTERPRETACIÓN:**

En la presente tabla se muestra el comportamiento (comparación entre la medición basal y final) de la Microdureza superficial en el grupo expuesto al peróxido de hidrógeno al 35%. Los resultados nos permiten observar que antes de ser sometidos al estímulo, la Microdureza tenía un valor de 87.06; en tanto luego de la exposición este valor disminuyó hasta 71.82.

Según la prueba estadística T-Student, hay diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ), es decir, hubo cambios en la Microdureza superficial, por tanto podemos afirmar que el peróxido de hidrógeno al 35% tiene efectos negativos sobre la Microdureza superficial de los bloques de resina, dado que la disminuye.

### GRAFICO N° 3

#### COMPORTAMIENTO DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL EN EL GRUPO DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO AL 35% EN BLOQUES DE RESINA



**Fuente:** Elaboración Personal. Matriz de Registro y Control

TABLA N° 4

**COMPARACIÓN BASAL DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL ENTRE  
EL GRUPO DE PERÓXIDO DE CARBAMIDA AL 16% Y GRUPO  
CONTROL EN BLOQUES DE RESINA**

Microdureza Superficial	Grupo de Estudio	
	Peróxido de Carbamida	Control
Media Aritmética (Promedio)	82.18	87.18
Desviación Estándar	11.48	15.01
Microdureza Mínima	58	58
Microdureza Máxima	100	116
Total	17	17

P = 0.284 (P ≥ 0.05) N.S.

**Fuente:** Elaboración Personal. Matriz de Registro y Control

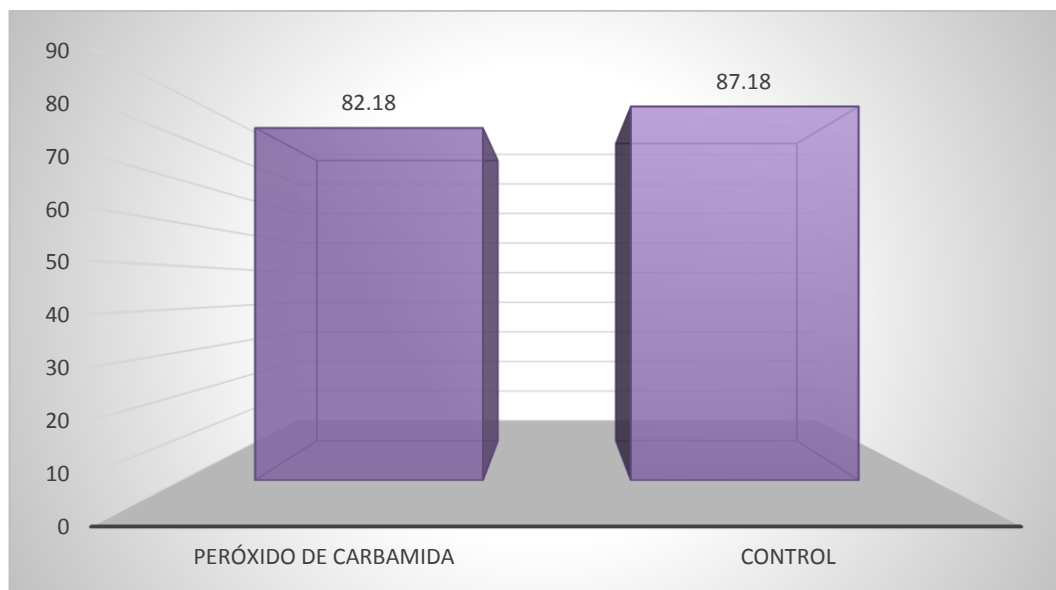
**INTERPRETACIÓN:**

En la tabla N° 2 comparamos la Microdureza superficial entre el grupo control, el cual no va a ser sometido a ningún estímulo, y el grupo que va a ser expuesto al peróxido de carbamida al 16%. Los resultados nos muestran que la Microdureza superficial en el grupo control alcanzó un valor promedio de 87.18, en tanto en el grupo de peróxido de hidrógeno, este valor fue de 82.18.

Según la prueba estadística T-Student no hay diferencia estadística significativa (P ≥ 0.05), es decir, ambos son iguales, por tanto están en las mismas condiciones.

GRAFICO N° 4

**COMPARACIÓN BASAL DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL ENTRE  
EL GRUPO DE PERÓXIDO DE CARBAMIDA AL 16% Y GRUPO  
CONTROL EN BLOQUES DE RESINA**



**Fuente:** Elaboración Personal. Matriz de Registro y Control

TABLA N° 5

**COMPARACIÓN FINAL DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL ENTRE  
EL GRUPO DE PERÓXIDO DE CARBAMIDA AL 16% Y GRUPO  
CONTROL EN BLOQUES DE RESINA**

Microdureza Superficial	Grupo de Estudio	
	Peróxido de Carbamida	Control
Media Aritmética (Promedio)	69.12	87.18
Desviación Estándar	12.74	15.01
Microdureza Mínima	49	58
Microdureza Máxima	90	116
Total	17	17

P = 0.001 (P < 0.05) S.S.

**Fuente:** Elaboración Personal. Matriz de Registro y Control

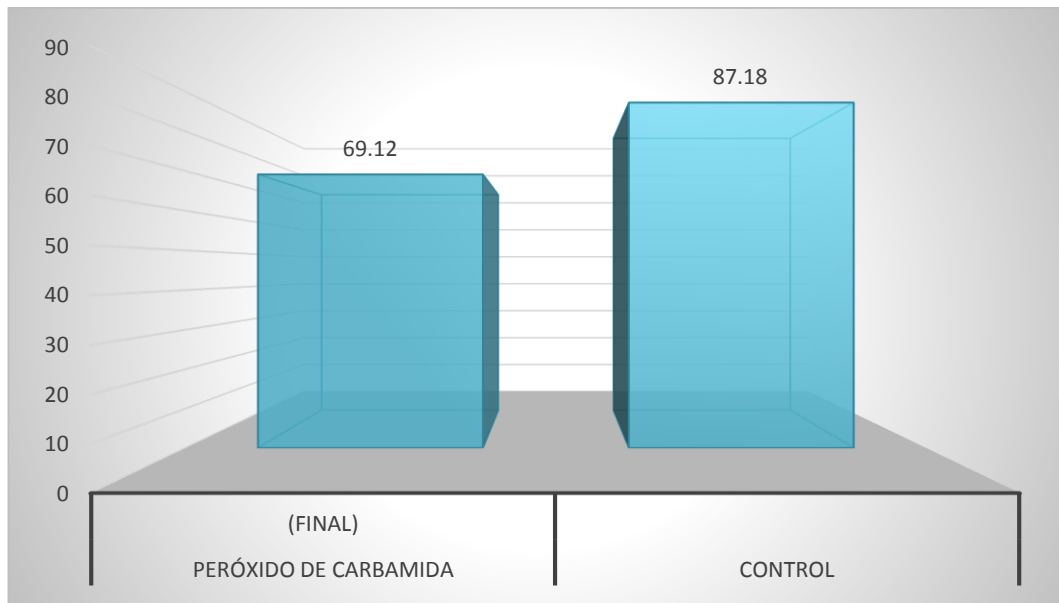
**INTERPRETACIÓN:**

En la tabla N° 7 comparamos la Microdureza superficial entre el grupo control, el cual no ha sido sometido a ningún estímulo, y el grupo expuesto al peróxido de carbamida al 16%. Los resultados nos muestran que la Microdureza superficial en el grupo control alcanzó un valor promedio de 87.18, en tanto en el grupo de peróxido de carbamida, este valor fue de 69.12.

Según la prueba estadística T-Student hay diferencia estadística significativa (P < 0.05), es decir, ambos son distintos, por tanto el grupo expuesto tiene menor Microdureza superficial que el grupo control, lo que significa que el estímulo genera cambios negativos.

GRAFICO N° 5

**COMPARACIÓN FINAL DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL ENTRE  
EL GRUPO DE PERÓXIDO DE CARBAMIDA AL 16% Y GRUPO  
CONTROL EN BLOQUES DE RESINA**



**Fuente:** Elaboración Personal. Matriz de Registro y Control

TABLA N° 6

**COMPORTAMIENTO DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL EN EL  
GRUPO DE PERÓXIDO DE CARBAMIDA AL 16% EN BLOQUES DE  
RESINA**

Microdureza Superficial	Peróxido de Carbamida	
	Medición Basal	Medición Final
Media Aritmética (Promedio)	82.18	69.12
Desviación Estándar	11.48	12.74
Microdureza Mínima	58	49
Microdureza Máxima	100	90
Total	17	17

P = 0.001 (P &lt; 0.05) S.S.

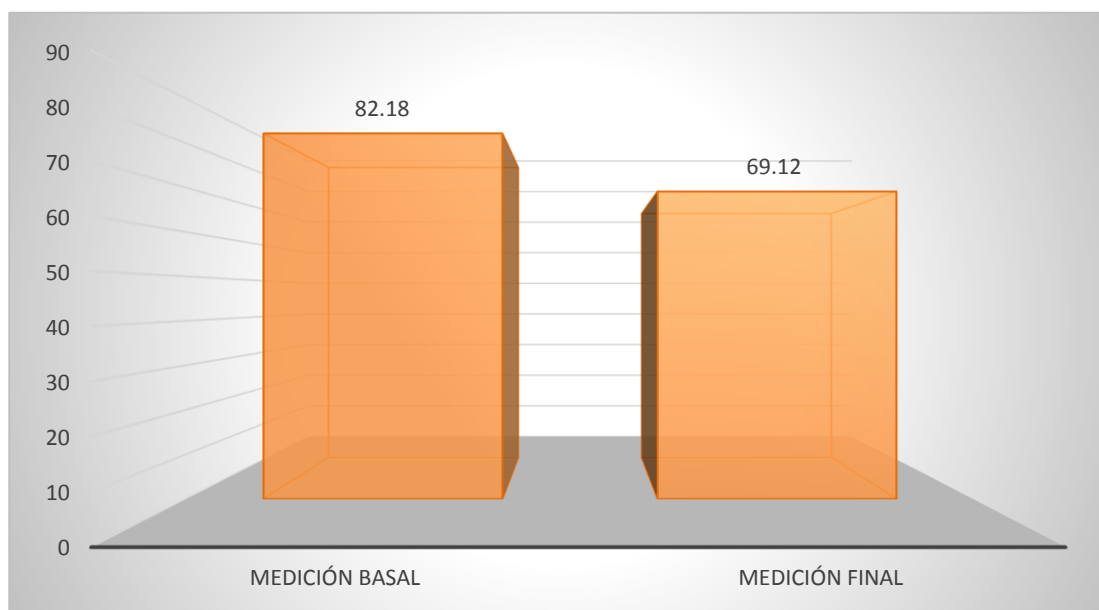
**Fuente:** Elaboración Personal. Matriz de Registro y Control**INTERPRETACIÓN:**

En la presente tabla se muestra el comportamiento (comparación entre la medición basal y final) de la Microdureza superficial en el grupo expuesto al peróxido de carbamida al 16%. Los resultados nos permiten observar que antes de ser sometidos al estímulo, la Microdureza tenía un valor de 82.18; en tanto luego de la exposición este valor disminuyó hasta 69.12.

Según la prueba estadística T-Student hay diferencia estadística significativa (P < 0.05), es decir, hubo cambios en la Microdureza superficial, por tanto podemos afirmar que el peróxido de carbamida al 16% tiene efectos negativos sobre la Microdureza superficial de los bloques de resina, dado que la disminuye.

GRAFICO N° 6

COMPORTAMIENTO DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL EN EL  
GRUPO DE PERÓXIDO DE CARBAMIDA AL 16% EN BLOQUES DE  
RESINA



Fuente: Elaboración Personal. Matriz de Registro y Control

**TABLA N° 7**

**COMPARACIÓN BASAL DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL ENTRE EL GRUPO DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO AL 35% Y EL GRUPO DE PERÓXIDO DE CARBAMIDA AL 16% EN BLOQUES DE RESINA**

Microdureza Superficial	Grupo de Estudio	
	Peróxido de Hidrógeno	Peróxido de Carbamida
Media Aritmética (Promedio)	87.06	82.18
Desviación Estándar	11.18	11.48
Microdureza Mínima	72	58
Microdureza Máxima	106	100
Total	17	17

P = 0.218 (P ≥ 0.05) N.S.

**Fuente:** Elaboración Personal. Matriz de Registro y Control

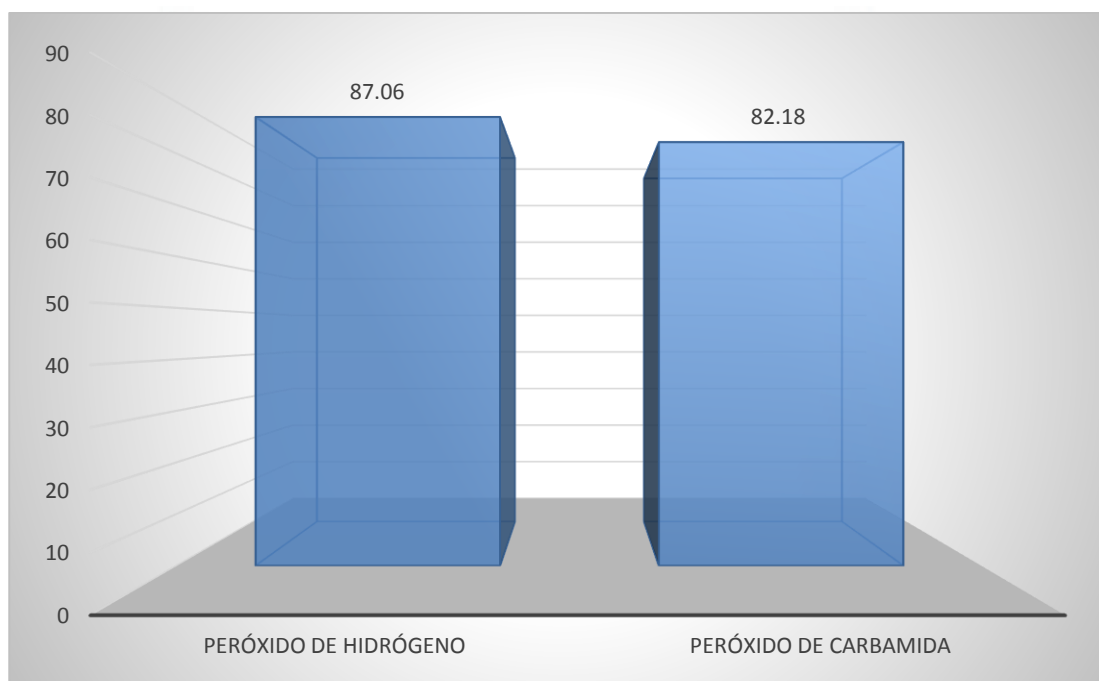
**INTERPRETACIÓN:**

En la tabla N° 3 comparamos la Microdureza superficial entre el grupo a ser expuesto con peróxido de hidrógeno al 35% y el grupo que va a ser expuesto al peróxido de carbamida al 16%. Los resultados nos muestran que la Microdureza superficial en el grupo de peróxido de hidrógeno alcanzó un valor promedio de 87.06, en tanto en el grupo de peróxido de carbamida, este valor fue de 82.18.

Según la prueba estadística T-Student, las diferencias encontradas entre ambos grupos no son significativas estadísticamente (P ≥ 0.05), es decir, ambos son iguales, por tanto están en las mismas condiciones.

GRAFICO N° 7

COMPARACIÓN BASAL DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL ENTRE  
EL GRUPO DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO AL 35% Y EL GRUPO DE  
PERÓXIDO DE CARBAMIDA AL 16% EN BLOQUES DE RESINA



**Fuente:** Elaboración Personal. Matriz de Registro y Control

TABLA N° 8

**COMPARACIÓN FINAL DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL ENTRE EL GRUPO DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO AL 35% Y EL GRUPO DE PERÓXIDO DE CARBAMIDA AL 16% EN BLOQUES DE RESINA**

Microdureza Superficial Medición Final	Grupo de Estudio	
	Peróxido de Hidrógeno	Peróxido de Carbamida
Media Aritmética (Promedio)	71.82	69.12
Desviación Estándar	9.84	12.74
Microdureza Mínima	60	49
Microdureza Máxima	100	90
Total	17	17

$P = 0.493$  ( $P \geq 0.05$ ) N.S.

**Fuente:** Elaboración Personal. Matriz de Registro y Control

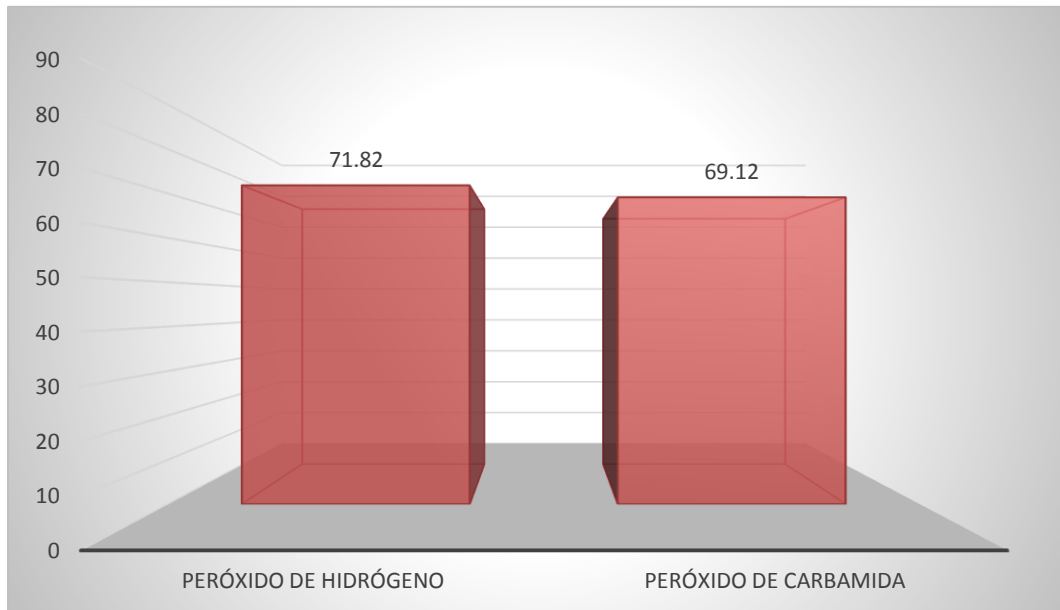
**INTERPRETACIÓN:**

En la tabla N° 8 comparamos la Microdureza superficial entre el grupo expuesto al peróxido de hidrógeno al 35% y el grupo sometido al peróxido de carbamida al 16%. Los resultados nos muestran que la Microdureza superficial en el primer grupo alcanzó un valor promedio de 71.82, en tanto en el segundo grupo, alcanzó un valor de 69.12.

Según la Prueba Estadística T-Student, las diferencias encontradas entre ambos grupos no son significativas estadísticamente ( $P \geq 0.05$ ), es decir, ambos son iguales en sus efectos sobre la Microdureza superficial en los bloques de resina.

### GRAFICO N° 8

**COMPARACIÓN FINAL DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL ENTRE EL GRUPO DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO AL 35% Y EL GRUPO DE PERÓXIDO DE CARBAMIDA AL 16% EN BLOQUES DE RESINA**



**Fuente:** Elaboración Personal. Matriz de Registro y Control

## DISCUSIÓN

Las propiedades físicas de los materiales de restauración dental tienen un efecto crucial sobre la longevidad de las restauraciones y por otra parte en las demandas estéticas de los pacientes, pero pueden verse comprometidas por los tratamientos de blanqueamiento, es por eso que se han hecho investigaciones in vitro de los efectos que tienen los geles blanqueadores sobre los materiales de restauración.

De acuerdo con **(Departamento de Operatoria Dental, Universidad Aristóteles de Tesalónica, Grecia: 2014: pg. 65)** y el estudio sobre el efecto del blanqueamiento de consultorio en las propiedades físicas y la Microdureza de las resinas compuestas, comprueban que no se encuentran diferencias estadísticamente significativas en las pruebas de Microdureza superficial y la rugosidad de las resinas.

En esta investigación se utilizó la resina compuesta Herculite Preciss A2, la cual es una resina con relleno prepolimerizado (PPF), nanopartículas (de 20 a 50 nm) y relleno híbrido submicronico (0.4 micras), que trabajan juntos para lograr estética y duración sin comparación, según **(Departamento de Materiales Dentales y Prostodoncia, Araraquara Facultad de Odontología, Universidad Estadual Paulista, Araraquara, Sao Paulo, Brasil: 2013: pg. 66)** hace el estudio sobre el Efecto del blanqueamiento con peróxido de carbamida en la resistencia a la flexión y la Microdureza de la superficie en las resina compuesta, utilizando Brilliant y Opallis las cuales son resinas microhíbridas. Los resultados difieren ya que hay una disminución significativa en la Microdureza de la superficie, debido que los agentes blanqueadores disminuyen la Microdureza superficial de los materiales compuestos por metacrilato (Brillant y Opallis).

## CONCLUSIONES

### PRIMERA

El peróxido de Hidrógeno al 35% tiene efectos negativos sobre la Microdureza superficial de los bloques de resina, dado que la diferencia entre medición basal (87.06) y la medición final (71.82) es de 15.24%, es decir una diferencia significativa dado que disminuye.

### SEGUNDA

El Peróxido de Carbamida al 16% tiene efectos negativos sobre la Microdureza superficial de los bloques de resina, dado que, la diferencia entre la Medición Basal (82.18) y la medición final (69.12) es de 13.06 %, es decir una diferencia significativa dado que disminuye .

### TERCERA

Según la Prueba de T- Student no existe una diferencia significativa ( $P \geq 0.05$ ) entre el Peróxido de Hidrogeno al 35 % y el Peróxido de Carbamida al 16 % en el efecto sobre la Microdureza Superficial; queriendo decir que ambos tienen efectos sobre la Microdureza pero no es muy relevante

### CUARTA

De acuerdo a la hipótesis, tanto el peróxido de Hidrogeno 35% como el Peróxido de Carbamida al 16% estadísticamente no tienen un efecto significativo sobre la Microdureza de la Superficie de bloques de resina compuesta Herculite Preciss A2 ; dependiendo del operador y del paciente emplear un blanqueamiento clínico o ambulatorio.

## RECOMENDACIONES

### PRIMERA

A mis futuros colegas Odontólogos que quieran Investigar otros agentes blanqueadores a base de peróxido de hidrogeno que sobrepasen la concentración de 35% y su influencia en otras propiedades mecánicas

### SEGUNDA

A mis colegas Odontólogos que quieran realizar estudios longitudinales en la que se emplea el peróxido de hidrogeno al 35% a un tiempo de mayor exposición y mayor concentración de dicho agente

### TERCERA

A mis futuros colegas Odontólogos que quieran realizar estudios longitudinales en el que se emplea el peróxido de Carbamida al 16 % a un tiempo de exposición mayor y mayor concentración de dicho agente

## BIBLIOGRAFIA

**BARRANCOS**, Julio, Operatoria Dental, 4° Edición, Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires- Argentina 2006.

**COVA**, José Luis. Biomateriales Dentales, 1° Edición, Editorial ALMOCA, Caracas- Venezuela 2004

**CRAIG**, Robert. Materiales de Odontología Restauradora. 10° Edición. Editorial Harcourt. España 1998

**DALE**, Barry y **ASCHBEIM**, Kenneth. Odontología Estética, Agentes blanqueadores y agentes relacionados, Segunda Edición, Ediciones Harcourt, Madrid- España 2008

**DEGARMO** E.P., BLACK J.T, KOHSER R.A. Materiales de Proceso de Fabricación, 2° Edición, Editorial Reverté, Barcelona- España 2002

**GOMES**, Carlos Rocha, Blanqueamiento Dental con fuentes Híbridas Led /Laser, 1° Edición, Editorial Evidencia, Sao Paulo- Brasil 2004

**GROOVER**, Mikell. Fundamentos de Manufactura Moderna: Materiales, Procesos y Sistema, 1° Edición, Editorial Raela Maes, México 2007

**HENOSTROZA**, Gilberto. Adhesión en Odontología Restauradora. 2° Edición, Editorial Ripano. Madrid-España 2009

**HENOSTROZA**, Gilberto. Estética en Odontología Restauradora, 1° Edición, Editorial Ripano, Madrid- España 2006

**HUED**, Rony Joubert, Odontología Adhesiva y Estética, 1° Edición, Ediciones Ripano, Madrid 2010.

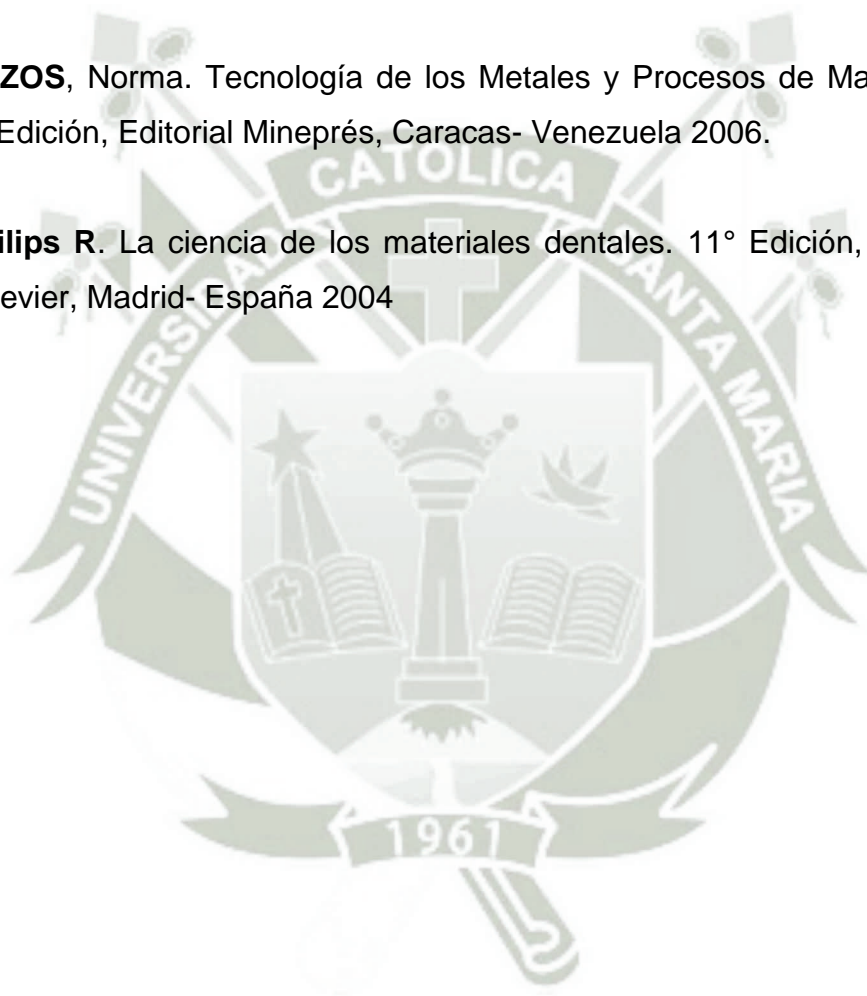
**LEYENSETTER, A.** Tecnología de los oficios Metalúrgicos, 1° Edición, Editorial Reverté, Barcelona- España 2006

**Macchi R.** Materiales dentales. 4° Edición, Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires 2007

**MIYASHITA, Eduardo.** Odontología Estética: Estado del Arte, 1° Edición, Editorial Artes Medicas, Sao Paulo- Brasil 2005

**PAZOS, Norma.** Tecnología de los Metales y Procesos de Manufactura, 1° Edición, Editorial Mineprés, Caracas- Venezuela 2006.

**Philips R.** La ciencia de los materiales dentales. 11° Edición, Ediciones Elsevier, Madrid- España 2004



## HEMEROGRAFIA

**LEONARD RH., HAYWOOD VB., PHILLIPS C.** Empleo de diferentes contracciones de Peróxido de Carbamida para el blanqueo dentario: estudio In Vitro. Edición 10, Editorial Quintessence International, Volumen XII, Carolina del Norte, 2010, Pg. 631

**MINOUX, Maryline, DMD, SERFATY, René.** Blanqueamiento en dientes vitales, Edición 8, Editorial Quintessence International, Volumen XXII, Carolina del Norte, 2009

**MONDELLI, Rafael.** Blanqueamiento de dientes pulpados técnicas y equipamientos, Edición Bimestral, Editorial Biodonto, Volumen 1, Sao Paulo- Brasil 2003

**RALPH H., LEONARD JR, VAN B. HAYWOOD Y CEIB PHILLIPS,** Factores de riesgo en el desarrollo de sensibilidad dentaria e irritación gingival en los tratamientos de blanqueamiento vital con férulas nocturnas, Edición Especial, Editorial Quintessence International, Volumen XI, Carolina del Norte, 2008

## INFORMATOGRAFIA

- <http://www.cop.org.pe/bib/investigacionbibliografica/CESARGABRIELPAUCARCROVETTO.pdf> / Julio 2015
- [http://www.odontologia.unal.edu.co/docs/habilitacion/prot\\_blanqueamiento\\_dental.pdf](http://www.odontologia.unal.edu.co/docs/habilitacion/prot_blanqueamiento_dental.pdf) /Julio 2015
- <http://es.slideshare.net/soluciondentalperu/blanqueamiento-dental-14888206>/Julio 2015
- [http://cybertesis.ucsm.edu.pe/bibl\\_virt/tesis.php?href=at/2010/casapia\\_gr/html/index-frames.html&codtesis=64.2109.O](http://cybertesis.ucsm.edu.pe/bibl_virt/tesis.php?href=at/2010/casapia_gr/html/index-frames.html&codtesis=64.2109.O)/Julio 2015
- [http://www.scoestetica.com/contenidos.php?Id\\_Categoria=139](http://www.scoestetica.com/contenidos.php?Id_Categoria=139)/Julio 2015
- <http://www.clinicaeco.com/blog/wp-content/uploads/2008/05/el-blanqueamiento-dental-estado-de-la-cuestion.pdf>/Agosto 2015
- <http://www.semcc.com/master/files/Blanqueamiento%20dental%20-%20Dras.%20Gironella%20y%20Saurina.pdf>/Agosto 2015
- [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/2775/1/Revilla\\_qm.pdf](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/2775/1/Revilla_qm.pdf)/Agosto 2015
- [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/3934/1/Lopez\\_cc.pdf](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/3934/1/Lopez_cc.pdf)/Agosto 2015
- [http://www.academia.edu/408622/Gu%C3%ADa\\_de\\_acceso\\_a\\_tesis\\_y\\_disertaciones](http://www.academia.edu/408622/Gu%C3%ADa_de_acceso_a_tesis_y_disertaciones)
- [http://www.academia.edu/408622/Gu%C3%ADa\\_de\\_acceso\\_a\\_tesis\\_y\\_disertaciones](http://www.academia.edu/408622/Gu%C3%ADa_de_acceso_a_tesis_y_disertaciones)/Julio 2015



## 1. MATRIZ DE DATOS

13 DE JULIO DEL 2015

Grupo Control		PEROXIDO DE HIDROGENO AL 35%			PEROXIDO DE CARBAMIDA AL 16%		
Muestra N°	Lectura 1	Muestra N°	Lectura 1	Lectura 2	Muestra N°	Lectura 1	Lectura 2
1	70	18	106	100	35	82	66
2	116	19	76	73	36	92	62
3	82	20	78	75	37	68	64
4	82	21	70	74	38	84	56
5	100	22	70	74	39	90	80
6	80	23	98	66	40	88	60
7	58	24	96	82	41	100	90
8	98	25	106	62	42	86	62
9	64	26	92	72	43	90	78
10	88	27	72	62	44	63	54
11	92	28	86	80	45	74	64
12	94	29	84	76	46	94	60
13	102	30	82	63	47	86	74
14	98	31	86	78	48	90	82
15	80	32	82	60	49	58	49
16	100	33	102	66	50	74	86
17	78	34	86	86	51	78	88



**ANEXO N°1**  
**CERTIFICADO DE INVESTIGACIÓN**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN  
Facultad de Ingeniería de Procesos  
Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica  
AREQUIPA - PERÚ



DEPARTAMENTO DE INGENIERIA METALÚRGICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA METALÚRGICA  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

### CERTIFICADO

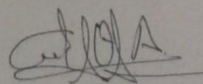
El que suscribe, Ing. Guido Quispe Ampuero, encargado del Laboratorio de Control de Calidad, CERTIFICA que se han realizado los ensayos de Dureza con los siguientes resultados:

**ENSAYO REALIZADO** : DUREZA VICKER - HV  
**MUESTRA** : RESINA COMPUESTA HERCULITE PRECISS A2  
**Nº DE PRUEBAS** : 3 POR MUESTRA  
**EQUIPO UTILIZADO** : DUROMETRO INDENTEC  
**SOLICITANTE** : HELEN JOHANA ARDILES ZEBALLOS  
**TESIS** : EFECTO IN VITRO DE LÓS GELES DE PEROXIDO DE HIDROGENO AL 35% Y DEL PEROXIDO DE CARBAMIDA AL 16% EN LA MICRODUREZA SUPERFICIAL EN BLOQUES DE RESINA COMPUESTA HERCULITE PRECISS A2 EN LOS LABORATORIOS DE LA UNSA, AREQUIPA - 2015

#### RESULTADOS DEL ENSAYO DE DUREZA VICKER

Grupo Control		PEROXIDO DE HIDROGENO AL 35%			PEROXIDO DE CARBAMIDA AL 16%		
Muestra N°	Lectura 1	Muestra N°	Lectura 1	Lectura 2	Muestra N°	Lectura 1	Lectura 2
1	70	18	106	100	35	82	66
2	116	19	76	73	36	92	62
3	82	20	78	75	37	68	64
4	82	21	70	74	38	84	56
5	100	22	70	74	39	90	80
6	80	23	98	66	40	88	60
7	58	24	96	82	41	100	90
8	98	25	106	62	42	86	62
9	64	26	92	72	43	90	78
10	88	27	72	62	44	63	54
11	92	28	86	80	45	74	64
12	94	29	84	76	46	94	60
13	102	30	82	63	47	86	74
14	98	31	86	78	48	90	82
15	80	32	82	60	49	58	49
16	100	33	102	66	50	74	86
17	78	34	86	86	51	78	88

NOTA: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.



Arequipa, 13 de Julio del 2015

GUIDO QUISPE AMPUERO  
INGENIERO METALURGISTA  
Ing. de. No. de Ingenieros N° 103532

Ing. Guido Quispe Ampuero  
CIP N° 103532



**ANEXO N°2**  
**CONSTANCIA DE INVESTIGACIÓN**



Universidad Nacional de San Agustín  
Facultad de Ingeniería de Procesos  
Laboratorio de Control de Calidad



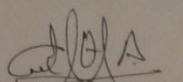
Otorga la

CONSTANCIA A:

**HELEN JOHANA ARDILES ZEBALLOS**

Por haber hecho uso de los Laboratorios y del DURÓMETRO INDENTEC para la toma de dureza en  
BLOQUES DE RESINA COMPUESTA HERCULITE PRECISS A2.

Arequipa, 13 de Julio del 2015



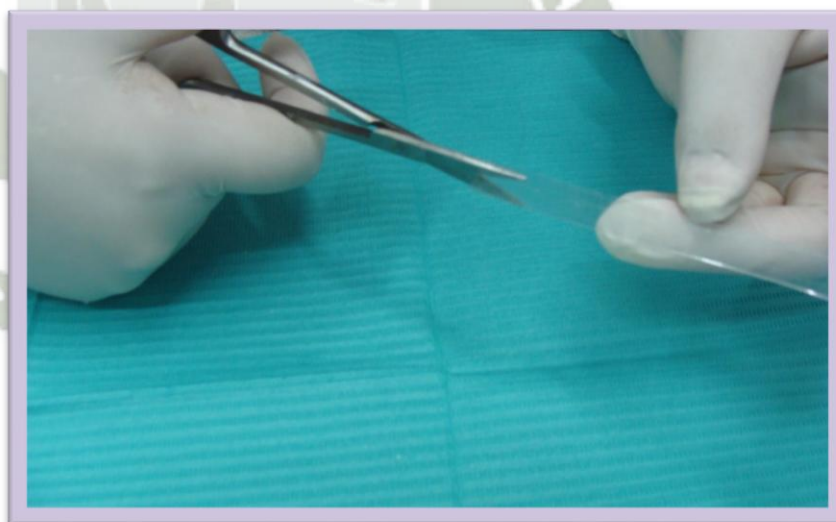
GUIDO F. QUISPE AMPUERO  
INGENIERO METALURGISTA  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 103532

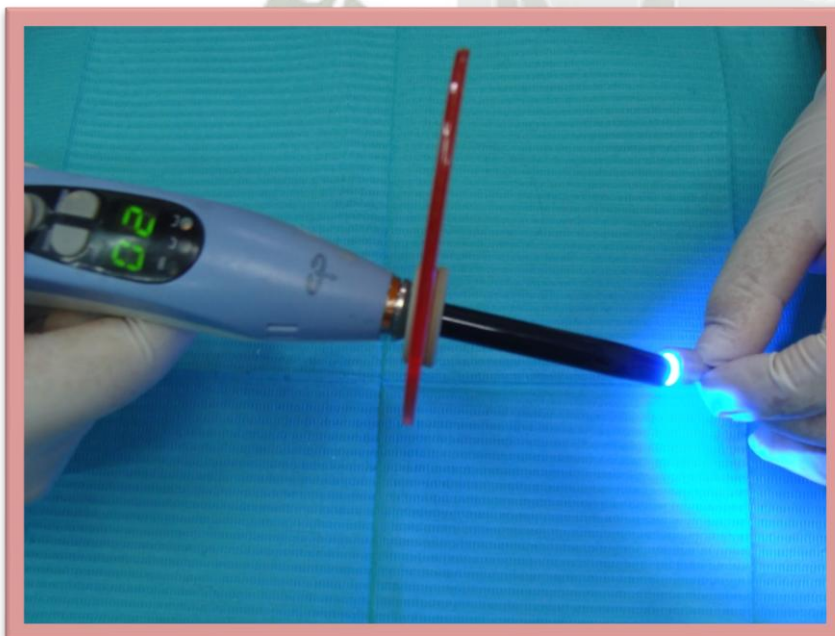
Ing. Guido Quispe Ampuero  
CIP N° 103532

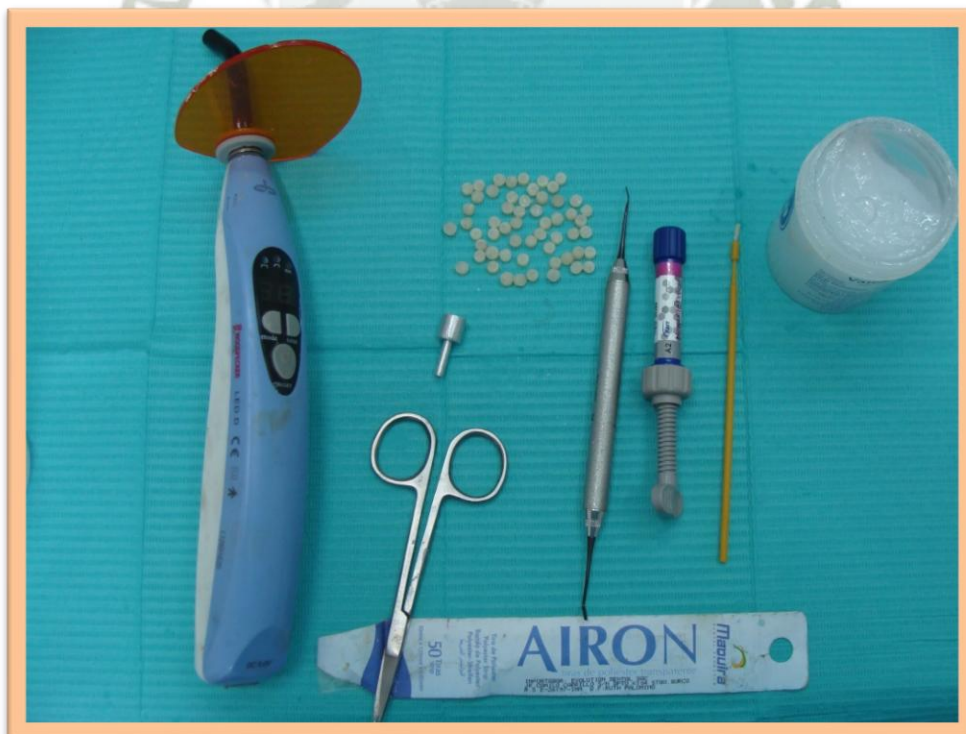


**ANEXO N°3**  
**SECUENCIA FOTOGRÁFICA**

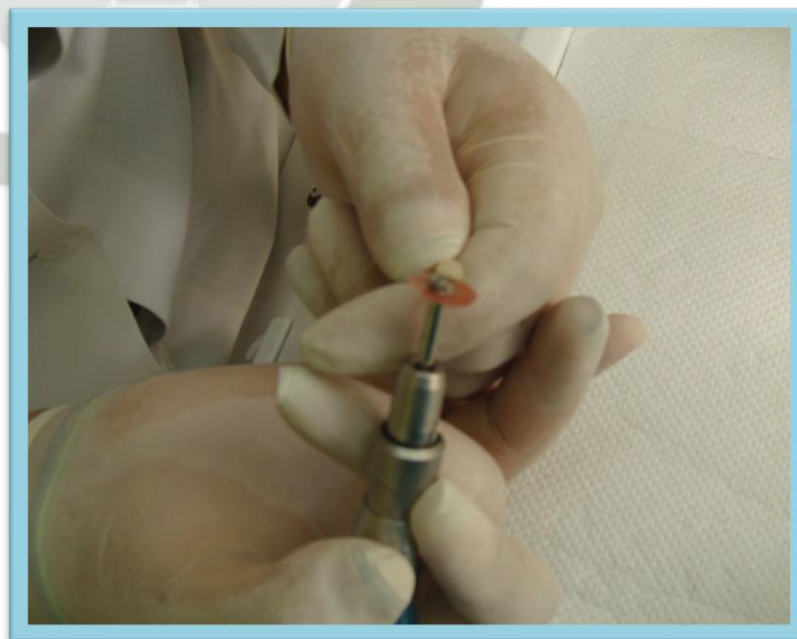
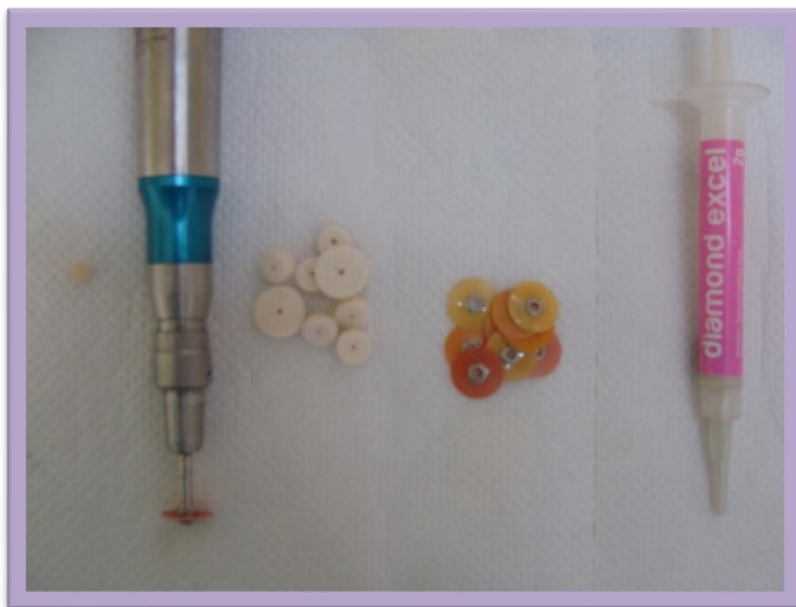
## Instrumentos y materiales para la fabricación de las muestras







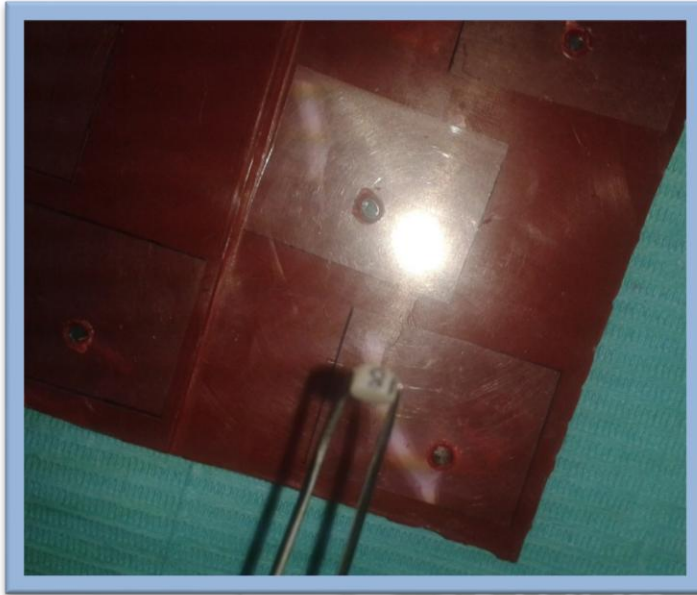
## Instrumentos y materiales para el pulido

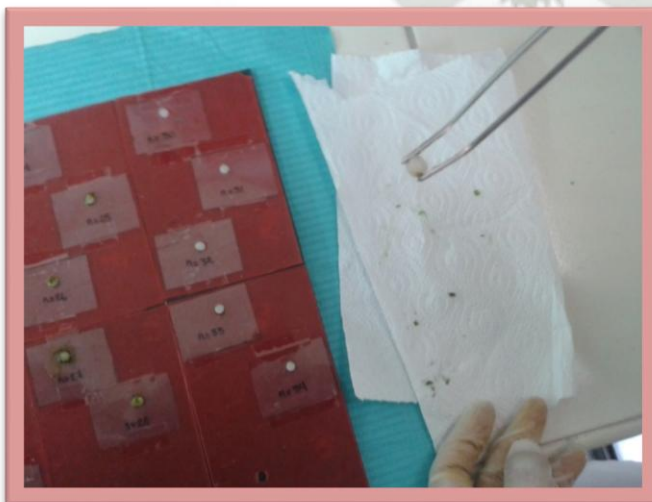




## Instrumentos y materiales para el blanqueamiento con Peróxido de Hidrogeno al 35 %







## Instrumentos y materiales para el blanqueamiento con Peróxido de Carbamida al 16 %





## Instrumentos y materiales para el Almacenamiento

