



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD**

**ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA**

**TESIS**

**MICRODUREZA SUPERFICIAL DE DOS RESINAS COMPUESTAS DE  
NANOTECNOLOGÍA EXPUESTAS A PERÓXIDO DE CARBAMIDA AL 35%  
CON NITRATO DE POTASIO Y FLUORURO (PF). ESTUDIO IN VITRO. LIMA**

**2017**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE CIRUJANO DENTISTA**

**PRESENTADO POR:**

**BACHILLER: APARCO MENA, OSCAR**

**ASESOR: Dr. Mg. JIMMY MÁLAGA RIVERA**

**LIMA-PERÚ**

**2017**

A Dios, a mis padres Ubaldo y Emma por brindarme su apoyo, comprensión, amor y guiarme en mi formación para ser perseverante y cumplir mis metas, a toda mi familia hermanos, tíos, ya que ellos son mi inspiración para seguir adelante y a todas las personas que contribuyeron a que pueda realizar esta investigación

## **AGRADECIMIENTO**

A mi asesor, Jimmy Málaga Rivera por su ayuda, comprensión y colaboración para este trabajo, al Laboratorio de Materiales de la Pontificia Universidad Católica del Perú, al Ingeniero Aníbal Rosas y mi asesor de laboratorio de materiales Carlos Juárez

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar *in vitro* la microdureza superficial de dos resinas de nanotecnología (Palfique Lx5 y Brilliant™ NG) con y sin ser expuestas a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (Opalescence® PF 35%) y compararlas. El estudio fue experimental *in vitro* realizado en el laboratorio de materiales de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Se confeccionaron 30 discos de resina compuesta fueron divididas por grupos según marca y estas a su vez divididas en (grupo control y grupo experimental). Los especímenes fueron almacenados para luego llevar a cabo el procedimiento del agente blanqueador con Opalescence PF 35% y para el grupo control se sumergieron en saliva artificial. Se realizó el ensayo de Vickers para determinar la microdureza superficial. La microdureza superficial en promedio de los grupos controles fue para Palfique LX5 63,17 kg/mm<sup>2</sup> y para la Brilliant™ NG 53,33 kg/mm<sup>2</sup> y para los grupos experimentales fueron Palfique LX5 61,87 kg/mm<sup>2</sup> y para Brilliant™ NG 53,10, kg/mm<sup>2</sup> los datos fueron analizados con prueba T- Student para muestras independientes y herramientas estadísticas. En conclusión no existe diferencia estadísticamente significativa entre el grupo control y grupo experimental de ambas resinas compuestas, pero a la comparación entre las diferentes resinas si existe una diferencia estadísticamente significativa ( $p=0,000$ ) dando como resultado que la resina Palfique LX5 tiene mayor dureza que la Brilliant™ NG.

**PALABRAS CLAVES:** resinas compuestas; nanotecnología; dureza; agente blanqueador.

## ABSTRACT

The aim of this work was to determine in vitro the surface microhardness of two nanotechnology resins (Palfique Lx5 and Brilliant™ NG) with and without being exposed to 35% carbamide peroxide with potassium nitrate and fluoride (Opalescence ® PF 35%) and compare them. The study was experimental in vitro carried out in the materials laboratory of the Pontifical Catholic University of Peru. 30 composite resin discs were divided into groups according to brand and these are divided into (control group and experimental group). The specimens were stored to carry out the procedure of the bleaching agent with Opalescence PF 35% and for the control group they were immersed in artificial saliva. The vickers test was carried out to determine the surface microhardness. The average microhardness of the control groups was for Palfique LX5 63.17 kg / mm<sup>2</sup> and for the Brilliant™ NG 53.33 kg / mm<sup>2</sup> and for the experimental groups were Palfique LX5 61.87 kg / mm<sup>2</sup> and for Brilliant™ NG 53, 10, kg / mm<sup>2</sup> data were analyzed with Student's T-test for independent samples and statistical tools. In conclusion, there is no statistically significant difference between the control group and the experimental group of both composite resins, but the comparison between the different resins if there is a statistically significant difference (p = 0.000), resulting in the Palfique LX5 resin having a higher hardness than the Brilliant™ NG.

**KEYWORDS:** composite resins; nanotechnology; hardness; bleached agent.

## ÍNDICE

Pág.

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**RESUMEN**

**ABSTRACT**

**ÍNDICE**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE GRÁFICOS**

**ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS**

**INTRODUCCIÓN**

15

**CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

17

1.1 Descripción de la realidad problemática

17

1.2 Formulación del problema

20

1.2.1 Problema principal

20

1.2.2 Problema secundario

20

1.3 Objetivos de la investigación

21

1.3.1 Objetivo general

21

1.3.2 Objetivos específicos

21

1.4 Justificación de la investigación

22

1.4.1	Importancia de la investigación	22
1.4.2	Viabilidad de la investigación	22
1.5	Límites de la investigación	23
	<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	<b>24</b>
2.1	Antecedentes de la investigación	24
2.1.1	Antecedentes internacionales	24
2.1.2	Antecedentes nacionales	31
2.2	Bases teóricas	36
2.2.1	Resinas compuestas	35
2.2.2	Composición de las resinas compuestas	36
2.2.3	Clasificación	37
2.2.4	Propiedades de las resinas	38
2.2.5	Perfil técnico de la resina compuesta PALFIQUE LX5	42
2.2.6	Perfil técnico de la resina compuesta BRILLIANT™ NG	44
2.2.7	Ensayo de microdureza Vickers	45
2.2.8	Blanqueamiento dental	46
2.2.8.1	Tipos de blanqueamiento dental	46
2.2.8.2	Sustancias utilizadas más frecuentes para el tratamiento de blanqueamiento dental	47

2.2.8.3 Mecanismo de acción de los peróxidos para blanqueamiento dental	47
2.2.9 Perfil técnico de Opalescence ® PF 35%	48
2.3 Definición de términos	50
<b>CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>52</b>
3.1 Formulación de hipótesis principal y derivadas	52
3.1.1 Hipótesis general	52
3.1.2 Hipótesis específicas	52
3.2 Variables, definición conceptual y operacionalidad	53
<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA</b>	<b>55</b>
4.1 Diseño metodológico	55
4.2 Diseño muestral	55
4.3 Técnicas de recolección de datos	57
4.4 Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información	60
4.5 Técnicas estadísticas utilizadas en el análisis de información	60
<b>CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN</b>	<b>61</b>
5.1 Análisis descriptivo, tablas de frecuencia, gráficos, dibujos, fotos, tablas	61
5.2 Comprobación de hipótesis técnicas estadísticas empleadas	69
5.3 Discusión	71



<b>CONCLUSIONES</b>	<b>78</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>79</b>
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	<b>80</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>85</b>
<b>Anexo nº 01: Carta de Presentación</b>	<b>86</b>
<b>Anexo nº 02: Constancia del desarrollo de la investigación</b>	<b>87</b>
<b>Anexo nº 03: Ficha de recolección de datos</b>	<b>88</b>
<b>Anexo nº 04: Matriz de consistencia</b>	<b>89</b>
<b>Anexo nº 05: Ensayo de Vickers</b>	<b>90</b>
<b>Anexo nº 06: Fotografías</b>	<b>91</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

<b>Tabla Nº 1:</b> Evaluación de la microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Palfique Lx5 (Resina A) sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF).	61
<b>Tabla Nº 2:</b> Evaluación de la microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Brilliant™ NG (Resina B) sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF).	63
<b>Tabla Nº 3:</b> Evaluación de la microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Palfique Lx5 (Resina A) al ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF)	65
<b>Tabla Nº 4:</b> Evaluación la microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología B Brilliant™ NG (Resina B) al ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF).	67
<b>Tabla Nº 5:</b> Comparación de la microdureza superficial entre las resinas compuestas de nanotecnología con y sin de ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF)	69

**Tabla Nº 6:** Evaluación y comparación de la microdureza superficial de cada resinas compuestas de nanotecnología con y sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% nitrato de potasio y fluoruro (PF).

70

## ÍNDICE DE GRÁFICO

- Gráfico N° 1:** Evaluación del valor promedio de la microdureza superficial de la resina compuesta de Palfique LX5 (Resina A) sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF). 62
- Gráfico N° 2:** Evaluación del valor promedio de la microdureza superficial de la resina compuesta de Brilliant™ NG (Resina B) sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF). 64
- Gráfico N° 3:** Evaluación del valor promedio de la microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Palfique LX5 (Resina A) al ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF). 66
- Gráfico N° 4:** Evaluación del valor promedio de la microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Brilliant™ NG (Resina B) al ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF). 68

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	<b>Pág.</b>
<b>Fotografía N° 1:</b> Resinas compuestas utilizadas en el estudio Brilliant™ NG y Palfique LX5	91
<b>Fotografía N° 2:</b> Evaluación inicial de la intensidad de la luz de la lámpara LED con el radiómetro	91
<b>Fotografía N° 3:</b> Molde para la confección de los especímenes	92
<b>Fotografía N° 4:</b> Inserción de la resina compuesta con espátulas odontológicas.	92
<b>Fotografía N° 5:</b> Presión digital de la lámina de laboratorio	93
<b>Fotografía N° 6:</b> Fotopolimerización de la resina compuesta.	93
<b>Fotografía N° 7:</b> Evaluación con radiómetro de la intensidad de la lámpara dental después de la fotopolimerización de cada resinas compuesta.	94
<b>Fotografía N° 8:</b> Sistema de pulido que se utilizó para el pulido de los especímenes.	94
<b>Fotografía N° 9:</b> Agente blanqueador (OPALESCENCE® PF 35%) y especímenes	95
<b>Fotografía N° 10:</b> Salival (saliva artificial) y los vasos de precipitación con los termómetros.	95
<b>Fotografía N° 11:</b> Incubadora con los vasos precipitados y termómetros para la verificación de la temperatura.	96

<b>Fotografía N° 12:</b> Agua destilada a temperatura 37° c para sumergir los especímenes.	96
<b>Fotografía N° 13:</b> Grupos de especímenes sumergidos en agua destilada a 37° C divididos según marca comercial.	97
<b>Fotografía N° 14:</b> Microdurómetro digital ZWICK /ROELL ZHV	97
<b>Fotografía N° 15:</b> Fecha de verificación de calibración del microdurómetro digital ZWICK/ROELL ZHV	98
<b>Fotografía N° 16:</b> Ensayo de vickers pre test para evaluación de las superficies de los especímenes	98
<b>Fotografía N° 17:</b> Especímenes expuestas al agente blanqueador.	99
<b>Fotografía N° 18:</b> Ensayo de vickers post test	99
<b>Fotografía N° 19:</b> Microindentación observado con el microscopio digital en el programa ZWICK/ROELL ZHV para determinar la microdureza superficial del espécimen.	100

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen varios tratamientos odontológicos para satisfacer las necesidades que buscan cada paciente para lograr tener una sonrisa armoniosa, entre los más solicitados son el blanqueamiento dental que es considerado como un tratamiento eficaz y no invasivo que se utilizan agentes blanqueadores ya sean a base de peróxido de carbamida o de peróxido de hidrógeno o perborato de sodio , que en el mercado odontológico existen en diferentes presentaciones que han sido mejorado para ser más eficaces y rápidos aumentado los porcentajes de concentración de sus componentes y otro tratamiento son las restauraciones hechas con resina compuesta ya que con su incorporación de la nanotecnología y otros componentes , hoy nos brindan una variedad de colores que se asemejan al diente natural que lo hace uno de los tratamientos de elección a diferencia de la amalgama compuesta que se sigue utilizando pero en menor frecuencia , también nos brindan la capacidad de devolver la función y cumplir con los requisitos de devolver las propiedades físicas semejantes a los dientes y pudiendo ser utilizada en el sector anterior , posterior y en cualquier superficie.<sup>1</sup>

Sin embargo para lograr tener éxito en los tratamientos de odontología tenemos que tener en cuenta una serie de factores, que en la resina compuesta son la técnica de fotopolimerización, manipulación y la interacción de la superficie del material al medio expuesto ya que pueden afectar sus propiedades físicas , en la actualidad existen investigaciones de evaluación de la de los efectos de los agentes blanqueadores en las resinas compuestas que muchos pacientes ya presentan cuando acuden a la consulta, y una de las

propiedades de la resina que se debe tener en cuenta para lograr la longevidad del material es determinar la microdureza ya que está relacionada con la resistencia del material ya sea en el cuerpo de la misma resina o en su superficie.<sup>2</sup>

Las investigaciones de evaluación de la microdureza superficial de las resinas compuestas al ser expuestas a agentes blanqueadores debido a la variedad de productos por sus distintas concentraciones o tipos , existe una discrepancia en los resultados , ya que diferentes autores llegan a la conclusión de que encuentran cambios significativos y otros que no y de saber que es un factor importante para la comunidad odontológica y como para el paciente lo cual , me llevo a realizar estudios más profundos.<sup>3</sup>

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar y comparar in vitro la microdureza superficial de dos resinas compuestas de nanotecnología (Palfique LX5 y Brilliant <sup>TM</sup> NG) con y sin ser sometidas al procedimientos de blanqueamiento dental con el agente blanqueador peróxido de carbamida al 35% con nitrato de fluoruro y potasio (Opalescence® PF).



## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción de la realidad problemática**

Actualmente los pacientes buscan tener una mejor apariencia de su sonrisa, esto es una gran preocupación tanto para el paciente como el odontólogo, poseer una estética dental de acuerdo a los estándares de belleza, y para satisfacer esta demanda hoy existen muchos procedimientos para mejorarla, una de ellas es el blanqueamiento dental, existen varios factores que atentan contra la buena apariencia dental estas están relacionadas no solo al color de los dientes si no a la forma, tamaño, restauraciones en mal estado, gingiva carente de armonía y salud, lo que exige que antes de optar por este tratamiento antes tengamos que hacer también otros procedimientos.<sup>1</sup>

El blanqueamiento dental es un procedimiento no invasivo que ya presenta evidencias científicas suficientes de métodos de prevención para controlar sensibilidad, proteger a los tejidos y podamos llevar hacer la aplicación clínica segura. Además, con la valorización cada vez mayor de la estética por parte de la población, cada día incrementa la difusión de este tipo de tratamiento y muchas veces se lo sitúa como un paso en los planes de tratamiento rehabilitadores, y sirve como un período interesante para pensar el tratamiento programado que permite obtener mayor contacto con el paciente y analizar su realidad y sus deseos. Otro elemento favorable es la periodicidad del tratamiento, ya que cada año y medio o dos años el mismo paciente puede hacer una consulta para volver a realizar un blanqueamiento.<sup>2</sup>

El blanqueamiento dental se ha vuelto tan popular que las empresas fabricantes de productos para hacer este procedimiento, se pongan hacer nuevos sistemas más rápidos aumentando su concentración .<sup>1</sup>

Hay diversos productos para realizar este procedimiento como el peróxido de carbamida o peróxido de hidrógeno o perborato de sodio ambos en diferentes concentraciones o porcentajes.<sup>3</sup>

Sin embargo los pacientes que se realizan este tratamiento que especialmente se realizan en los dientes del sector anterior y en poca frecuencia hasta posteriores depende el tipo de sonrisa del paciente y sean de la arcada superior o inferior algunos de estos presentan restauraciones con material de resinas compuestas en sus diferentes caras sea vestibular, distal, mesial o palatino/lingual, por otro lado las resinas compuestas o composites en la actualidad han evolucionado para mejorar sus propiedades hoy las tenemos clasificadas de distintas maneras y se usan con mayor frecuencia con respecto a una restauración hecha con amalgama dental, la nuevas resinas compuestas que más resaltan son las de nanotecnología que pueden ser de nanorrelleno y nanohíbrida nos brindan un mejor acabado, pulido y mejores propiedades físicas que pueden ser usadas tanto en el sector anterior como posterior, el problema es que incluso cuando se hace el tratamiento de blanqueamiento dental con la utilización de cubetas o sin ellas el material de agente blanqueador al ser un gel y al contacto con la saliva es propenso a que se pueda dispersar y se pueda rebasar por las cubetas que se utilizan y pudiera haber contacto con los dientes que tengan restauraciones, y que este tenga un efecto en su microdureza superficial.<sup>1</sup>

Henostroza, en su libro cito a (HAYWOOD 1990), donde menciona que los agentes blanqueadores no afectan a los biomateriales dentales.<sup>1</sup>

Sin embargo en el 2015 en una revisión a la literatura (Yu H, Zhang C, Cheng S, Cheng H), concluyeron que los agentes utilizados para el blanqueamiento dental a baja concentración del peróxido de carbamida se mantenía sin cambios pero al usar concentraciones superiores a 35% o su equivalente peróxido de hidrógeno 10% a mas ya habían cambios en el material restaurador composite.<sup>4</sup>

En la actualidad existen investigaciones de evaluación de la microdureza superficial de las resinas compuestas al ser expuestas a agentes blanqueadores pero debido a la larga lista de productos que han seguido mejorando tanto para los agentes blanqueadores en sus múltiples presentaciones de diferentes concentraciones y resinas compuestas en sus diferentes tipos , existe discrepancia en los resultados ya que distintos autores llegan con resultados de que encuentran cambios significativos y otros encuentran resultados insignificantes y de saber que este es un tema importante tanto para el odontólogo como para el paciente , que muchas veces lo desconocen lo cual nos llega a realizar estudios más profundos esto me lleva a mi propósito en ver si hay cambios significativos en la microdureza superficial de los materiales de resina compuesta de nanotecnología al ser sometidas al procedimientos de blanqueamiento dental este sería un gran aporte a la comunidad científica odontológica al ser un procedimiento muy solicitado.<sup>2,4,5</sup>

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema principal**

¿Cuál será la microdureza superficial de las resinas compuestas de nanotecnología PalfiqueLX5 (resina A) y Brilliant™ NG (resina B) con y sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF)?

### **1.2.2. Problema secundario**

- ¿Cuál será la microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Palfique LX5 (resina A) sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF)?
- ¿Cuáles será microdureza superficial inicial de la resina compuesta de nanotecnología Brilliant™ NG (resina B) sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF)?
- ¿Cuál será microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Palfique LX5 (resina A) al ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF)?
- ¿Cuál será microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Brilliant™ NG (resina B) al ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF)?
- ¿En qué medida se dará la comparación de la microdureza superficial de las resinas compuestas de nanotecnología Palfique LX5 (resina A) y B Brilliant™ NG (resina B) con y sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF)?

### **1.3 Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Evaluar la microdureza superficial de las resinas compuestas de nanotecnología con y sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF).

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar la microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Palfique Lx5 (resina A) sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF).
- Determinar la microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Brilliant™ NG (resina B) sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF).
- Determinar la microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Palfique Lx5 (resina A) al ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF)
- Determinar la microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Brilliant™ NG (resina B) al ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF).
- Comparar la microdureza superficial de las resinas compuestas de nanotecnología con y sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF).

## **1.4 Justificación de la investigación**

### **1.4.1 Importancia de la investigación**

En la actualidad existen diferentes agentes blanqueadores que son utilizados en la práctica odontológica en los tratamientos de blanqueamiento dental y la importancia de este trabajo ayuda en que el odontólogo tendrá mayor conocimiento con respecto al agente blanqueador que se utilizó siendo este a base de peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF), y sus efectos en las resinas compuestas de nanotecnología PALFIQUE LX5 (resina A) y BRILLIANT™ NG (resina B) que estas son muy solicitadas en nuestro mercado, la evaluación de su microdureza superficial de estas resinas odontológicas nos dio resultados que se comparten a la comunidad científica odontológica ya que existe poca evidencia científica del uso de este agente blanqueador a esa concentración y de las resinas compuestas de nanotecnología ya mencionadas y con los resultados el odontólogo puede conocer algunas de las ventajas y desventajas de uso, esto ayudara a tener mejor criterio para lograr obtener un mayor éxito de nuestras restauraciones.

### **1.4.2 Viabilidad de la Investigación**

Para la investigación sea factible se deberá contar con:

Permiso de acceso al laboratorio donde se realizará la investigación.

Presupuesto económico, recuerdos materiales, humanos.

## **I. Recursos humanos**

- Investigador Bachiller Aparco Mena Oscar
- Asesoría Ingeniero mecánico de la PUCP

- Asesoría de Estadística UAP
- Asesoría en Metodología de la investigación.

## **II .Infraestructura**

- Instalaciones de la sección de materiales Pontifica Universidad Católica del Perú (PUCP).

## **III. Análisis de datos**

Se analizó los datos recogidos, se registró y se interpretó, para lo cual se utilizó el programa estadístico SPSS 23, además se aplicó las tablas de distribución de frecuencia, varianza y gráficos de barra, pruebas de normalidad y pruebas de comparación.

### **1.5 Limitaciones del Estudio**

Las limitaciones para el estudio in vitro es tratar de similar el medio ambiente de la cavidad oral para que se produzca los mismos efectos, sabemos que en el medio bucal se encuentra la saliva y el contacto de otros líquidos extraorales.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1 Antecedentes Internacionales

**Malkondu Ö, Yurdagüven H, Say E, Kazazoğlu E, Soyman M. (2011).** Los autores evaluaron el efecto de un sistema de blanqueo doméstico de alta concentración de peróxido de carbamida (Opalescence PF) y un sistema de blanqueo sin prescripción de peróxido de hidrógeno (Treswhite Supreme) sobre la microdureza de dos nanocompuestos (Filtek Supreme XT y Premise) Y cerámica de vidrio reforzada con leucita (Empress Esthetic), cerámica de vidrio (Empress 2 layering) y porcelana feldespática (Matchmaker MC). Se fabricaron un total de 100 especímenes, 20 de cada tipo de los materiales restauradores, 2 mm de espesor y 10 mm de diámetro. Luego los especímenes se pulieron con pasta de alúmina. Después del pulido, las muestras de porcelana fueron vidriadas de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Cada tipo de material restaurador se dividió entonces aleatoriamente en dos grupos ( $n = 10$ ), y los especímenes se trataron con Opalescence PF o Treswhite Supreme. Luego se determinó la microdureza superficial antes y después de ser expuesto a los agentes blanqueadores. Los datos se analizaron utilizando la prueba U de Mann-Whitney y la prueba de Wilcoxon. Opalescence PF influyó significativamente en la dureza de todos los materiales restauradores. ( $P = 0,005$ ), Empress Esthetic ( $p = 0,003$ ), Empress 2 capas ( $p = 0,005$ ), y Matchmaker-MC ( $p = 0,003$ ), mientras que un aumento estadísticamente significativo se observó en Filtek Supreme XT ( $p = 0,028$ ). La diferencia en los



valores de microdureza entre antes y después del blanqueamiento utilizando Treswhite Supreme fue estadísticamente significativa sólo para Premise ( $p = 0,022$ ). Se concluyó en el estudio que el blanqueo doméstico con alta concentración de peróxido de carbamida puede afectar la microdureza de los materiales restauradores.<sup>6</sup>

**Soares D, Daniel C, Hebling J, De Souza Costa C. (2013).** El objetivo de su estudio fue evaluar las alteraciones de rugosidad, microdureza, morfología superficial, del esmalte y resina compuesta después de utilizar diferentes técnicas de blanqueamiento dental. Se utilizó fragmentos dentales procedentes de incisivos de ovinos y estos fueron restaurados con resina compuesta para luego ser sometidos a diferentes protocolos de blanqueamiento: G1-aplicación de peróxido de carbamida (PC) al 10% por 8 horas durante 21 días; G2 – 3 aplicaciones de 15 minutos de peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) al 38 %; G3 –  $H_2O_2$  al 38% asociado a irradiación de 6 minutos con lámpara LED. La microdureza Knoop del esmalte y de la resina compuesta fue evaluada antes del procedimiento blanqueador y en los periodos de 1, 7 y 21 días post-blanqueamiento para el G1, y después de 1, 2 y 3 sesiones para los grupos G2 y G3. La rugosidad de la superficie fue analizada por medio de un rugosímetro y la morfología superficial por un microscopio de fuerza atómica, antes y después del tratamiento blanqueador. Los datos fueron analizados por las pruebas estadísticas de Mann-Whitney y Wilcoxon ( $\alpha=5\%$ ). Resultados: los grupos G2 y G3 resultaron en una disminución significativa de la dureza del esmalte después de 2 y 3 sesiones; y para la resina compuesta después de 21 días para el G1 y después de tres sesiones para los grupos G2 y G3 ( $p<0,05$ ).

En el grupo G1 fueron observadas alteraciones significativas en la rugosidad y en la morfología superficial del esmalte dental ( $p < 0,05$ ). Los autores llegaron a la conclusión que el gel al 10% de peróxido de carbamida causó alteraciones superficiales en el esmalte, y el gel al 38% de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> causó una disminución del mineral de este tejido dental. Con relación a la resina compuesta, todos los tratamientos de blanqueamiento disminuyeron la dureza de este material.<sup>7</sup>

**Hatanaka G, Abi-Rached F, Almeida-Junior A, Cruz C. (2013).** El objetivo de su estudio fue evaluar los efectos del gel blanqueador peróxido de carbamida al 16% sobre la resistencia a la flexión y la microdureza vickers en las resinas Filtek Z100 (híbrido), Filtek Z350 (nanorrelleno), Brilliant (nanohíbrida) y Opallis (nanohíbrida). Se confeccionaron 5 probetas (4 mm de diámetro y 2 de altura) de cada resina para la prueba de microdureza superficial y 10 (12 mm de largo x 2 mm de ancho x 1 mm de alto) para la prueba de resistencia a la flexión, Para el experimento cada grupo fue dividido en 2, G1: 16 semanas almacenadas en agua destilada, G2: 16 semanas almacenadas con agua destilada y con la aplicación del agente blanqueador durante 6 h por día durante las últimas 4 semanas. Los autores concluyeron en que la exposición del agente blanqueador con las resinas Brilliant y Opallis ( $p = 0.00$ ) influyo en su microdureza disminuyéndola y en la evaluación de la resistencia a la flexión de los materiales restauradores no se vio afectada por el agente blanqueador.<sup>8</sup>

**Yu H, Zhang C, Cheng S, Cheng H. (2015).** El objetivo de este artículo los autores hacen una revisión a la literatura donde revisan los efectos de los agentes blanqueadores en las principales categorías de materiales restauradores dentales y proporcionan recomendaciones basadas en la

evidencia a los clínicos e investigadores. Ellos concluyeron que con respecto a los materiales de composites nanohíbridos su microdureza superficial al ser sometidos a peróxido de carbamida al 10 y 15 % se mantuvo sin cambios. La literatura actual revela que el blanqueo podría tener un efecto perjudicial sobre los materiales restauradores. Sin embargo, debido a la variabilidad en el diseño experimental, existe una falta de consenso acerca de los efectos del blanqueo sobre los materiales restauradores.<sup>4</sup>

**Sever E, Simenc N, Rakic M, Skenderovic H, Sever I, Tarle Z. (2016).** Los autores evaluaron los efectos del agente blanqueador sobre la microdureza, el color y la transmisión luminosa de diferentes materiales restauradores. Los especímenes (n = 20) de Tetric EvoCeram (TEC), Tetric EvoCeram Bulk Fill (TECBF) y EquiaFill (EQUIA) fueron tratados con 40% de peróxido de hidrógeno Opalescence Boost y agua destilada durante 45 min. Los especímenes se tiñeron en solución de té y se almacenaron en disolventes desionizados en agua durante una y dos semanas. El color, la microdureza y la transmisión de luz se controlaron en la línea de base, después del blanqueo y Después de la inmersión o almacenamiento del té en agua desionizada. Después del blanqueo existe una reducción significativa en la microdureza superficial ( $p < 0,001$ ) para todos los materiales. Se observó un cambio de color clínicamente visible ( $\Delta E > 3$ ) después del blanqueo y después del tratamiento en el té Solución, pero sólo en muestras EQUIA. El coeficiente de absorción fue el mayor para las muestras teñidas en solución de té. Los autores concluyen que el procedimiento de blanqueamiento dental con este producto puede afectar la microdureza y el color de las restauraciones.<sup>9</sup>

**Baskar S, Jayakumar M, Kumar S. (2016).** Los autores evaluaron el efecto del peróxido de carbamida de diferentes porcentajes 10, 20 ,35 % en la dureza de un material compuesto de resina nanohíbrida. Se confeccionaron 40 especímenes de resina compuestas nanohíbrida (Z250, 3M ESPE) estos se prepararon utilizando moldes con dimensiones de 4 mm de diámetro y 2 mm de espesor, se curaron con una unidad de LED polimerización (LEDition de la empresa Ivoclar Vivadent). Las muestras se pulieron según el protocolo de 3M con sus discos (Sof-lex de la empresa 3M ESPE) y luego fueron almacenadas en agua destilada a 37 ° C en una incubadora durante 24 horas. Las muestras se dividieron en 4 grupos de 10 muestras cada uno. Un grupo fue seleccionado como el grupo de control (no tratadas con los agentes de blanqueo) y se almacenó en saliva artificial durante 7 días a 37° C. Los otros tres grupos fueron tratados geles de peróxido de carbamida a diferentes porcentajes (Opalesence PF 10%, Opalesence PF 20% y Opalesence PF 35%, Ultradent) según las instrucciones del fabricante durante un período de 7 días. Las muestras se sometieron a Durómetro Shore durante 15 segundos y se comprueban para la dureza. Los resultados se analizaron usando hoc ANOVA y Post Bonferroni. En los resultados que obtuvieron fueron que no hubo diferencia significativa en la dureza de los especímenes que pertenecen al Grupo A, Grupo B o Grupo C cuando se compara con el grupo control. Los autores concluyeron que los resultados de este estudio de dureza que la resina compuesta nanohíbrida no se vio afectada por los geles de blanqueo de peróxido de carbamida a diferentes porcentajes cuando se usa según las instrucciones del fabricante. Las restauraciones realizadas utilizando resinas

compuestas nanohíbrida pueden ser retenidos después de los procedimientos de blanqueo.<sup>10</sup>

**Srinivasan K, Chitra S. (2017).** Evaluaron los efectos del agente blanqueador peróxido de carbamida en concentraciones de 10% 21% en la microdureza de resinas compuestas de nanotecnología: nanorrelleno y nanohíbrida. Se prepararon 60 gránulos con ambos tipos de materiales compuestos de 30 cada uno utilizando moldes de latón de 4mm de diámetro y 2 mm de altura. Para la evaluación de microdureza, las muestras de ambos fueron subdivididos en grupo de control (almacenado en saliva artificial), los grupos experimentales blanqueadas con peróxido de carbamida al 10% y las blanqueada con peróxido de carbamida 21% durante 8 horas de exposición durante 2 semanas de tratamiento de blanqueo, se registró con la prueba de vickers la microdureza. En los resultados se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) para múltiples comparaciones de grupos, seguido del método Tukey. El agente blanqueador a base de peróxido de carbamida en concentraciones del 10% y 21% provocó una reducción en la microdureza de materiales de restauración de composite. Los autores concluyeron que sobre la base de los presentes hallazgos, se puede afirmar que hubo una reducción significativa en la microdureza de los materiales de restauración observados después de la exposición a los agentes de peróxido de carbamida bajo un régimen de blanqueo clínicamente simulado.<sup>11</sup>

**Bicer C, Oz F, Attar N. (2017).** Los autores evaluaron los efectos de peróxido de hidrógeno al 15% (Illuminé Office) y peróxido de carbamida 16% (VivaStyle) en la rugosidad de la superficie y la dureza de los nano-materiales de

restauración. Se confeccionaron 30 muestras de cada material fueron fabricados utilizando Clearfil Majestad Estética (resina compuesta de nanotecnología) (Grupo 1), Tetric EvoFlow (resina de nanotecnología fluida) (Group2) y Ketac N100 (nano-ionomero) (Group3). Cada grupo se divide en 3 subgrupos y se trató como sigue: Grupo 1a, 2a, 3a se trató con Oficina Illuminé, Group1b, 2b, 3b se trató con VivaStyle, Group 1c, 2c, 3c se almacenó en agua destilada a 37 ° C durante dos semanas (control). Se realizaron pruebas de rugosidad superficial y de microdureza. Los resultados fueron que no hubo diferencias significativas en cuanto a rugosidad y microdureza entre los grupos Clearfil Majestad estético (resina de nanotecnología) y Tetric EvoFlow, por separado ( $P > 0,05$ ). Illuminé Oficina aumentó la rugosidad y la disminución de la microdureza de Ketac N100 ( $P < 0,05$ ). Los autores concluyeron que el tratamiento de blanqueamiento puede afectar a la microdureza y la rugosidad de los nano-materiales de restauración y esto va depender del sistema de materiales y del agente blanqueador.<sup>12</sup>

**Yikilgan İ, Kamak H, Akgul S, Ozcan S, Bala O. (2017).** Evaluaron los efectos de diferentes métodos de pulido y agentes blanqueadores sobre la dureza superficial y la rugosidad de la resina compuesta nanohíbrida. Se confeccionaron 120 muestras en forma de disco de la resina compuesta nanohíbrida (Charisma Diamond). Se utilizaron 60 muestras para medir la microdureza y las otras se utilizaron para la evaluación de la rugosidad de la superficie. Las muestras se dividieron aleatoriamente en dos subgrupos ( $n = 30$  cada uno). En el primer grupo se aplicó un agente de pulido líquido de baja viscosidad (Biscover LV). En el segundo grupo, no se aplicó nada. Todas las

muestras se almacenaron en agua destilada a 37°C durante 24 h. Después de que las mediciones iniciales se completaron, las muestras se dividieron aleatoriamente en tres subgrupos para aplicación de blanqueo. Peróxido de carbamida al 10% (Opalescence PF), peróxido de carbamida al 45% (Opalescence PF Quick), peróxido de hidrógeno al 38% (Opalescence Boost). Luego se repitieron las medidas de microdureza y rugosidad superficial de las muestras y se registraron los datos como valores finales para cada muestra. Los resultados fueron que después de la comparación de las técnicas de pulido, no se observó diferencia significativa en la dureza superficial y la rugosidad. Cuando se compararon los agentes de blanqueo, los grupos de agentes blanqueadores con peróxido de carbamida al 10% y peróxido de hidrógeno al 38% mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los valores de dureza antes y después del procedimiento ( $p < 0,05$ ). Se concluyó que el agente blanqueador tipo oficina que contenía CP (peróxido de carbamida) era más seguro para las resinas compuestas que otros agentes blanqueadores. No se observó ningún efecto negativo de los materiales de esmalte sobre la protección de la rugosidad superficial y la dureza de la resina compuesta.<sup>13</sup>

### **2.1.2 Antecedentes Nacionales**

**Revilla M. (2011).** El objetivo de su estudio fue comparar la microdureza superficial in vitro de las resinas de nanorelleno y nanohíbridas luego de ser sometidas a la acción de dos bebidas carbonatadas. Para la muestra se elaboraron 30 bloques cilíndricos de resinas que se dividieron en 15 de resinas de nanorelleno y 15 resinas nanohíbridas de 7mm de diámetro por 2mm de

altura. Los bloques seleccionados al grupo de estudio fueron sumergidos en bebida carbonatada por un periodo un tiempo de 10 minutos a temperatura ambiente, los bloques del grupo control se colocaron en suero fisiológico. Después se procedió a ese que los bloques fueron enjuagados y secados, para luego colocarlos en almacenamiento en suero fisiológico. El experimento se realizó una vez al día, durante 7 días, en un intervalo de 24 horas. Se realizó la medición de la microdureza superficial al comenzar y final de todas las muestras para analizar si hubo variación. Para determinar si la variación puede ser significativa el autor utilizó la prueba T – STUDENT y, se usó la prueba comparativa de ANOVA para determinar si hay diferencias estadísticas significativas de las resinas. El autor concluyó que la microdureza superficial de las resina de nanorelleno y nanohíbrida si disminuye significativamente luego de ser expuestas a las bebidas carbonatadas, estadísticamente la resina de nanorrelleno tuvo mayor microdureza antes y después del procedimiento en comparación a la resina nanohíbrida.<sup>14</sup>

**Carpio R. (2014).** El objetivo de su estudio fue comparar la microdureza superficial de una resina nanohíbrida según el tipo de lámpara o fuente de luz. Utilizando para el estudio dos sistemas de fotocurado de vigencia en el mercado nacional. Se utilizaron la lámpara halógena XL3000 (3M ESPE) de procedencia Americana y la lámpara LED ALTLUX (ALTBrasil) de procedencia Brasileña. Se utilizó la resina nanohíbrida FILTEK Z350XT (3M ESPE) en el color A3. Se crearon 2 grupos de resinas de 15 cada para cada fuente de luz de 4mm x 6mm de forma cilíndrica con ayuda de un molde de acero inoxidable. El tiempo de exposición empleado de fotocurado fue de 40s a 1mm para cada



grupo experimental. Las muestras se almacenaron durante 24 horas en un recipiente seco y oscuro después de la polimerización. Las muestras se evaluaron utilizando la prueba de microdureza Vickers con un microdurómetro ZHV30 (ZwickRoell, Alemania), en la parte superficial de cada muestra. Los datos fueron analizados a través de la prueba T de Student. Los autores concluyeron que al comparar la microdureza obtenida se determinó que existen diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,015$ ) entre ellas, observando que la microdureza obtenida es mayor cuando la resina es polimerizada mediante el equipo de luz LED ALTLUX.<sup>15</sup>

**Suarez R, Lozano F. (2014).** El objetivo de estudio fue comparar el efecto del pulido inmediato y después de 24 horas en la dureza superficial de resinas de nanotecnología. Se confeccionaron 32 cilindros según la norma ISO 4049 y colocamos resinas divididos en 2 grupos de 16 resinas nanohíbrida y 16 resinas de nanorrelleno. La mitad de cada grupo fue pulida al momento y la otra mitad a 24 horas de su polimerización. La microdureza Vickers se determinó con una carga de 500 gramos durante 10 segundos. Los datos fueron analizados con la prueba T-Student. Los resultados fueron que el pulido después de 24 horas obtuvo superficies con mayor dureza superficial respecto al pulido inmediato siendo estadísticamente significativo ( $P= 0,0001$ ). La resina nanohíbrida presentó mayor dureza superficial que nanorrelleno para el pulido inmediato y el pulido a las 24 horas siendo en ambos casos estadísticamente significativo. Los autores llegaron a la conclusión que el pulido después de 24 horas de su polimerización presentó valores con mayor dureza superficial para la resina nanohíbrida y de nanorelleno.<sup>16</sup>

**Sanchez G. (2014)** El objetivo su estudio fue comparar la microdureza in vitro de las resinas de nanotecnología luego de ser sometidas a dos diferentes sistemas de polimerización. Se confecciono bloques cilíndricos de 7mm de diámetro por 2 mm de altura, 10 fueron elaborados con resina de nanorrelleno y 10 con la resina nanohíbrida. Los bloques realizados fueron sometidos a los diferentes sistemas de polimerización uno con lámpara halógena y otro con lámpara led, el de lámpara led vario en 20 y en lámpara halógena 40 segundos. Se realizó la prueba de microdureza a los 20 segundos y a los 40 segundos para ver si hubo alguna variación. Para evaluar la variación y determinar si hubo diferencias estadísticas significativas se utilizó la prueba T-STUDENT .El autor concluyó que la microdureza superficial de las resinas de nanotecnología es superior cuando son sometidas al sistema de polimerización con lámpara LED, la resina de nanorrelleno presento mayor microdureza en comparación a la resina nanohibrida.<sup>16</sup>

**Málaga J. (2015)** El autor hizo esta evaluación en el 2006 y fue publicada en la revista de la Universidad San Martín de Porres en el 2015 en la que determino el comportamiento in vitro de la dureza de dos resinas compuestas antes y después de ser expuestas a peróxido de carbamida al 15 % con carbopol. se confeccionaron cuatro grupos de 45 cada uno, 90 grupo control y 90 expuestas al agente blanqueador, realizando una evaluación pre-test, para posteriormente hacer una sola aplicación, para verificar la dureza se hizo una evaluación post-test para cada grupo y todas las comparaciones posibles. Se utilizaron resinas compuestas Duo Shade y Z250 expuestas al peróxido de carbamida (agente blanqueador) y las evaluó mediante la prueba de Vickers. En la comparación

de los grupos experimentales de ambas resinas compuestas, se realizó las pruebas de normalidad, y en la prueba no paramétrica (U de Mann Whitney) una variación en la probabilidad, siendo  $p=0,000 < 0,05$ , lo que determina que existen diferencia significativa entre las muestras el autor concluye que la resina compuesta Z250 presenta mayor propiedad de dureza frente a la resina compuesta Synergy DuoShade.<sup>18</sup>

**López C. (2015).** Compara la microdureza superficial de dos resinas nanohíbridas, aplicadas en bloque – in vitro. Para la muestra se elaboró bloques cilíndricos de 8mm de diámetro por 4 mm de altura, 10 fueron elaborados con resina nanohíbridas Sonic FillTM (resina A) y 10 con la resina Tetric Evoceram® BulkFill (resina B), siendo polimerizadas por LED a 20 segundos para luego ser almacenadas en suero fisiológico a 37°C durante 24h. Se realizó la medición de la microdureza de todas las muestras con un microdurómetro aplicando una carga de 500gr por 10 segundos para finalmente ser observados en un microscopio a 20x. En cada muestra se realizaron cinco indentaciones sacando un promedio para el resultado final de cada muestra. Los datos fueron sometidos a la prueba T-Student con un nivel de confianza de 95%. Los resultados fueron que el grupo de resina compuesta nanohíbrida A presentó un promedio de microdureza superficial de 72,78 mientras que el grupo de la resina nanohíbrida B presentó un promedio de microdureza de 51,54. Los datos mostraron un  $p=0,000$  siendo estadísticamente significativa entre las resinas evaluadas. Se concluyó que la resina compuesta nanohíbrida A fue la que presentó mayor valor de microdureza respecto a la resina B.<sup>19</sup>

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Resinas Compuestas**

Se les denomina resinas compuestas por tener en su composición más de tres componentes químicamente diferentes y actualmente es uno de los materiales odontológicos más utilizados que han ido evolucionándose constantemente desde que el Dr. Ray Bowen en 1962 desarrolló este material con características superiores a los anteriores, llevándonos a una nueva era en la odontología.

Las resinas compuestas tienen diferentes procesos para adquirir diferentes colores, opacidad y translucidez, para así semejar los colores de los dientes naturales, haciendo un material de alta estética. Inicialmente, solo estaban indicadas para el sector posterior. En la actualidad gracias a los avances de los materiales, también se puede utilizar en los dos sectores. Igualmente, el mejoramiento de la adhesión entre la resina compuesta y la estructura dental es más confiable, disminuyendo problemas de filtración marginal y así la aparición de la caries recidivante o secundaria.<sup>1</sup>

### **2.2.2 Composición de las resinas compuestas**

Los componentes de las resinas compuestas son:

- Matriz: Material resina plástica que forma una fase continua.
- Relleno: Partículas / fibras de refuerzo que forman la fase dispersa.
- Agente de conexión o acoplamiento, permite y favorece la unión del relleno con la matriz (Silano)
- Sistema activador – iniciadores de la polimerización
- Pigmentos que permiten simular los colores de los dientes naturales.

- Inhibidores de la polimerización, los cuales prolongan la vida de almacenamiento y generan mayor tiempo de trabajo.<sup>5</sup>

### 2.2.3 Clasificación

#### A) Según el tamaño de las partículas inorgánicas

- **Macropartículas:** Partículas con tamaño entre 15 y 100 micrómetros. Se denominan también convencionales.
- **Micropartículas:** Partículas de sílice coloidal con tamaño medio de 0.04 micrómetros
- **Híbridas:** compuestas por macropartículas y micropartículas con tamaño medio entre 1 y 5 micrómetros.
- **Microhíbridas o nanohíbridas:** presentan una combinación entre micropartículas (0.04 micrómetros) y partículas de mayor tamaño (máximo 2 micrómetros), y el tamaño medio de las partículas esta entre 0.6 y 0.8 micrómetros.
- **Nanoparticuladas:** Compuestas por partículas de carga entre 20 y 75 nanometros.<sup>3</sup>

#### B) Según su método de activación

- **Químicamente activadas:** son resinas compuestas que vienen en presentación de una pasta y otra catalizadora. El material solo se polimeriza tras la mezcla de ambas
- **Fotoactivadas:** Son resinas compuestas con fotoiniciadores y solo se polimerizan en presencia de luz
- **Duales:** resinas compuestas con ambos sistemas de activación, químico físico.<sup>3</sup>

### **C) Según su viscosidad**

- **Baja viscosidad (flow):** son las resinas compuestas fluidas.
- **Media viscosidad:** son las resinas compuestas convencionales, microhíbridas y microparticuladas aplicadas en las cavidades con espátulas apropiadas.
- **Alta Viscosidad:** Son las resinas condensables. Tienen como principal característica la alta firmeza que facilita obtener su uso.<sup>3</sup>

### **2.2.4 Propiedades de las Resinas Compuestas**

#### **A. Sorción Acuosa y solubilidad**

La sorción de agua es un proceso de difusión que todos los materiales que están en la cavidad oral van a tener estos procesos en mayor o menor grado el cual pueden afectar en la compatibilidad y cambios de color, el responsable de esto es la matriz orgánica que es uno de los componentes de las resinas compuestas y es la que absorbe el agua.<sup>21</sup>

#### **B. Textura Superficial**

Es la uniformidad de la superficie del material de restauración, y está relacionada con la lisura de la superficie que la otorga el tipo, tamaño y cantidad de las partículas de relleno y también con las diferentes técnicas de acabado y pulido, esta última eliminan la capa inhibida y las rugosidades de la superficie, las resinas compuestas de nanotecnología proporcionan un alto brillo superficial y una textura superficial óptima para no favorecer la retención de residuos.<sup>20</sup>

### **C. Coeficiente de Expansión Térmica**

Se define como la velocidad de cambio dimensional por unidad de cambio de temperatura. En cuanto más este cerca el coeficiente de expansión térmica del material al de los tejidos dentarios, esto generara menos probabilidades de formación de brechas marginales entre el diente y la restauración, al cambiar la temperatura. Un bajo coeficiente de expansión térmica se asocia a una mejor adaptación marginal .Las resinas compuestas tienen un coeficiente de expansión térmica unas hasta 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>4</sup>

### **D. Resistencia a la Fractura**

Es la capacidad que puede soportar un cuerpo a las tensiones provocadas por una fuerza que puedan provocar una fractura (resistencia máxima). Hay varios tipos de resinas compuestas que tienen diferentes resistencias a la fractura y esto va depender de la cantidad de relleno, y si contienen una alta viscosidad tienen también una alta resistencia a la fractura debido a que se distribuye mejor las fuerzas producidas por la masticación.<sup>5</sup>

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

Las resistencias a la tracción y compresión están relacionadas 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. La fuerza a la tracción puede ocurrir poco y solo cuando hay flexiones en las estructuras.<sup>5,23</sup>

## **F. Radiopacidad**

Las resinas compuestas tienen en su composición elementos que ayudaran a aumentar la radiopacidad en la radiografía dental para ser reconocidos y brindar información de diferenciación sobre el sellado del material con la estructura dental y evitar filtraciones, entre los elementos identificados tenemos: bario, zinc, lantano, itrio, estroncio, circonio.<sup>24</sup>

## **G. Módulo de elasticidad**

El módulo de elasticidad nos indicara la rigidez de un material. Un material con un módulo de elasticidad mayor será más rígido; en cambio un material con menor módulo de elasticidad es más flexible. Esta propiedad en las resinas compuestas se relaciona con su tamaño y porcentaje de las partículas de relleno: A mayor tamaño y porcentaje de las partículas de relleno, mayor módulo elástico.<sup>5</sup>

## **H. Estabilidad del color**

Las resinas compuestas con el tiempo sufren variaciones de color debido a manchas superficiales y decoloración interna. Las manchas más superficiales están más relacionadas con la ingesta de alimentos, consumo de cigarrillo y fármacos como tetraciclinas. La decoloración interna ocurre como resultado de un proceso de foto-oxidación de algunos de los componentes de las resinas como las aminas terciarias. En la actualidad se ha demostrado que las resinas fotopolimerizables son mucho más estables al cambio de color que aquellas químicamente activadas.<sup>5</sup>



## **I. Contracción de Polimerización**

Es el mayor inconveniente de las resinas compuestas. Las moléculas que se encuentran en la matriz de la resina compuesta (se le denomina monómero) no se encuentran unidas y están separadas antes de polimerizar (acción de sus componentes que pueden ser por química o luz) por una distancia aproximadamente de 4nm (llamada distancia de unión secundaria), Al proceso de polimerización esta establece uniones covalentes entre sí, y la distancia se reduce aproximadamente a 1.5nm (distancia de unión covalente). Ese reordenamiento espacial o acercamiento de los monómeros (polímeros) provoca una reducción volumétrica del material que pueden generar espacios.<sup>5</sup>

25

## **J. Resistencia al desgaste**

Se le denomina así a la capacidad de las resinas compuestas de oponer a la pérdida superficial, como consecuencia del contacto frecuente con la estructura dental, alimentos o cepillado frecuente y puede tener consecuencias para su duración de las resinas compuestas. Esta propiedad depende del tamaño, la forma y el contenido de las partículas de relleno así como de la localización de la restauración en la arcada dental y su relación de contactos oclusales.<sup>5</sup>

## **K. Dureza superficial**

Se define como la resistencia a la penetración, al desgaste o al rayado. por ejemplo, con un clavo no se puede perforar un bloque de metal, pero si uno de madera. Igualmente, penetrar en un diente a través del esmalte será muy difícil con un instrumento rotatorio de acero, pero si se conseguirá en pocos

segundos si se emplea un instrumento rotatorio de diamante. Estos dos ejemplos nos muestran que para penetrar o desgastar un determinado material se debe usar otro material que posea una mayor dureza.<sup>25 26</sup>

### **2.2.5 Perfil Técnico de la resina compuesta PALFIQUE LX5**

PALFIQUE LX5 es una resina compuesta, fotopolimerizable y radioopaca, para utilización en las restauraciones dentales anteriores y posteriores, indicada para cualquier tipo de cavidad. Contiene un 82% de su peso (71% de su volumen) de relleno de sílice-dióxido de zirconio y de composite. La alta carga de relleno brinda una menor contracción de polimerización. Todo el material de relleno inorgánico contenido en este composite corresponde a partículas esféricas de tamaño inferior a una micra (tamaño medio de una partícula: 0,2  $\mu\text{m}$ ; escala de tamaño de partículas: de 0,1 a 0,3  $\mu\text{m}$ ), diseñadas para obtener un pulido excelente de alto brillo y resistencia al desgaste. La matriz de monómeros tiene Bis-GMA y trietilenglicoldimetacrilato.

PALFIQUE LX5 tiene la tecnología de iniciador de fotopolimerización radical amplificada (tecnología RAP, Radical-Amplified Photopolymerization). El tiempo de curado puede ser reducido a un tercio, usando una lámpara de fotopolimerización con una longitud de onda de un espectro entre 400 a 500 nm (con picos a 470 nm), comparada con las demás resinas compuestas convencionales. Su almacenamiento se recomienda que este entre los rangos de temperatura 0- 25°C, se tiene que evitar la exposición directa a la luz y el calor, y para la fotopolimerización se tendrá en cuenta mantener el foco de la lámpara de polimerización a una distancia aproximadamente de menor o igual

de 2 mm del incremento y siguiendo los parámetros de las siguientes indicaciones de relleno y de curado según el fabricante que fueron guiados por las normas ISO 4049-2000.<sup>27 28</sup>

**Cuadro de instrucción manual TOKUYAMA DENTAL corporation.<sup>27</sup>**

Tipo de luz	Intensidad (mW/cm2)	Tiempo de curado (segundos)	Profundidad de incremento (mm) <sup>2</sup>	
			A1,A2,A3,A3.5, B1,B2,B3,C1,C2, OA1,OA2, CE(Inc.),BW, WE	A4,A5,B4,C3. OA3,OPA2
Halógena	400	10	1,9	1,6
		20	2,2	1,9
	600	10	2,0	1,7
		20	2,5	2,0
	800	5	1,8	1,6
		10	2,2	1,9
LED	260	10	1,7	1,4
		20	2,0	1,7
	900	5	1,7	1,5
		10	2,0	1,8
Arco plasma	950	3	1,9	1,5

### **2.2.6 Perfil técnico de la resina compuesta BRILLIANT™NG**

BRILLIANT™NG es un resina compuesta fotopolimerizable nanohíbrida, de alto relleno, es fácil manipulación, radiopaco, para todo tipo de restauraciones. El sistema de color ajustado de forma óptima de esta resina compuesta proporciona dos colores Vita en una jeringa y puede ser utilizada en el sector anterior como el posterior, se polimeriza con una lámpara halógena o LED. Esta resina está compuesta de sílice amorfo, metacrilatos, vidrio dental. El tamaño medio de sus partículas de relleno es de 0,6 µm, su distribución de las partículas de relleno: 0,01–2,5 µm, su contenido de relleno por volumen: 65 %, contenido de relleno por peso: 80 % y una dureza de vickers de 76 kg/mm<sup>2</sup>.

BRILLIANT™NG se debe almacenar a 4–23 °C, no debe ser expuesto mucho tiempo a la luz operativa o luz solar ya que es fotosensible. Se recomienda que el material debe protegerse cubriéndose de la luz con una cubierta opaca (no de color azul), respecto a la polimerización se puede usar lámpara halógena como lámpara LED y solo ser fotopolimerizada capa por capa cada 2mm de grosor.<sup>29</sup>

**Cuadro de instrucción de tiempo de fotopolimerización manual de la  
resina compuesta Brilliant™ NG Coltene.<sup>29</sup>**

	< 800 mW/cm <sup>2</sup>	> 800 mW/cm <sup>2</sup>
BRILLIANT NG Dentin A1/B1, A2/B2, A3/D3	30	20
BRILLIANT NG Dentin A3.5/B3, C2/C3, A4/C4	40	20
BRILLIANT NG Enamel A1/B1, A2/B2, A3/D3	30	20
BRILLIANT NG Enamel A3.5/B3, C2/C3, A4/C4	40	20
BRILLIANT NG Enamel- Dentin Bleach	30	20
BRILLIANT NG Transparent	20	20

### **2.2.7 Ensayo de microdureza vickers**

Para los ensayos de microdureza existen dos métodos la técnica de Knoop y Vickers debido a la carga y el tamaño del indentador, ambas son convenientes para la medida de dureza de pequeñas muestras seleccionadas y poder realizarlo en sus superficies.

Vickers es uno de los métodos para medir la dureza de metales y no metálicos por medio de un penetrador de diamante pequeño de forma de pirámide. Las cargas que se aplican están en los rangos de 1 a 1000 g-f en la superficie. La huella o marca se observa en el microscopio y se mide. Para ello es necesario

que la superficie de la muestra esté preparada para poder ver la huella y medir con exactitud mediante una fórmula. La dureza de vickers se designa HV este es uno de los métodos más precisos y mayor usado en materiales de odontología. (VER ANEXO N°05) <sup>30</sup>

## **2.2.8 Blanqueamiento dental**

El blanqueamiento dental es parte de la planificación estética de la sonrisa, y catalogada como un tratamiento individual no invasivo que puede ser previo a otros tratamientos restauradores directos o indirectos.<sup>2, 11</sup>

### **2.2.8.1 Tipos de blanqueamiento dental**

**Existen tipos técnicas de blanqueamiento:**

**A. Blanqueamiento ambulatorio o casero** - se confecciona una cubeta de acetato, en la cual se colocara algún agente blanqueador .Dicha cubeta será usada por el paciente, durante varios días según el protocolo a seguir de los distintos productos.<sup>1, 2,3</sup>

**B. Blanqueamiento en el consultorio-** se utiliza peróxidos de alta concentración .Se pueden usar peróxidos aplicados sobre los dientes activado solos o con una luz, para facilitar su degradación química.<sup>2</sup>

**C. Técnica mixta-** Se utiliza el blanqueamiento en el consultorio con peróxidos de alta concentración más activación de luz o sin ella, durante dos sesiones y luego, se le prolonga al paciente las cubetas para que las use durante tres o cuatro noches en casa, con peróxidos de baja concentración.<sup>1</sup>

**D. Método de blanqueamiento de productos de venta libre (over-the-counter)** se trata de productos como pastas dentales, enjuagues bucales, goma de mascar, pinceles y tiras blanqueadoras que normalmente presentan agentes blanqueadores en concentraciones bajas (peróxido de hidrógeno al 3 - 6 %).<sup>2</sup>

#### **2.2.8.2 Sustancias utilizadas más frecuentes para el tratamiento de blanqueamiento dental**

- **Peróxido de carbamida:** varía su concentración desde 10% a 35%
- **Peróxido de hidrógeno:** varía su concentración desde 4% a 38%
- **Perborato de sodio:** indicada básicamente en blanqueamiento de dientes con tratamiento de endodoncia.<sup>3</sup>

#### **2.2.8.3 Mecanismo de acción de los peróxidos para blanqueamiento dental**

El peróxido de hidrógeno al contacto con la saliva y la estructura dentaria actúan como un fuerte agente oxidante y pueden formar radicales libres, moléculas de oxígeno reactivas y/o aniones de peróxido de hidrógeno, según las características del ambiente de la reacción. Las moléculas de oxígeno reactivas al tener un peso molecular bajo pueden penetrar el esmalte y la dentina para alcanzar a los cromóforos que son pigmentos oscuros, que son moléculas constituidas por cadenas orgánicas largas, con muchas uniones no saturadas, anillos aromáticos, alto índice de reflexión de luz, que permiten que se absorba la luz emitida sobre la estructura dentaria y le asigna un color más oscuro.

Los radicales libres formados por el peróxido son capaces de romper las cadenas largas de los cromóforos, reduciendo el tamaño de los cromóforos que serán liberados desde el interior de la estructura dentaria por difusión. Con la reducción de las cadenas moleculares largas en el interior del diente, aumenta el índice de reflexión de la luz emitida sobre este, que pasa a tener una característica oscura a una más clara.

El mecanismo de acción del peróxido de carbamida al contacto con el agua se descompone en urea y peróxido de hidrógeno, mientras que el peróxido de hidrógeno forma moléculas reactivas según lo explicado en su mecanismo de acción anteriormente, la urea se disocia en dióxido de carbono y amoníaco .el amoníaco por ser básico posee la capacidad de aumentar el pH del medio y facilitar el proceso del blanqueamiento. Una de las características en su en la clínica es la reacción lenta de formación de radicales libres haciendo la acción del blanqueamiento más lenta.<sup>2</sup>

### **2.2.9 Perfil técnico de Opalescence ® PF 35%**

Opalescence ® PF es un gel de peróxido de carbamida 10, 15, 20 y 35% con un PH de 6.5 ,utilizado como agente blanqueador usado para el tratamiento de blanqueamiento dental en casa que es controlado y supervisado por el odontólogo, vienen en presentación de jeringa de dosis unitarias, el gel es de color claro , viscoso, pegajoso y saborizado.

Opalescence ® 35 % PF también contiene en su composición nitrato de potasio y 0.11% peso a peso de iones de fluoruro (1100ppm) también contiene 20% de agua para reducir la deshidratación del diente, lo que también minimizara la



recidiva de tonalidad del diente. El nitrato de potasio ayuda en la reducción de la sensibilidad y el fluoruro ayuda a reducir la caries y fortalecer el esmalte dentario.

#### • **Indicaciones y usos**

Opalescence es efectivo para remover decoloraciones presentes desde la erupción del diente y/o manchas de la edad. Normalmente se obtiene éxito en dientes no vitales para blanqueamiento intracoronal. Opalescence proporciona una forma más conservadora de tratar dientes oscuros y decolorados (si se compara con coronas, carillas estéticas, etc.). Esto incluye decoloraciones causadas por factores congénitos, sistémicos, metabólicos, farmacológicos, traumáticos o iatrogénicos como fluorosis dental, tetraciclina y manchas por minociclina en adultos, trauma, eritroblastosis fetal, ictericia y porfiria. El peróxido es un agente oxidante fuerte. El blanqueamiento ocurre porque el peróxido penetra en el esmalte y en la dentina, oxidando las manchas que atacan el diente.

El blanqueamiento se lleva a cabo primero y más rápidamente en el esmalte. Por ejemplo, la mayoría de las manchas desfigurantes de tetraciclina están en la dentina; por lo tanto, su oxidación (blanqueamiento) lleva más tiempo.

Como los materiales restauradores no blanquearán, recomendamos blanquear los dientes oscurecidos antes de colocar restauraciones para poder combinarlas con los nuevos tonos más claros (espere 2 semanas después del blanqueamiento para colocar restauraciones). Se recomienda que a esta

concentración del 35% según las instrucciones por el fabricante que se debe utilizar solo 30 minutos al día y pueden aplicarse de 5 a 10 veces.<sup>31</sup>

### 2.3 Definición de términos básicos

- **Resina compuesta:** material odontológico usado en restauraciones dentales.<sup>5</sup>
- **Blanqueamiento dental:** procedimiento químico odontológico en piezas vitales o no vitales.<sup>1</sup>
- **Peróxido de carbamida:** sustancia química utilizada para blanqueamiento.<sup>2</sup>
- **Peróxido de hidrógeno:** sustancia química de acción rápida utilizada en odontología para el procedimiento de blanqueamiento.<sup>2</sup>
- **Perborato de sodio:** sustancia química utilizada y combinada con peróxidos en odontología para el procedimiento de blanqueamiento dental interno.<sup>2</sup>
- **Nanotecnología:** estudio, creación, manipulación controlada a una escala nanométrica.<sup>10</sup>
- **Resistencia:** Aunque el término resistencia emplea en forma amplia que es casi difícil relacionarla con un fenómeno en particular, puede definirse como la oposición que presenta el material a ser modificado por un agente mecánico (carga), físico (electricidad y temperatura) químico (oxidación).<sup>23</sup>
- **Fractura:** acción o efecto de fracturar, que queda reducido a fragmentos.<sup>23</sup>
- **Radiopacidad:** es la capacidad que posee un determinado material de no permitir que no pueda atravesar los rayos x y se identifica de un color blanco.<sup>23</sup>
- **Elasticidad:** se le define como la propiedad un cuerpo sólido en recobrar su forma y extensión, después de la acción de una fuerza.<sup>24</sup>

- **Compresión:** Presión a que está sometido un cuerpo por la acción de unas fuerzas opuestas que tienden a disminuir su volumen.<sup>23</sup>
- **Tracción:** Esfuerzo a que está sometido un cuerpo por la acción de dos fuerzas opuestas que tienden a alargarlo.<sup>23</sup>
- **Dureza:** Resistencia de un material a la deformación plástica que normalmente se calcula bajo una fuerza de indentación.<sup>23</sup>
- **Módulo elástico:** Rigidez relativa de un material, coeficiente de tensión elástica con respecto a la deformación elástica.<sup>5</sup>
- **Cromógenos:** sustancias con color.<sup>1</sup>
- **Superficial:** capa que no tiene profundidad o fundamentos.<sup>23</sup>
- **Desgaste:** Pérdida de material provocada por una acción mecánica o química.<sup>23</sup>
- **Prueba de dureza de microindentación:** prueba de dureza usando una máquina calibrada donde se utiliza un indentador de geometría diamante que deja una huella en la superficie del material siendo evaluado, en el que las fuerzas de prueba varían de 1 a 1000 gf.<sup>31</sup>
- **Indentador Vickers:** basado en forma piramidal cuadrada diamante penetrante con ángulos de cara de 136.<sup>31</sup>

## **CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1 Formulación de hipótesis principal y derivados**

#### **3.1.1 Hipótesis general**

No existe diferencia entre los cambios de la microdureza superficial de las resinas compuestas de nanotecnología con y sin ser sometidas al peróxido de carbamida al 35% nitrato de potasio y fluoruro (PF).

#### **3.1.2. Hipótesis secundarias**

- La microdureza superficial de la resina compuesta A Palfique LX5 es antes de ser sometida al peróxido de carbamida al 35% nitrato de potasio y fluoruro (PF) es de 41 kg / mm<sup>2</sup>
- La microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología B Brilliant™ NG (COLTENE) antes de ser sometida al peróxido de carbamida al 35% nitrato de potasio y fluoruro (PF) es de 42 kg / mm<sup>2</sup>
- La microdureza superficial de la resina compuesta A Palfique LX5 después sometida al peróxido de carbamida al 35% nitrato de potasio y fluoruro (PF) es de 40 kg / mm<sup>2</sup>
- La microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología B Brilliant™ NG (COLTENE) después de ser sometida al peróxido de carbamida al 35% nitrato de potasio y fluoruro (PF) es de 38 kg / mm<sup>2</sup>
- La microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología A Palfique LX5 (TOKUYAMA) se mantuvo mayor a comparación de la resina compuesta B Brilliant™ NG (COLTENE)

### 3.2 Variables

**Variable Independiente:** Agente blanqueador: peróxido de carbamida al 35% con PF (nitrato de potasio y fluoruro)

**Definición Conceptual:** Colocación del agente blanqueador en las superficies de los especímenes de resina.<sup>3</sup>

Variable	Indicadores	Tipo de Variable	Escala de medición	Valor
Acción del Peróxido de Carbamida al 35% con PF	Si produce disminución o no de la microdureza superficial de las resinas de nanotecnología.	Cualitativa	Nominal	SI NO

**Variable Dependiente:** microdureza superficial de las resinas de nanotecnología

**Brilliant™ NG (nanohíbrida) / Palfique LX5 (nanorrelleno)**

**Definición conceptual:** Resistencia a la deformación plástica por el indentador.<sup>25 26</sup>

Variable	Dimensión	Indicadores	Según su Naturaleza	Escala de medición
Microdureza Superficial de las dos resinas compuestas de nanotecnología	Prueba de Vickers	Cantidad de resistencia a la indentación	Cuantitativa	Proporción

<b>Variable</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicador</b>	<b>Tipo</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Valores</b>
Resinas Compuestas de nanotecnología	Mezcla compleja de resinas polimerizables combinadas con partículas de rellenos inorgánicos. <sup>1</sup>	Tipo de resina asignada  Marca comercial	cualitativa	nominal	nanorrelleno Palfique Lx5  nanohíbrida Brilliant™ NG
Tiempo	Momento en que se realizará la exposición al agente blanqueador.	30 minutos (1 vez al día) por 5 días	cuantitativa	nominal	Especímenes expuestas a saliva (grupo control)  Especímenes expuestas al agente blanqueador

## **CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA**

### **4.1 Diseño metodológico**

#### **A. Tipo de investigación**

El presente estudio es **EXPERIMENTAL, ANALÍTICO, PROSPECTIVO, TRANSVERSAL**. Evaluando la microdureza superficial de las dos resinas compuesta de nanotecnología antes y después de ser expuestas en peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF).

#### **B. Nivel de Investigación**

El presente estudio es Explicativo porque pretende explicar el comportamiento de una variable en función de otra.

### **4.2 Diseño muestral**

#### **• Población y muestra**

El estudio fue realizado en las instalaciones del laboratorio de materiales de la Facultad de Ingeniería - Universidad Pontificia Católica del Perú (PUCP), que se encuentra en la Avenida Universitaria cuadra 18 s/n, San Miguel - Lima; donde se evaluó los 20 especímenes de las resinas de nanotecnología: Palfique LX5 (nanorrelleno Lote E07815, Tokuyama Dental, Japan) Brilliant<sup>TM</sup>NG (nanohíbrida Lote H36521 Coltene, Suiza) y el tamaño de la muestra se utilizó el Software Stata ® 12 , en total de las muestras del estudio fue de 120.

<b>Brilliant NG (COLTENE)</b>	<b>Palfique LX5 (TOKUYAMA)</b>	<b>TOTAL</b>
<b>60</b>	<b>60</b>	<b>120</b>

<b>Espécimen Solución</b>	<b>Palfique LX5 (Resina A)</b>	<b>Brilliant NG (Resina B)</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Peróxido de Carbamida al 35% con PF</b>	<b>30 muestras Grupo 2</b>	<b>30 muestras Grupo 4</b>	<b>60</b>
<b>Grupo Control (Saliva Artificial)</b>	<b>30 muestras Grupo 1</b>	<b>30 muestras Grupo 3</b>	<b>60</b>
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>120</b>

**Fuente: propia del investigador**

**• Criterios de Selección de la muestra**

**A. Criterios de inclusión**

Estandarización de los especímenes de Resina Compuesta de nanotecnología mencionadas:

- Igualdad en espesor, tamaño, forma, suficientemente gruesa, para facilitar la impresión



del indentador de fuerzas (7 mm diámetro x 2mm de alto).

- La superficie del material libre de porosidad
- Que la superficie lisa y plana de los bloques, se encontrara perpendicular al eje vertical del indentador de fuerzas del durómetro Vickers.
- Los bloques de resina no debieron presentar fracturas.

#### **B. Criterios de exclusión:**

Resinas Fracturadas

### **4.3 Técnicas de recolección de datos**

#### **A. Confección de los bloques de resina**

Para la elaboración de las de los bloques de resina se tuvo en cuenta las normas establecidas ISO 4049, se utilizó un molde de metal con las medidas fueron aproximadamente 7 mm de diámetro y 2 mm altura, al cual se les inserto las resinas compuesta de nanotecnología.<sup>28</sup>

#### **B. Inserción de la resina compuesta**

Las resinas compuestas se colocaron en los moldes de metal mediante la técnica incremental con las espátulas de resinas, cuyos espesores son de 7 mm de diámetro y no mayores a 2 mm hasta que se obtuvo una última capa, seguidamente se presionó con una lamilla de vidrio de laboratorio junto a una matriz celuloide a presión digital, para obtener una superficie lisa, plana luego y se tuvo de base una platina de vidrio de prótesis, finalmente fueron fotocuradas a una distancia aproximadamente de 1mm.

Según los criterios, se fotoactivo por 20 segundos con una lámpara de luz LED (Woodpecker - F) a una intensidad mayor 460nm, llevando un control cada 5 bloques de resina con un radiómetro para que la intensidad sea igual a todos los especímenes.

### **C. Proceso de pulido**

El pulido fue realizado después del fotocurado a las 24 horas aproximadamente, para ello fue utilizado el sistema de pulido (Sof-Lex™ 3M ESPE discos de acabado y pulido) siguiendo sus instrucciones desde el disco de grano grueso al disco de grano súper fino intercambiándolo cada 15 segundos cada disco verificándolo con un calibrador para mantener los estándares de los especímenes.

### **D. Conformación de los grupos**

Los 20 especímenes se dividieron en 4 grupos:

**Grupo 1:** Resina compuesta Palfique LX5, expuesta en solución salival (grupo control).

**Grupo 2:** Resina compuesta Palfique LX5, expuesta en peróxido de carbamida al 35% nitrato de potasio y fluoruro (PF).

**Grupo 3:** Resina compuesta Brilliant™ NG, expuesta en solución salival (grupo control).

**Grupo 4:** Resina compuesta Brilliant™ NG expuesta en peróxido de carbamida al 35% nitrato de potasio y fluoruro (PF).

## **F. Almacenamiento de las probetas**

Para diferenciar los especímenes se colocó con un lápiz portaminas un número (1-5) en una superficie, luego fueron separadas según la marca de la resina y grupos para finalmente ser colocadas en vasos precipitados de laboratorio (rotulados con la marca de las resinas) que contenía agua destilada aproximadamente 20 ml, luego fueron llevados a la estufa (Tramet Incubator) a 37 ° C de temperatura por 24 horas.<sup>16</sup>

## **G. Procedimiento experimental**

Antes del proceso experimental, los bloques de composites fueron inspeccionados por el Laboratorio de Materiales para su final aceptación de las muestras.

Los especímenes del grupo 1 y 3 (GRUPO CONTROL) se colocaron en solución de saliva artificial, durante el tiempo que llevó el experimento, semejando las condiciones del medio oral y las del grupo 2 y 4 (GRUPO EXPERIMENTAL) se les colocó el agente blanqueador peróxido de carbamida al 35% nitrato de potasio y fluoruro (Opalescence® PF) en la superficie lisa, y siguiendo los protocolos dados por el producto del agente blanqueador Opalescence® PF 35% durante 5 días por 30 minutos.<sup>30</sup>

## **H. Proceso de indentación y medición de la microdureza (Vickers)**

Después del proceso experimental, los bloques de composites fueron limpiados con agua destilada, secados con papel toalla y se organizaron para ser llevadas al Laboratorio de Resistencia de Materiales de la Sección de Ingeniería Mecánica de la P.U.C.P para de nuevo inspeccionados para su

aprobación, seguidamente se realizó el ensayo de microdureza de vickers según las normas e instrucciones del microdurómetro digital (Zwick/ Roell, Alemania) siguiendo la norma E-384 de la ASTM, se aplicó una carga de 500gf sobre la superficie por 10 segundos con el fin de dejar una huella (indentación) para poder ser vista en el microscopio y mediante el programa del mismo microdurómetro digital se determinó la microdureza, se obtuvo un total de 120 indentaciones.<sup>30</sup>

La temperatura ambiental del laboratorio fue registrada por un termómetro digital (SPRINGFIELD PRECISETEMP™) 21.6° – 21.9° C.

Una vez realizadas las indentaciones los datos fueron registrados en la ficha de recolección de datos (**VER ANEXO N° 03**).

#### **4.4 Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información**

Para preparar la información y facilitar su análisis posterior se utilizó el programa Microsoft Office Excel 2010.

#### **4.5 Técnicas estadísticas utilizadas en el análisis de información**

El análisis estadístico consistió en procesar los resultados mediante el programa SPSS versión 23.

Para ello, en la investigación, se utilizó técnicas estadísticas del programa, para obtener la información acerca de: Moda, Media, Desviación estándar, Rango, Varianza. Prueba de Normalidad Kolmogorov-Smirnova, Prueba T- Student: prueba de muestras independientes.

## CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Análisis inferencial, tablas de frecuencia y gráficos

TABLA N° 1

Evaluación de la microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Palfique Lx5 (Resina A) sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF).

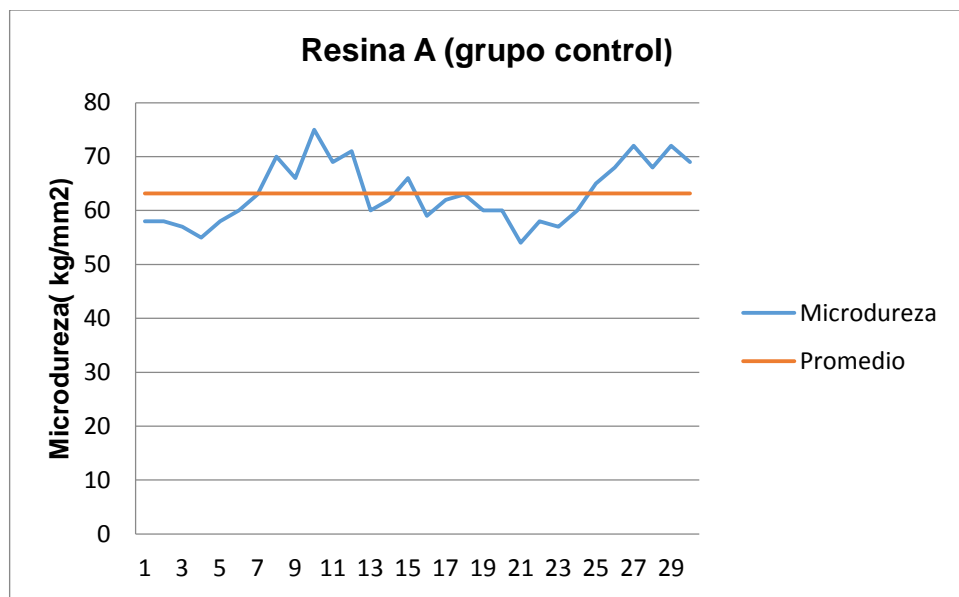
RESINA	GRUPO	N	Desviación			
			Media	estándar	Mínimo	Máximo
A	CONTROL	30	63,17	5,70	54,00	75,00

**Fuente: propia del investigador**

En la evaluación de la tabla se interpreta que la microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Palfique Lx5 (Resina A) sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF) en promedio es de 63,17 kg/mm<sup>2</sup>, el valor máximo es de 75,00 kg/mm<sup>2</sup> y el valor mínimo es de 54,00 kg/mm<sup>2</sup> y una desviación estándar de 5,70.

## GRÁFICO N°1

Evaluación del valor promedio de la microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Palfique Lx5 (Resina A) sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF) es de 63,17 kg/mm<sup>2</sup>.



**TABLA N° 2**

**Evaluación de la microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Brilliant™ NG (Resina B) sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF).**

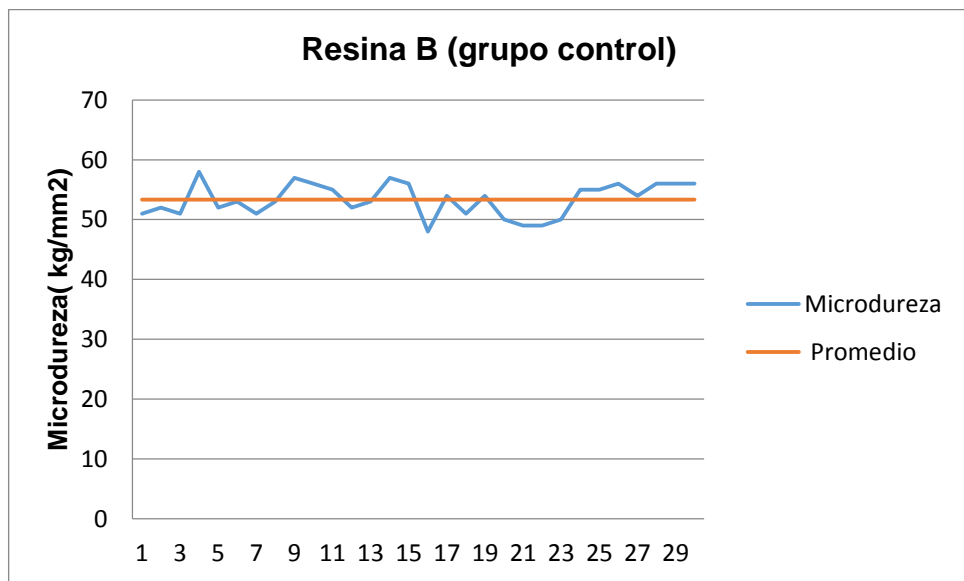
RESINA	GRUPO	N	Desviación			
			Media	estándar	Mínimo	Máximo
B	CONTROL	30	53,33	2,73	48,00	58,00

**Fuente: propia del investigador**

En la evaluación de la tabla se interpreta que la microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Brilliant™ (Resina B) sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF) en promedio es de 53,33 kg/mm<sup>2</sup>, el valor máximo es de 58,00 kg/mm<sup>2</sup> y el valor mínimo es de 48,00 kg/mm<sup>2</sup> y una desviación estándar de 2,73.

## GRÁFICO N°2

Evaluación del valor promedio de la microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Brilliant™ NG (Resina B) sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF) 53,33 kg/mm<sup>2</sup>.





**TABLA N°3**

**Evaluación de la microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Palfique Lx5 (Resina A) al ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF).**

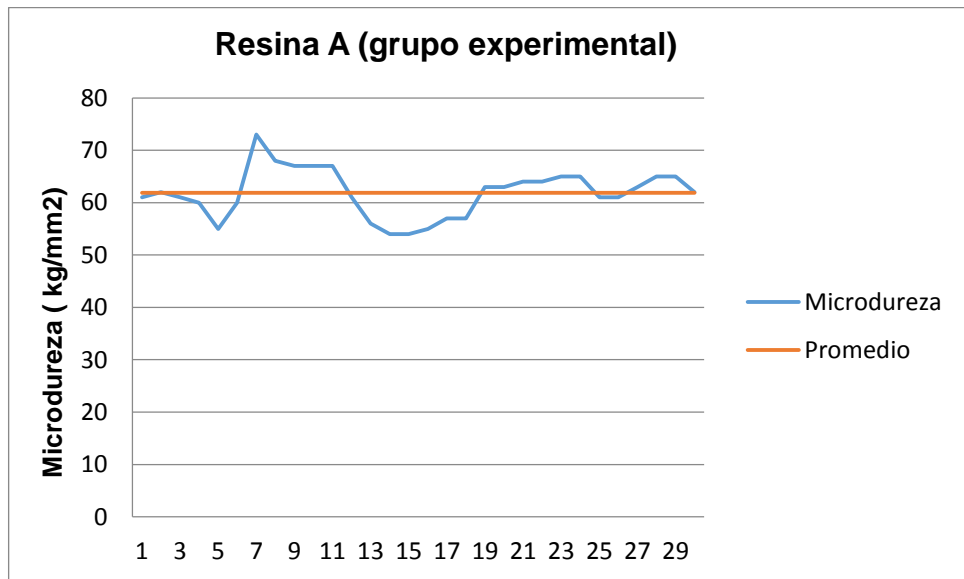
RESINA	GRUPO	N	Media	Desviación		
				estándar	Mínimo	Máximo
A	EXPERIMENTAL	30	61,87	4,56	54,00	73,00

**Fuente: propia del investigador**

En la evaluación de la tabla se interpreta que la microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Palfique LX5 (Resina A) sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF) en promedio es de 61,87 kg/mm<sup>2</sup>, el valor máximo es de 73,00 kg/mm<sup>2</sup> y el valor mínimo es de 54,00 kg/mm<sup>2</sup> y una desviación estándar de 4,56.

### GRÁFICO N°3

Evaluación del valor promedio de la microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Palfique Lx5 (Resina A) al ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF) es de 61,87 kg/mm<sup>2</sup>.



**TABLA N° 4**

**Evaluación de la microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología B Brilliant™ NG (Resina B) al ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF).**

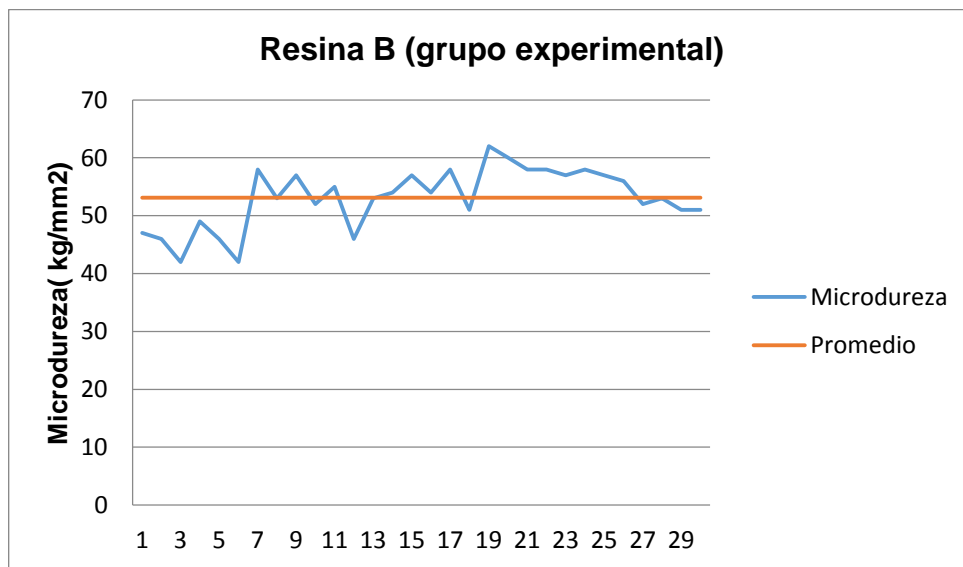
RESINA	GRUPO	N	Media	Desviación		
				estándar	Mínimo	Máximo
B	EXPERIMENTAL	30	53,10	5,21503	42,00	62,00

**Fuente: propia del investigador**

En la evaluación de la tabla se interpreta que la microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Brilliant™ NG (Resina B) sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF) en promedio es de 53,10 kg/mm<sup>2</sup>, el valor máximo es de 62,00 kg/mm<sup>2</sup> y el valor mínimo es de 42,00 kg/mm<sup>2</sup> y una desviación estándar de 5,21503.

#### GRÁFICO N°4

Evaluación del valor promedio de la microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Brilliant™ NG (Resina B) al ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF) es de 53,10 kg/mm<sup>2</sup>.



## 5.2 Comprobación de hipótesis, pruebas estadísticas

**TABLA N° 5**

**Comparación de la microdureza superficial entre las resinas compuestas de nanotecnología con y sin de ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF)**

GRUPO		Estadísticas de grupo				
		N	Media	Desviación estándar	p*	
CONTROL	MICRODUREZA SUPERFICIAL	A	30	63,17	5,70	0,000
		B	30	53,33	2,73	
EXPERIMENTAL	MICRODUREZA SUPERFICIAL	A	30	61,87	4,56	0,000
		B	30	53,10	5,22	

\*Prueba T-Student para muestras independientes  
Nivel de significancia estadística ( $p < 0.05$ )

**Fuente: propia del investigador**

Los resultados de la prueba t- Student de muestras independientes fueron que la comparación de las medias de la microdureza superficial de las resinas compuestas de nanotecnología Palfique LX5 (resina A) y Brilliant™ NG (resina B) con y sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF):

- en el grupo control, existen diferencias significativas en la microdureza, de las resinas A y B
- en el grupo experimental, existen diferencias significativas en la microdureza, de las resinas A y B

**TABLA N° 6**

**Evaluación y comparación de la microdureza superficial de cada resinas compuestas de nanotecnología con y sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% nitrato de potasio y fluoruro (PF).**

<b>RESINA</b>		<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>p*</b>
<b>A</b>	CONTROL	30	63,17	5,70	0,333
	EXPERIMENTAL	30	61,87	4,56	
<b>B</b>	CONTROL	30	53,33	2,73	0,829
	EXPERIMENTAL	30	53,10	5,22	

\*Prueba T-Student para muestras independientes  
Nivel de significancia estadística (p<0.05)

**Fuente: propia del investigador**

Los resultados de la prueba t- Student de muestras independientes se interpreta como que no existe diferencias significativas de microdureza entre los grupos control y experimental en los dos tipos de resina es decir en la **RESINA A** no hay diferencias significativas entre el grupo control y el grupo experimental y en la **Resina B** no hay diferencias significativas entre el grupo control y el grupo experimental.

### 5.3 Discusión

La finalidad de este trabajo fue determinar y comparar *in vitro* la microdureza superficial de dos resinas compuestas de nanotecnología (Palfique LX5 y Brilliant™ NG) con y sin ser expuestas a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (Opalescence® PF).

En la actualidad existen muchos estudios *in vitro* de los efectos de los agentes blanqueadores en la microdureza superficial de las resinas compuestas que muchas veces se contradicen en los resultados, ya que unos autores dicen que hay una disminución en esta propiedad y otros que no hay diferencias estadísticas significativas, y está siendo de suma importancia ya que es un factor importante para lograr una mayor longevidad de las resinas compuestas.

Esta investigación nos dio resultados de los valores promedios de la microdureza con el ensayo de Vickers, en el caso de la resina de nanorrelleno Palfique LX5 en el grupo control expuesto a salival fue de 63,17 kg/mm<sup>2</sup> y en el grupo experimental expuesto al agente blanqueador (Opalescence® PF 35%) por 5 días durante 30 minutos fue de 61,87 kg/mm<sup>2</sup> y con la prueba estadística de T-Student de muestras independientes se determinó que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos, en el caso de la resina nanohíbrida Brilliant™ NG en el grupo control dio la media de 53,33 kg/mm<sup>2</sup> y en el grupo experimental 53,10 kg/mm<sup>2</sup>, al análisis comparativo se determinó que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos, pero en la comparación de la microdureza superficial de las diferentes resinas compuestas de nanotecnología si existe diferencias estadísticamente

significativas ( $p=0,000$ ) ya sea en el grupo control y en el grupo experimental, donde la resina compuesta PalfiqueLX5 (nanorrelleno) tiene mayor dureza en comparación a la Resina Brilliant™ NG (nanohíbrida) coincidiendo con el trabajo de Revilla M.(2011) donde comparó la microdureza superficial in vitro de las resinas de nanorrelleno y nanohíbridas antes y después de ser sometidas a la acción de dos bebidas carbonatadas , y siendo de interés el dato de los resultados de la microdureza inicial (grupo control) , concluyendo que la resina de nanorrelleno era superior a la resina nanohíbrida.<sup>14</sup>

Sin embargo, en el 2011, Malkondu Ö y sus colaboradores no concuerdan con la investigación , ellos realizaron un estudio donde evaluaron la microdureza superficial de la resinas compuestas de nanotecnología (Filtek Supreme XT y Premise) y otros materiales , antes y después de ser sometidos al agente blanqueador Opalescence PF y Treswhite Supreme (peróxido de hidrógeno al 10%) son concentraciones similares al peróxido de carbamida al 35 % , los autores concluyeron en que si existe una disminución estadísticamente significativa de los material composite al ser expuesto al peróxido de carbamida (Opalescence PF) y en el caso de Treswhite Supreme solo tuvo una disminución estadísticamente significativa de su microdureza superficial la resina Premise.<sup>6</sup>

En otro estudio que no concuerdan con la investigación es en el 2013, Soares y sus colaboradores evalúan las alteraciones de microdureza, rugosidad y morfología superficial del esmalte y la resina compuesta de nanorrelleno (Filtek™ Z350) al contacto con el peróxido de carbamida al 10%, peróxido de hidrógeno al 38% con y sin asociado a irradiación led, llegaron a la conclusión



que todos los procedimientos de blanqueamiento dental afectaron a la microdureza superficial disminuyéndola.<sup>7</sup> Así mismo Málaga J, (2007) usando peróxido de carbamida (Opalescence PF al 10%) llegó al mismo resultado contradiciendo la investigación.<sup>18</sup>

Sin embargo teniendo un resultado parecido con respecto a la resina de nanorrelleno y en discrepancia con la resina nanohíbrida. En el año 2013, Hatanaka G, Abi-Rached F, Almeida-Junior A, Cruz , realizan un estudio donde evalúan también los efectos del agente blanqueador a una concentración mayor (peróxido de carbamida al 16%) en la microdureza de vickers y la resistencia a la flexión de las resinas Filtek Z100 (híbrido), Filtek Z350 (nanorrelleno), Brilliant (nanohíbrida) y Opallis (nanohíbrida), donde ellos realizan un procedimiento de evaluación con y sin la exposición del agente blanqueador por 12 semanas almacenadas en agua destilada y las 4 últimas semanas durante 6 horas por día , Los autores no encontraron diferencias significativas en las resinas de nanorrelleno pero sin embargo si encuentran una disminución estadísticamente significativa en las resinas nanohíbridas Brilliant y Opallis ,<sup>8</sup>

Con el tiempo los fabricantes de los agentes blanqueadores usados en odontología han fueron mejorando sus productos para crear sistemas más rápidos y este siendo de importancia ya que debido a la gran diversidad de productos necesitaron ser evaluados para ello en el 2015, Yu H, Zhang C, Cheng S, Cheng H en su estudio de revisión a la literatura donde revisan los efectos de los agentes blanqueadores en la microdureza de los diferentes materiales de odontología entre ellos las resinas compuestas, los autores

llegaron a la conclusión que en los composites nanohíbridos al ser sometidos al peróxido de carbamida en concentraciones bajas 10 o 15 % no hay disminución estadísticamente significativa, pero debido a la gran variedad de productos y discrepancia de las investigaciones todavía no se llega a una conclusión exacta.<sup>4</sup>

En el 2016, Sever E, Simenc N, Rakic M, Skenderovic H, Sever I, Tarle Z, evaluaron un agente blanqueador de mayor concentración, el peróxido de hidrógeno al 40% (Opalescence BOST) al contacto de las resinas compuestas (Tetric EvoCeram, Tetric EvoCeram Bulk Fill y Equia Fill) y su efecto en la microdureza superficial, durante 40 minutos teniendo un resultado de disminución en la dureza de los materiales estudiados.<sup>9</sup>

Sin embargo cabe resaltar que la microdureza superficial de una resina está asociada a muchos factores para ello se tomó en cuenta el trabajo del autor Carpio R, en el 2014, donde realizó un estudio de comparación de la microdureza superficial de una resina nanohíbrida según el sistema de fotopolimerización (LUZ HALOGENA o LAMPARA LED), concluyendo que la microdureza obtenida es mayor cuando se utiliza una lámpara LED. También el autor Sanchez G, en el 2014 en una investigación similar comparo la microdureza in vitro de las resinas de nanotecnología luego de ser sometidas a dos diferentes sistemas de fotopolimerización, según el tiempo (fotopolimerización a 20 segundos y 40 segundos) y la lámpara a utilizar (LAMPARA LED O LUZ HALOGENA), concluyendo que la microdureza superficial es mayor cuando se utiliza una lámpara LED y coincidiendo con la

investigación que la resina compuesta de nanorrelleno presento mayor dureza que la nanohíbrida.<sup>15</sup>

El otro factor de interés fue el del autor Suarez R, Lozano F, (2014) que en su estudio compararon el pulido inmediato y después de 24 horas en la dureza superficial de resinas de nanotecnología, donde llegaron a la conclusión que según los análisis estadísticos el pulido después de las 24 horas de su polimerización presento mayores valores de dureza superficial para la resina nanorrelleno y nanohíbrida en comparación del pulido inmediato.<sup>16</sup>

Sin embargo a comparación con estudios ya actuales del 2017 como los de Srinivasan K, Chitra S. Donde evaluaron los efectos del agente blanqueador peróxido de carbamida en concentraciones de 10% 21% en la microdureza de resinas compuestas de nanotecnología, los autores encontraron que utilizando en estas concentraciones, utilizándolos en el grupo experimental 8 horas diarias durante 2 semanas, se encontraron cambios de reducción en la microdureza superficial de las resinas de nanotecnología la cual contradice la investigación y concluyendo que el factor tiempo también es importante.<sup>11</sup>

Los resultados del presente estudio son parecidos a la investigación de Bicer C y col. en el 2017 , evaluaron los efectos de agentes blanqueadores peróxido de hidrógeno al 15% (Illuminé Office) y peróxido de carbamida 16% con nitrato de potasio (VivaStyle), en la rugosidad de la superficie y la dureza de los nanomateriales (nanocomposite, nanoionomero, nanocomposite fluida), concluyendo y concordando con la investigación que no encontraron resultados

de diferencias estadísticamente significativas en la microdureza del nanocomposite convencional y nanocomposite fluido.<sup>12</sup>

**Yikilgan İ y col.** Evaluaron los efectos de diferentes métodos de pulido y agentes blanqueadores de baja y alta concentración sobre la dureza superficial y la rugosidad de la resina compuesta nanohíbrida , donde utilizaron Peróxido de carbamida al 10% (Opalescence PF), peróxido de carbamida al 45% (Opalescence PF), peróxido de hidrógeno al 38% (Opalescence Boost), y coincidiendo con la investigación que utilizando peróxido de carbamida no había muchos cambios significativos en la dureza en la resina nanohíbrida y era más seguro que utilizar peróxido de hidrógeno al 38%.<sup>13</sup>

Finalmente la importancia de este estudio de determinar la microdureza superficial de los materiales de restauración de resina compuesta con su nueva incorporación de la nanotecnología en sus componentes y su interacción con los agentes blanqueadores se podría concluir en que la microdureza de la resinas de nanotecnología no solamente pueden ser afectados por los agente blanqueadores a una concentración alta sino también a una baja concentración y también dependerá de muchos factores como es la frecuencia y el tiempo en la que está en contacto el agente blanqueador con la superficie, también debido a las diferentes resinas en el mercado odontológico , su marca de la resina, al tipo de resina (nanorrelleno, nanohíbrida, híbrida) , al tipo de sistema de fotopolimerización en que se someten las resinas (sistema LED o halógena) ya que como se mencionó anteriormente puede haber una diferencia significativamente , el tipo de pulido es un factor a considerar ya que se ha

demostrado que hay una mayor dureza después de realizar el pulido a las 24 horas comparación de un pulido inmediato.

Es primordial conocer los protocolos y características de los materiales restauración y los agentes blanqueadores ya que ellos determinaran el éxito del tratamiento, logrando una longevidad del material de restauración en boca del paciente y una mayor eficacia sin consecuencias al utilizar los agentes blanqueadores. De esa misma manera se resalta que las resinas de nanotecnología utilizadas en el estudio Palfique LX5 y Brilliant™ NG son de las más usados y distribuidos del mercado nacional y esto aportara a la comunidad científica que sus interacciones con el agente blanqueador Opalescence PF® 35% , usando las instrucciones del fabricante no hubo cambios significativos.

## CONCLUSIONES

1. La microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología (nanorrelleno) Palfique LX5 (resina A) sin ser expuesta al agente blanqueador peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (Opalescence® PF 35%) es de 63,17 kg/mm<sup>2</sup> y al ser expuesta al agente blanqueador es de 61,87 kg/mm<sup>2</sup>.
2. La microdureza superficial de la resina compuesta nanohíbrida Brilliant™ NG (resina B) sin ser expuesta al agente blanqueador peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (Opalescence® PF 35%) es de 53,33 kg/mm<sup>2</sup> y al ser expuesta al agente blanqueador es de 53,10 kg/mm<sup>2</sup>.
3. No existe diferencia estadísticamente significativa de la microdureza superficial entre el grupo control y el grupo experimental de la resina compuesta de nanorrelleno Palfique LX5 (resina A).
4. No existe diferencia estadísticamente significativa de la microdureza superficial entre el grupo control y el grupo experimental de la resina compuesta nanohíbrida Brilliant™ NG (resina B).
5. Existe una diferencia estadísticamente significativa de la microdureza superficial de la resina de nanorrelleno Palfique LX5 y la resina compuesta nanohíbrida Brilliant™ NG
6. La microdureza superficial de la resina compuesta de nanorrelleno Palfique LX5 es mayor a la resina compuesta nanohíbrida Brilliant™ NG tanto en el grupo control y el grupo experimental.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda hacer trabajos de evaluación de microdureza superficial en otras resinas de nanotecnología.
2. Se recomienda realizar estudios *invitro* de los efectos que pueden causar los agentes blanqueadores en las propiedades de las resinas compuestas de nanotecnología.
3. Se recomienda realizar la misma evaluación de microdureza superficial de las resinas de nanotecnología pero en diferentes concentraciones del agente blanqueador.
4. Se recomienda realizar estudios de microdureza superficial en resinas que no sean de nanotecnología que sean usadas frecuentemente.
5. Se recomienda realizar estudios de los efectos en la microdureza resina por los agentes blanqueadores a base de peróxido de carbamida a un porcentaje similar al 35% de otro fabricante.

## **FUENTES DE INFORMACIÓN:**

1. Henostroza G .Estética en Odontología Restauradora .1 edición. Madrid: Ripano; 2006.
2. Hirata R. Tips: Claves en odontología estética .1 edición .Sao Paulo: Medica panamericana; 2012.
3. Nochi E. Odontología Restauradora: salud y estética .2 ed. Buenos Aires: Medica Panamericana; 2008.
4. Yu H, Zhang C, Cheng S, Cheng H. Effects of bleaching agents on dental restorative materials: A review of the literature and recommendation to dental practitioners and researchers. Journal of Dental Sciences.2015; 10(4): 345-351.
5. Rodríguez G, Douglas R, Pereira S, Natalie A. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. Acta odontol. venez [Internet]. 2008 Dic [citado 4 Jun 2017]; 46(3):381-392.Disponible en: [http://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/evolucion\\_tendencias\\_resinas\\_compuestas.asp](http://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/evolucion_tendencias_resinas_compuestas.asp)
6. Malkondu Ö, Yurdagüven H, Say E, Kazazoğlu E, Soyman M. Effect of bleaching on microhardness of esthetic restorative materials. Operative dentistry. 2011; 36(2):177-186.
7. Soares D, Daniel C, Hebling J, De Souza Costa C.Efecto de los diferentes protocolos de blanqueamiento sobre el esmalte dental y la resina compuesta.RODYB.2013; 2(2):1-12.
8. Hatanaka G, Abi-Rached F, Almeida-Junior A, Cruz C. Efecto del gel blanqueador de peróxido de carbamida sobre la resistencia a la flexión de la



resina compuesta y la microdureza. Brazilian Dental Journal.2013; 24 (3), 263-266.

9. Sever E, Simenc N, Rakic M, Skenderovic H, Sever I, Tarle Z. Effects of bleaching agent on physical and aesthetic properties of restorative materials. Dental Materials Journal.2016; 35 (5): 788-795.

10. Baskar S, Jayakumar M, Kumar S. Effect of varying concentrations of home bleaching agents on hardness of a resin composite: An in vitro study. J Indian Acad Dent Spec Res, 2016;(3):1-5

11. Srinivasan K, Chitra S. Effects of Different Concentrations of Bleaching Agent on the Micro hardness of Restorative Materials - An in Vitro Study. Journal of Research in Medical and Dental Science. 2017; 3(3), 188-193.

12 . Bicer C, Oz F, Attar N. Effects of two different bleaching agents on surface roughness and microhardness of different novel nano-restorative materials. European Journal of General Dentistry. 2017; 6 (2), 86-91.

13. Yikilgan İ, Kamak H, Akgul S, Ozcan S, Bala O. effects of three differ. Effects of three different bleaching agents on microhardness and roughness of composite sample surfaces finished with different polishing techniques. J Clin Exp Dent. 2017; 9(3), 460-5.

14. Revilla M. Microdureza superficial in vitro de resinas de nanotecnología, frente a la acción de dos bebidas carbonatadas [Tesis para optar el título de Cirujano Dentista] Lima (Perú): Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2011.

15. Carpio R. Evaluación de la microdureza superficial de una resina nanohíbrida fotopolimerizada con una lámpara de luz halógena 3M XL 300 y de luz LED ALTLUX [Tesis para optar el título de Cirujano Dentista] Lima (Perú): Universidad Alas Peruanas; 2015.
16. Suarez R, Lozano F. Comparación de la dureza superficial de resinas de nanotecnología, según el momento del pulido: in vitro Rev Estomatol Herediana. 2014; 24(1):11-6.
17. Sanchez G. Estudio comparativo de la microdureza superficial in vitro de resinas de nanotecnología frente a la acción de dos sistemas de polimerización [tesis para optar el título de Cirujano Dentista]. Lima (Perú): Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2014.
18. Málaga J. 2015 Comportamiento in vitro de la dureza de dos resinas compuestas, expuestas en peróxido de carbamida al 10% con carbopol. KIRU. 2006; 3 (2):38-47.
19. López C. Microdureza superficial en resinas de nanotecnología, aplicadas en un solo bloque: estudio in vitro [Tesis para optar el título de Cirujano Dentista] Lima (Perú): Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2015.
20. Deborah S, Katherine M, Marcos A, Gerald E. The physical properties of packable and conventional posterior resin-based composites: a comparison. JADA.2000; Vol. 131 1610-1615.
21. Vaca M, Ceballos L, Fuentes M, Osorio R, Toledano M, García-Godoy F. Sorción y solubilidad de materiales formulados con resina. Avances en odontoestomatología.2003; 19(6), 283-289.

22. Pozos E, Loredo M, Mendoza, J, Carrera S. Determinación de la calidad de pulido de resinas de nanorrelleno empleando un microscopio de fuerza atómica. Revista ADM.2016; 73(5), 255-262.
23. Anusavice K. Phillips Ciencia de los Materiales Dentales. 11ª Ed. Madrid: Elsevier; 2004.
24. Rich M. Análisis comparativo in vitro del grado de microfiltración marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas usando seis adhesivos de diferentes marcas comerciales, con y sin evaporar sus solventes polimerización [tesis para optar el título de Cirujano Dentista]. Santiago (Chile): Universidad de Chile; 2005
25. Macorra J. Contracción de polimerización de los materiales restauradores a base de resinas compuestas//Polymerization contraction of composite resin restorative materials. Odontología conservadora.1999; 2(1), 24-35.
25. Barceló F, Palma J. Materiales Dentales: conocimientos básicos.3 ed.Mexico.Trillas; 2010.
26. Macchi R. Materiales Dentales.4ª Ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2009.
27. Tokuyama Dental Corporation [Internet]. Taitou-kuTokyo: Tokuyama Dental; 2017 [actualizado 2017; citado 4 Jun 2017]. [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: [http://www.tokuyamadental.com/tdc/pdf/instructionmanual/PALFIQUE\\_LX5\\_IFU.pdf](http://www.tokuyamadental.com/tdc/pdf/instructionmanual/PALFIQUE_LX5_IFU.pdf)
28. International Organization for Standardization. ISO 4049:2000 Dentistry – Polymer – based filling . restorative and luting materials [Internet]. [actualizado

2017; citado 4 Jun 2017]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en:  
<https://www.iso.org/standard/42898.html>

29. Coltene [Internet]. SWITZERLAND: Coltene; 2017 [actualizado 2017; citado 4 Jun 2017]. [aprox. 2 pantallas]. Disponible en:  
<https://lam.coltene.com/pim/DOC/IFU/docifu30001085-07-16-ifu-brilliant-ngsallaindv1.pdf>

30. ASTM INTERNATIONAL [Internet]. West Conshohocken, PA: ASTM; 2017 [actualizado 2017; citado 4 Jun 2017]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en:  
<https://www.astm.org/Standards/E384.htm>

31. Ultradent Products [Internet] .South Jordan: Ultradent; 2017 [actualizado 2017; citado 4 Jun 2017]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en:  
<https://www.ultradent.com/es-la/Productos-Dentales/Blanqueamiento-Dental/Blanqueamiento-ambulatorio/Opalescence-PF-35-porciento/Pages/default.aspx>

31. ASTM INTERNATIONAL [Internet]. West Conshohocken, PA: ASTM; 2017 [actualizado 2017; citado 4 Jun 2017]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en:  
<https://www.astm.org/Standards/E384.htm>

32. Hernández Sampieri. Metodología de la investigación. McGraw-Hill Education, 2014.

# ANEXOS

## ANEXO Nº 01: CARTA DE PRESENTACIÓN



Pueblo Libre, 30 de Junio del 2017

Msc. Anibal Rozas

Jefe de laboratorio de Materiales de la Pontificia Universidad Católica del Perú

De mi consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted para expresarle mi respetuoso saludo y al mismo tiempo presentarle al egresado APARCO MENA, OSCAR, con código 2011210191, de la Escuela Profesional de Estomatología - Facultad de Medicina Humana y Ciencias de la Salud -Universidad Alas Peruanas, quien necesita recabar información en la el área que usted dirige para el desarrollo del trabajo de investigación (tesis).

**TÍTULO: "MICRODUREZA SUPERFICIAL DE DOS RESINAS COMPUESTAS DE NANOTECNOLOGÍA EXPUESTAS A PERÓXIDO DE CARBAMIDA AL 35% CON NITRATO DE POTASIO Y FLUORURO (PF). ESTUDIO IN VITRO. LIMA 2017"**

A efectos de que tenga usted a bien brindarle las facilidades del caso.

Anticipo a usted mi profundo agradecimiento por la generosa atención que brinde al presente.

Atentamente,

  
UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS  
FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD  
Dra. MIRIAM DEL ROSARIO VASQUEZ SEGURA  
DIRECTORA  
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

## ANEXO Nº 02: CONSTANCIA DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN



### LABORATORIO DE MATERIALES

Departamento de Ingeniería  
Sección Ingeniería Mecánica



PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DEL PERÚ

CON SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD SEGÚN NTP ISO/IEC 17025

C/LMSIM/049/2017

Lima, 19 de septiembre de 2017

Señores  
**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**  
Presente-

Se les informa que el Sr. **OSCAR APARCO MENA** con código de alumno 2011210191, realizó sus ensayos de microdureza (Indentaciones) en nuestro Laboratorio de Materiales de la Pontificia Universidad Católica del Perú del 11 de septiembre al 13 de septiembre.

Cabe mencionar que dichos ensayos fueron realizados bajo supervisión del Ing. Carlos Juárez Aparcana, se detalla el ensayo realizado:

- Microdureza superficial de dos resinas compuestas de nanotecnología expuestas a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF).

Agradeciendo su atención, me despido.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Sección Ingeniería Mecánica

MSC. ANIBAL RÓZAS CALLEGOS CIP. 123020  
Infe de Laboratorio de Materiales

Av. Universitaria 1801 – San Miguel  
Lima – Perú  
<http://www.pucp.edu.pe>

Apartado Postal  
N° 1761 Lima 100 – Perú  
[labmat@pucp.edu.pe](mailto:labmat@pucp.edu.pe)

Teléfono  
(511) 626 - 2000  
Anexo: 4842

Fax  
(511) 626 - 2855

ANEXO N° 03: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS



FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

Ficha de Recolección de datos

MICRODUREZA SUPERFICIAL DE DOS RESINAS COMPUESTAS DE NANOTECNOLOGÍA EXPUESTAS A PERÓXIDO DE CARBAMIDA AL 35% CON NITRATO DE POTASIO Y FLUORURO (PF). ESTUDIO IN VITRO. LIMA 2017

Ensayo: VICKERS. Carga: 500 g- f x 10 segundos.

RESINA ____ GRUPO ____				
Muestra	Nº DE IDENTACIÓN	D1	D2	HV0,5
1	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
2	7			
	8			
	9			
	10			
	11			
	12			
3	13			
	14			
	15			
	16			
	17			
	18			
4	19			
	20			
	21			
	22			
	23			
	24			
5	25			
	26			
	27			
	28			
	29			
	30			



ANEXO N°04: MATRIZ DE CONSISTENCIA

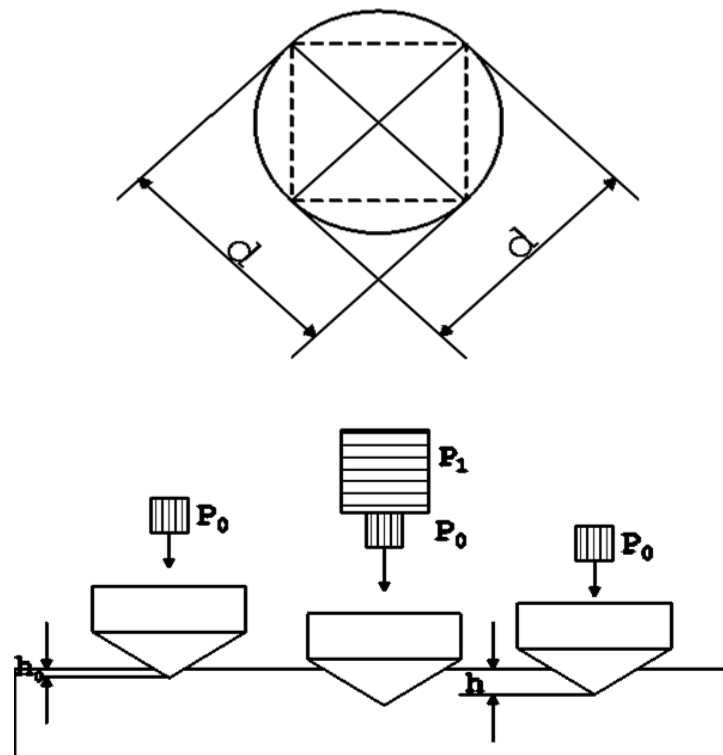


Título: MICRODUREZA SUPERFICIAL DE DOS RESINAS COMPUESTAS DE NANOTECNOLOGIA EXPUESTAS A PEROXIDO DE CARBAMIDA AL 35% CON NITRATO DE POTASIO Y FLUORURO (PF). ESTUDIO IN VITRO. LIMA 2017				
Formulación del problema	Objetivos de la investigación	Hipótesis	VARIABLES	Metodología
<b>Problema principal</b> ¿Cuál será la microdureza superficial de las resinas compuestas de nanotecnología Palfique LX5 (resina A) y Brilliant™ NG (resina B) con y sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF)?	<b>Objetivo general</b> Evaluar la microdureza superficial de las resinas compuestas de nanotecnología con y sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% nitrato de potasio y fluoruro (PF)	<b>Hipótesis General</b> No existe diferencia significativa entre los cambios de la microdureza superficial de las resinas compuestas de nanotecnología con y sin de ser sometidas al peróxido de carbamida al 35% nitrato de potasio y fluoruro (PF)	<b>Independiente:</b> Peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF)	<b>TIPO DE INVESTIGACION:</b> EXPERIMENTAL INVITRO PROSPECTIVO, TRANSVERSAL ANALITICO
<b>Problema secundarios</b> ¿Cuál es la microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Palfique LX5 (resina A) sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF)? ¿Cuál es la microdureza superficial inicial de la resina compuesta de nanotecnología Brilliant™ NG (resina B) sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% nitrato de potasio y fluoruro (PF)? ¿Cuál es la microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Palfique LX5 (resina A) al ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% nitrato de potasio y fluoruro (PF)?	<b>Objetivos específicos</b> Determinar la microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Palfique LX5 (resina A) sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF) Determinar la microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Brilliant NG (resina B) sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% nitrato de potasio y fluoruro (PF) Determinar la microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Palfique LX5 (resina A) al ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% nitrato de potasio y fluoruro (PF)	<b>Hipótesis específicas</b> La microdureza superficial de la resina compuesta Palfique LX5 sin ser sometida al peróxido de carbamida al 35% nitrato de potasio y fluoruro (PF) es de 41 kg / mm2 La microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Brilliant NG (resina B) sin ser expuesta al peróxido de carbamida al 35% nitrato de potasio y fluoruro (PF) es de 42 kg / mm2 La microdureza superficial de la resina compuesta Palfique LX5 al ser expuesta al peróxido de carbamida al 35% nitrato de potasio y fluoruro (PF) es de 40 kg / mm2	<b>Dependiente:</b> Microdureza superficial de las resinas de nanotecnología  Tiempo Resinas Compuestas	<b>Población y Muestra:</b> 20 bloques de resinas  Grupo control : 10 bloques sumergidos en saliva (muestras= 60)  Grupo experimental: 10 bloques de resinas expuestas al agente blanqueador (muestras=60) total 120 muestras
¿Cuál es la microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Brilliant™ NG (resina B) al ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% nitrato de potasio y fluoruro (PF)?	Determinar la microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Brilliant™ NG (resina B) al ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% nitrato de potasio y fluoruro (PF)	La microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Brilliant™ NG (resina B) al ser expuesta al peróxido de carbamida al 35% nitrato de potasio y fluoruro (PF) es de 39 kg / mm2		
¿En qué medida se dará la comparación de la microdureza superficial de las resinas compuestas de nanotecnología Palfique LX5 (resina A) y Brilliant NG (resina B) con y sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF)?	Comparar la microdureza superficial de las resinas compuestas de nanotecnología con y sin ser expuesta a peróxido de carbamida al 35% con nitrato de potasio y fluoruro (PF)	La microdureza superficial de la resina compuesta de nanotecnología Palfique LX5 (resina A) tiene mayor dureza comparación de la resina compuesta Brilliant™ NG (resina B)		

ANEXO N° 05: Ensayo de vickers



## INDENTACIÓN VICKERS



### ENSAYO VICKERS

Indentador = Pirámide de diamante de 136°

Fórmula:  $HV = 1.854 \frac{P}{D^2}$

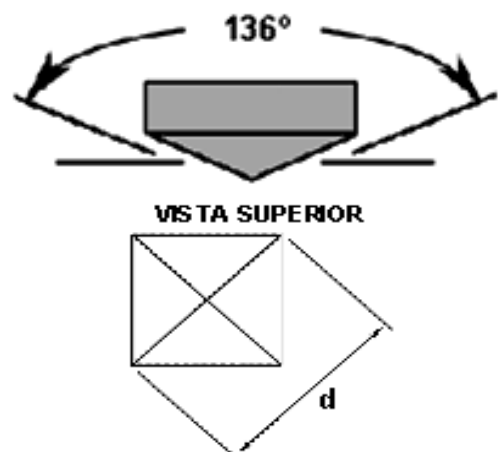
H = Hardness (DUREZA)

V = Vickers

HV = 1.854 (CONSTANTE)

P = Carga

D = Diagonales



## ANEXO N° 06: FOTOGRAFÍAS



### FOTOGRAFÍA N°1



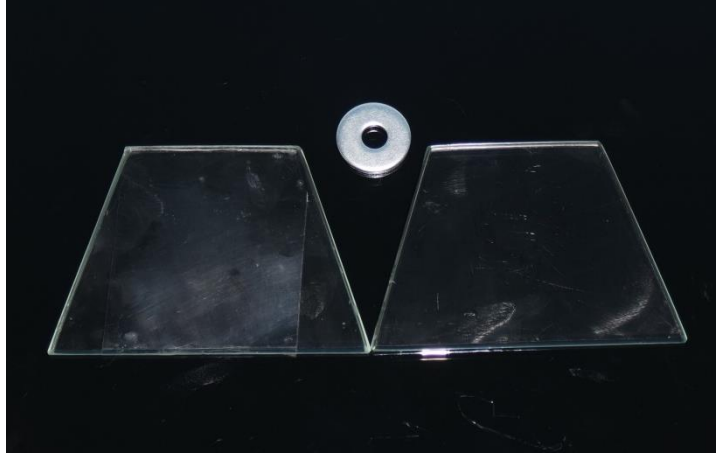
Resinas compuestas utilizadas en el estudio Brilliant™ NG y Palfique LX5

### FOTOGRAFÍA N° 2



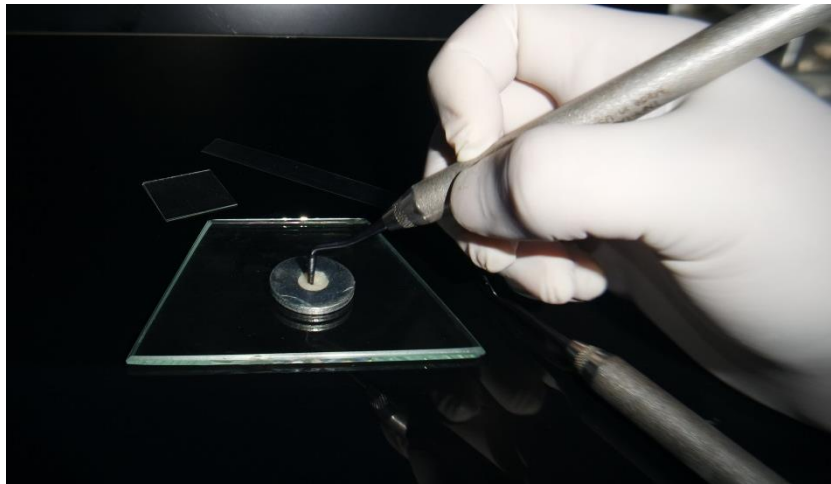
Evaluación inicial de la intensidad de la luz de la lámpara LED con el radiómetro

### FOTOGRAFÍA N° 3



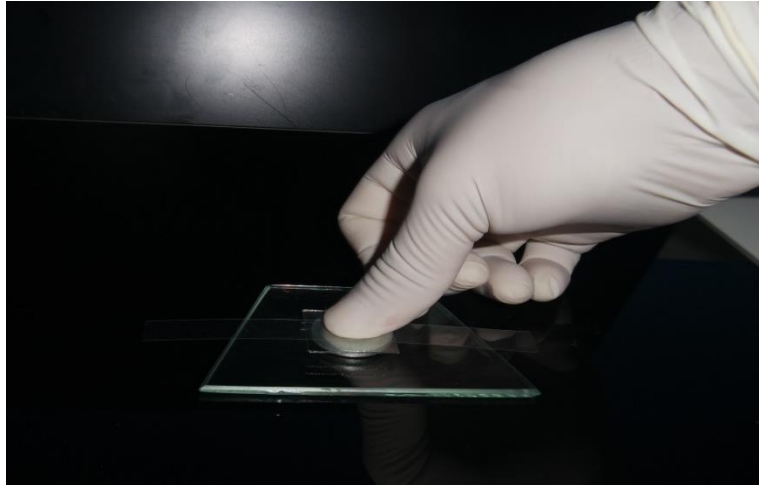
Molde para la confección de los especímenes

### FOTOGRAFÍA N° 4



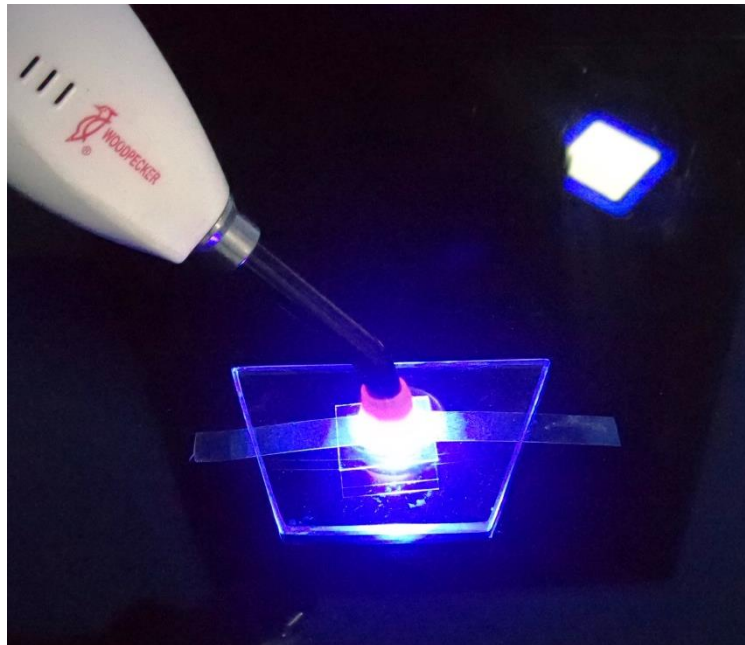
Inserción de la resina compuesta con espátulas odontológicas.

## FOTOGRAFÍA N° 5



Presión digital de la lámina de laboratorio.

## FOTOGRAFÍA N° 6



Fotopolimerización de la resina compuesta.

## FOTOGRAFÍA N° 7



Evaluación con radiómetro de la intensidad de la lámpara dental después de la fotopolimerización de cada resina compuesta.

## FOTOGRAFÍA N°8



Sistema de pulido que se utilizó para el pulido de los especímenes.

## FOTOGRAFÍA Nº 9



Agente blanqueador (OPALESCENCE® PF 35%) y especímenes

## FOTOGRAFÍA Nº 10



Salival y los vasos de precipitación con los termómetros.

## FOTOGRAFÍA N° 11



Incubadora con los vasos precipitados y termómetros para la verificación de la temperatura.

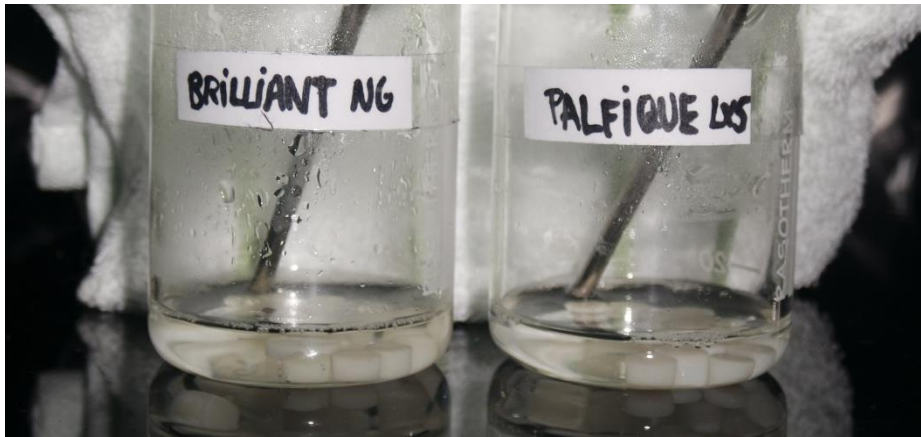
## FOTOGRAFÍA N° 12



Agua destilada a temperatura 37° C para sumergir los especímenes.



### FOTOGRAFÍA N°13



Grupos de especímenes sumergidos en agua destilada a 37° C divididos según marca comercial.

### FOTOGRAFÍA N° 14



Microdurómetro digital ZWICK /ROELL ZHV

## FOTOGRAFÍA Nº 15



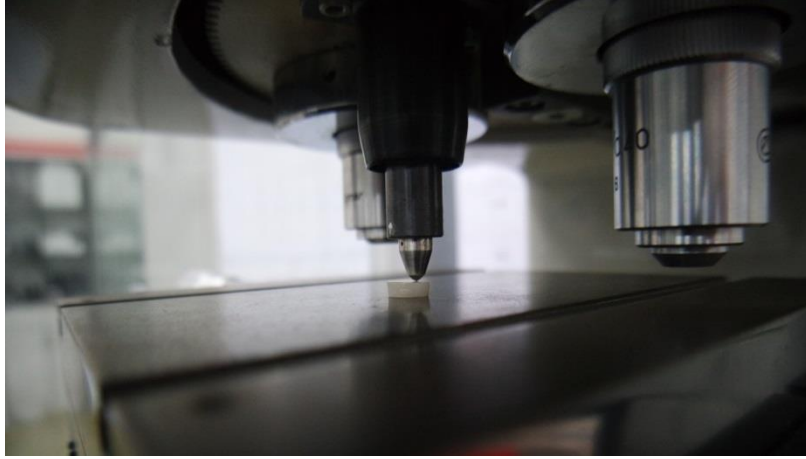
Fecha de verificación de calibración del microdurómetro digital ZWICK/ROELL  
ZHV

## FOTOGRAFÍA Nº 16



Programación del microdurómetro digital para el ensayo de vickers 500 g-f por  
10 segundos

### FOTOGRAFÍA N° 17



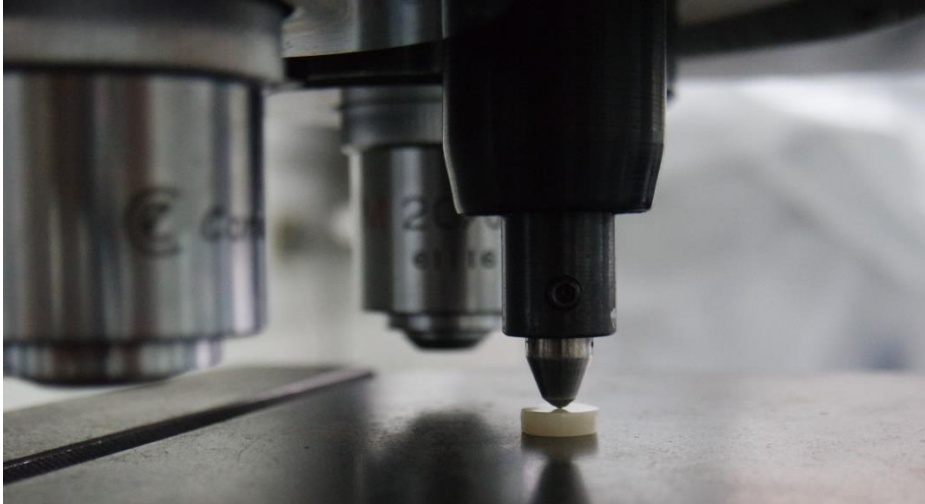
Ensayo de vickers pre test para evaluación de las superficies de los especímenes

### FOTOGRAFÍA N° 18



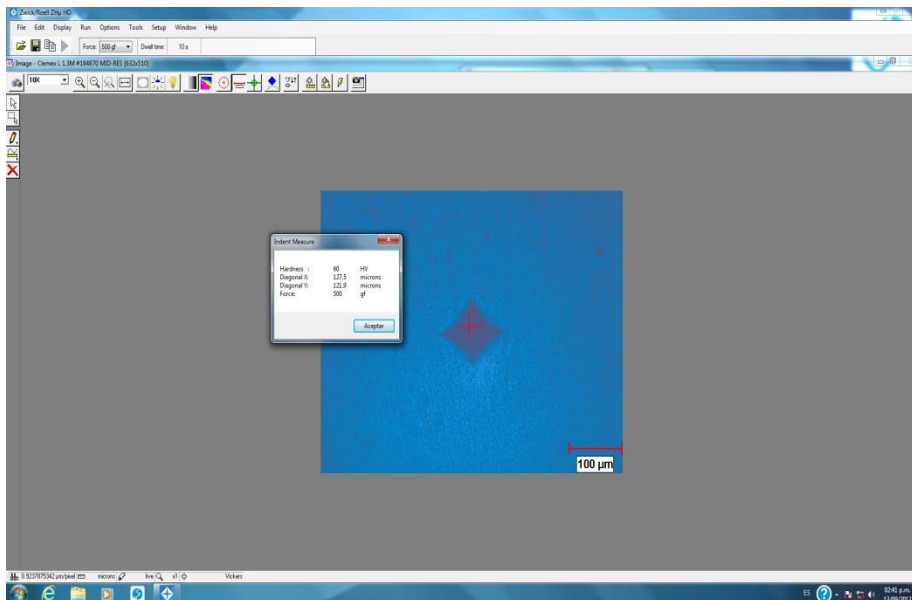
Especímenes expuestas al agente blanqueador

## FOTOGRAFÍA N° 19



Ensayo de vickers post test

## FOTOGRAFÍA N° 20



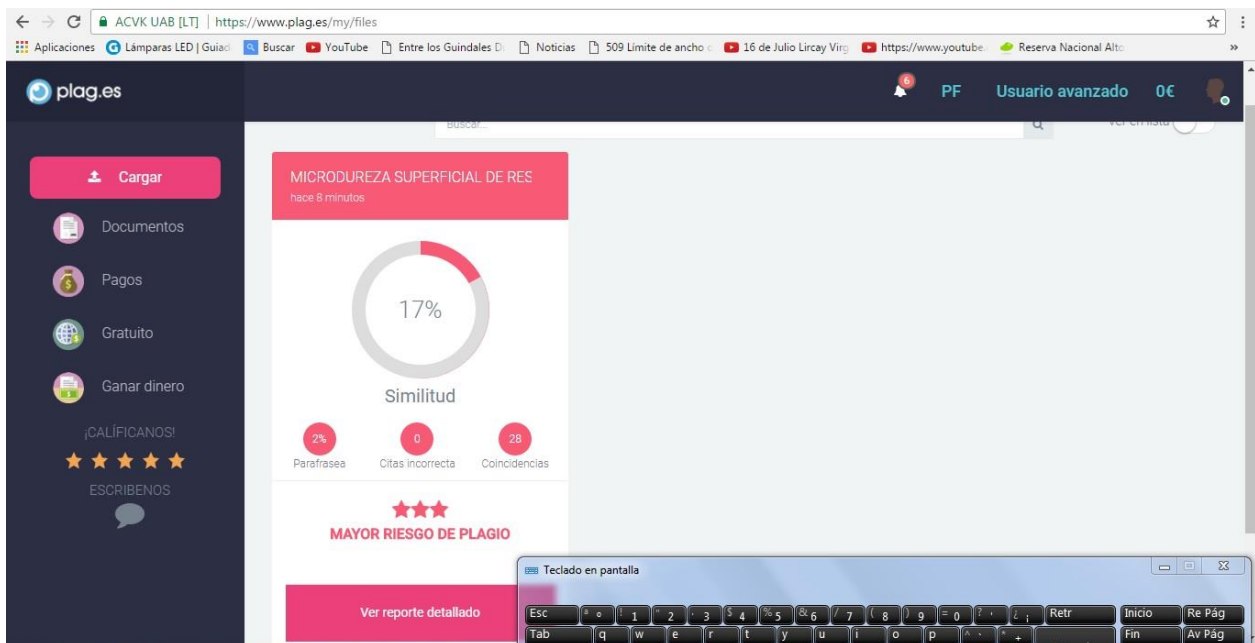
Microindentación observado con el microscopio digital en el programa ZWICK/ROELL ZHV para determinar la microdureza superficial del espécimen.

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Oscar Aparco Mena, con DNI: 47384498. Doy fe que la auditoria de la presente tesis fue elaborada por mi propia persona, y se encuentra bajo mi responsabilidad.

Por lo cual adjunto una captura de pantalla con el porcentaje obtenido al analizar el presente estudio pasado por el anti plagio, programa brindado mediante la página web: [www.plag.es](http://www.plag.es) y dando como resultado un de coincidencias de las cuales se encuentran dentro del porcentaje considerado aceptable para la elaboración del proyecto.

Además juro que el presente trabajo es original.



---

**Oscar Aparco Mena**

**DNI: 4738449**