



FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

**COMPARACIÓN DE LA DUREZA DE LAS RESINAS COMPUESTAS
NANOHÍBRIDAS POLIMERIZADAS CON Y SIN GEL
HIDROSOLUBLE. AREQUIPA-2016**

Tesis presentada por la bachiller:

MARCIA LUCIANNE GISELL GONZALES JUSTO

Para optar el Título Profesional de:

Cirujano Dentista

AREQUIPA – PERÚ

2017

INDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT.....	2
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	3
1. Título.....	4
2. Justificación e importancia del estudio	4
3. Problema de investigación	5
4. Área de conocimiento.....	5
5. Objetivo de la investigación.....	5
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	6
A. MARCO TEORICO.....	7
1. RESINAS COMPUESTAS	7
1.1 Historia	7
1.2 Definición	8
1.3 Composición de las resinas compuestas	8
1.3.1 Matriz orgánica.....	8
1.3.2 Relleno inorgánico.....	10
1.3.3 Agentes de unión o de acoplamiento	11
1.3.4 Sistema activador - iniciador	12
1.3.5 Inhibidores.....	12
1.3.6 Estabilizadores.....	13
1.4 Clasificaciones de las resinas compuestas	13
1.4.1 Según el tipo de polimerización:	13
• Resinas autopolimerizables	13
• Resinas fotopolimerizables	14
• Resinas de polimerización dual.....	14

1.4.2	Clasificación según el tipo de relleno	15
-	Macrorelleno	15
-	Microrelleno.....	15
-	Híbridas	16
-	Microhíbridas.....	17
-	Nanopartículas	17
-	NANOHÍBRIDAS	18
1.5	Resinas compuestas usadas en el estudio NANOHÍBRIDAS	18
1.6	Propiedades de la resina.....	19
	I. Resistencia al Desgaste	19
	II. Textura superficial	20
	III. Coeficiente de expansión térmica.....	20
	IV. Sorción acuosa y expansión higroscópica.....	21
	V. Resistencia a la fractura	21
	VI. Resistencia a la compresión y a la tracción.....	21
	VII. Módulo de elasticidad	22
	VIII. Estabilidad del color.....	22
	IX. Radiopacidad.....	22
	X. Contracción de polimerización.....	23
1.6.1	Brilliant™ NG Coltene	24
2.	Foto polimerización.....	25
2.1	Polimerización	25
2.2	Proceso de polimerización vinílica	25
2.2.1	Etapas	25
2.2.2	Trabajo de polimerización	26
2.2.3	Activación de la polimerización	26

2.2.4	Principios del fotocurado: energía radiante	28
2.2.5	Radiaciones para fotocurado en odontología	29
2.2.6	Calidad del fotocurado	30
2.3	Dispositivos de fotocurado (lámparas de polimerización)	33
2.3.1	Definición	33
2.3.2	Características	33
2.3.2.1	Potencia de curado	33
2.3.2.2	Sistema de activación	33
2.3.2.3	Tipos de lámparas.....	34
2.4	LÁMPARAS LED.....	35
2.4.1	Descripción de LED.....	35
2.4.2	Diodo de emisión de luz	36
2.4.3	Principio de funcionamiento de los LEDs.....	36
2.4.4	Tipos de LEDs.....	43
2.4.4.1	Características de los LEDs	44
2.5	Gel hidrosoluble	46
3.	DUREZA	47
3.1	Definición	47
3.2	Durómetro	47
3.3	Sistema de medición	47
3.3.1	Dureza Rockwell	47
A.	ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	48
B.	HIPÓTESIS	54
	CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	55
1.	AMBITO DE ESTUDIO	56
2.	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	56

3. UNIDADES DE ESTUDIO	57
4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	57
A. CRITERIOS DE INCLUSIÓN	58
B. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	58
5. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS:	58
A. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES.....	58
B. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN.....	58
6. PRODUCCIÓN Y REGISTRO DE DATOS.....	59
7. TÉCNICAS DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO	60
8. RECURSOS	60
1.- HUMANOS.....	60
2.- FINANCIEROS	60
3.- MATERIALES	61
4.- INSTITUCIONALES.....	61
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	62
1. PRESENTACION DE RESULTADOS.....	63
2. DISCUSIÓN	71
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES	73
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	74
ANEXOS	77

DEDICATORIA

A Dios, por darme salud y estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente.

A mis padres, quienes me apoyaron todo el tiempo de la carrera, y a mis hermanos por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Pedro Gamero Oviedo , por su amistad y por su valiosa orientación durante el desarrollo del estudio, así como sus enseñanzas durante mi carrera universitaria.

Al Dr. Xavier Sacca Urday por su asesoría brindada y por sus enseñanzas durante mi carrera universitaria.

A la Dra. María Luz Nieto Muriel por su tiempo y por su asesoría brindada.

RESUMEN

Uno de los principales problemas en las resinas compuestas es el oxígeno que actúa como un inhibidor de la polimerización, es por esto que el objetivo del presente trabajo de investigación fue incorporar un gel hidrosoluble que nos ayude a prevenir la formación de la capa de inhibición por oxígeno y así fortalecer la dureza final del compuesto.

Para tal fin se utilizaron 16 muestras de resina compuesta nanohíbrida, divididas en dos grupos iguales, al primero se lo sometió al gel hidrosoluble, mientras que el segundo correspondió a nuestro control, es decir, se obvió de dicha aplicación. Las muestras reunieron los criterios de inclusión y exclusión que se plantearon.

La investigación correspondió a un tipo experimental in vitro y el diseño fue transversal, laboratorial, prospectivo y comparativo. La técnica que se utilizó fue la observación laboratorial y como instrumento de investigación se usó una Ficha de Recolección de datos. La variable de interés fue la dureza de las resinas, la cual se midió en un laboratorio especializado para tal fin de Ingeniería Metalúrgica. La medición se llevó a cabo en tres puntos de la resina.

Los resultados demostraron que, a nivel global, la dureza de las resinas compuestas nanohíbridas que fueron polimerizadas con gel hidrosoluble alcanzaron una dureza promedio de 384.50 N/mm^2 , mientras que las que se polimerizaron sin utilizar el gel, llegaron a un valor promedio de 362.50 N/mm^2 ; comparando ambos valores, se ha encontrado que sus diferencias son estadísticamente significativas, es decir, el agregar el gel a la polimerización le confiere mayor dureza a la resina compuesta nanohíbrida.

Palabras Clave: Dureza. Resinas Compuestas Nanohíbridas. Gel Hidrosoluble

ABSTRACT

One of the main problems in composite resins is oxygen acting as a polymerization inhibitor. This is why the objective of this research was to incorporate a water-soluble gel to help prevent the formation of the inhibition layer by Oxygen and thus strengthen the final hardness of the compound.

For this purpose, 16 samples of nanohybrid composite resin were used, divided into two equal groups, the first one was submitted to the water soluble gel, while the second corresponded to our control, that is, it was obviated from said application. The samples met the inclusion and exclusion criteria that were raised.

The research corresponded to an experimental type in vitro and the design was transversal, laboratory, prospective and comparative. The technique used was laboratory observation and a Data Collection Sheet was used as a research instrument. The variable of interest was the hardness of the resins, which was measured in a specialized laboratory for this purpose of Metallurgical Engineering. The measurement was carried out at three points on the resin.

The results showed that, at the global level, the hardness of the nanohybrid composite resins that were polymerized with water-soluble gel reached an average hardness of 384.50 N / mm², while those that polymerized without using the gel, reached an average value of 362.50 N / mm²; Comparing both values, it has been found that their differences are statistically significant, ie adding the gel to the polymerization confers a higher hardness to the composite nanohybrid resin

Keywords:

Hardness. Nanohybrid Composite Resins. Hydrosoluble Gel

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1. Título

Comparación de la dureza de las resinas compuestas nanohíbridas polimerizadas con y sin gel hidrosoluble. Arequipa. 2016.

2. Justificación e importancia del estudio

Las resinas compuestas son el material restaurador directo más usado por los cirujanos dentistas y requerido por los pacientes como respuesta a una mayor demanda de materiales que cumplen con las necesidades funcionales y estéticas.

Los composites para uso odontológico es un material compuesto, que se refiere a una combinación tridimensional de por lo menos dos sustancias diferentes químicamente entre sí, con una interfase bien definida que separa y une a la vez a los componentes, consisten en partículas de relleno inorgánicas inmersas en una matriz orgánica, en las que las partículas inorgánicas están recubiertas con un compuesto de silano activo que une a las partículas de relleno con la resina, cuyo modo de endurecimiento se debe al proceso de conversión de monómeros con la aplicación de una luz azul en una determinada longitud de onda e intensidad llamada polimerización.

Dado que el oxígeno actúa como un inhibidor de la polimerización, intentaremos prevenir la formación de la capa de inhibición por oxígeno durante el proceso de polimerización y se obtenga mayor dureza.

Una de las causas de fracaso en las restauraciones de resinas compuestas, es la falta de una adecuada polimerización de las mismas. Con este trabajo se desarrollará una técnica que puede ayudar a los odontólogos en el manejo de una adecuada polimerización, para obtener un mejor acabado, ya que incorporaremos el gel hidrosoluble en las resinas compuestas nanohíbridas para la prevención de la formación de la capa de inhibición por oxígeno y fortalecer la dureza final del compuesto; dando aporte a la vez al área de la odontología restauradora.

3. Problema de investigación

¿Existirá diferencia en la dureza entre resinas compuestas nanohíbridas polimerizadas con y sin gel hidrosoluble?

4. Área de conocimiento

AREA: Ciencias de la Salud.

CAMPO: Odontología.

ESPECIALIDAD: Dentística.

LINEA: Polimerización de Resinas compuestas nanohíbridas.

TÓPICO: Dureza.

5. Objetivo de la investigación

Evaluar la dureza de las resinas compuestas nanohíbridas polimerizadas con gel hidrosoluble.

Evaluar la dureza de las resinas compuestas nanohíbridas polimerizadas sin gel hidrosoluble.

Comparar la dureza de las resinas compuestas nanohíbridas polimerizadas con y sin gel hidrosoluble.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

A. MARCO TEORICO

1. RESINAS COMPUESTAS

1.1 Historia

Al comienzo del año 1905 y hasta los años 60 se usaron los cementos de silicato como material de obturación. A partir de los años 50, comienzan a utilizarse los plásticos basándose en metacrilato y dimetacrilato, con el objetivo de buscar un material más resistente y evitar la irritación pulpar generalmente producida por los cementos de silicato. ⁽⁷⁾

Dentro de las resinas acrílicas no rellenas basadas en metacrilato se usaron dos sistemas: un sistema peróxido-amina que empleaba una amina terciaria, la N-dimetil p-toluidina como activador, la cual tenía la desventaja de cambio de color a pesar del agregado de protectores de luz ultravioleta y que la reacción era inhibida por compuestos fenólicos. ⁽⁷⁾

El otro sistema tipo Peróxido-Acido Sulfínico usaba el ácido p-toluelsulfínico como activador de la reacción. Los productos tenían como característica de ser inestable en presencia del aire y agua, excelente estabilidad de color, altamente sensible a la humedad, la cual inhibía la polimerización. ⁽⁷⁾

La historia de las resinas compuestas es bastante larga, comienza con los llamados materiales de obturación de resinas acrílicas reforzadas con vidrio, sílice, alúmina, diamante y hasta aleaciones de plata. ⁽⁷⁾

Los nuevos compuestos comienzan con Bowen R.L en el año de 1965 quien mezcló polvo de silicato con resina epóxica (Epon 838), mezcla que usó como material restaurador. Más tarde en la Oficina Nacional de Normas (U.S National Bureau of Standard) a comienzo de los años 1970 combinó polvo vítreo de sílice con un monómero viscoso popularmente conocido por el acrónimo BisGMA. La carga fue de

aproximadamente 70% y uso el sistema catalizador Amina-Peróxido de las resinas no rellenas.⁽⁷⁾

Chang RHU, genero el primer producto pasta-líquido y un poco más tarde Lee HL, formulo la versión moderna pasta/pasta, con el trabajo de Lee se hizo popular el compuesto ADAPTIC como material de obturación, posteriormente aparecieron una serie de productos basados en la “Tecnología de Bowen y Lee”. Como es de hacer notar, hasta hace muy poco tiempo la mayoría de compuestos estaban basados enteramente en la fórmula de Bis-GMA. Actualmente existe una gran variedad de resinas compuestas con nuevos monómeros y para la aplicación en diversos procedimientos clínicos.⁽⁷⁾

1.2 Definición

Las resinas compuestas son materiales bifásicos cuyos componentes son: matriz orgánica que polimeriza, es decir determina el endurecimiento del material y el relleno cerámico que le otorga las características mecánicas y ópticas para mejorar su aspecto.⁽¹⁶⁾

1.3 Composición de las resinas compuestas

1.3.1 Matriz orgánica

Está constituida por monómeros de dimetacrilato alifáticos u aromáticos. El monómero base más utilizado durante los últimos 30 años ha sido el Bis-GMA (Bisfenol—Glicidil Metacrilato). Comparado con el metilmetacrilato, el Bis-GMA tiene mayor peso molecular lo que implica que su contracción durante la polimerización es mucho menor, además presenta menor volatibilidad y menor difusividad en los tejidos.⁽²¹⁾

Sin embargo, su alto peso molecular es una característica limitante, ya que aumenta su viscosidad, pegajosidad y conlleva a una reología indeseable que compromete las características de manipulación. Además, en condiciones

comunes de polimerización, el grado de conversión del Bis-GMA es bajo. Para superar estas deficiencias, se añaden monómeros de baja viscosidad tales como el TEGMA (trietilenglicoldimetacrilato). Actualmente el sistema Bis-GMA/TEGDMA es uno de los más usados en las resinas compuestas. En general este sistema muestra resultados clínicos relativamente satisfactorios, pero aún hay propiedades que necesitan mejorarse, como la resistencia a la abrasión.⁽²¹⁾

Por otro lado, la molécula de Bis-GMA, tiene dos grupos hidroxilos los cuales promueven la sorción de agua. Un exceso de sorción acuosa en la resina tiene efectos negativos en sus propiedades y promueve una posible degradación hidrolítica. Actualmente, monómeros menos viscosos como el Bis-EMA6 (Bisfenol A Polietileno glicol dieterdimetacrilato), han sido incorporados en algunas resinas, lo que causa una reducción de TEGMA. El Bis-EMA6 posee mayor peso molecular y tiene menos uniones dobles por unidades de peso, en consecuencia produce reducción de la contracción de polimerización, confiere una matriz más estable y también mayor hidrofobicidad, lo que disminuye su sensibilidad y alteración por la humedad. Otro monómero ampliamente utilizado, acompañado o no de Bis-GMA, es el UDMA (dimetacrilato de uretano), su ventaja es que posee menos viscosidad y mayor flexibilidad, lo que mejora la resistencia de la resina. Las resinas compuestas basadas en Bis-GMA, sin embargo, Soderholm y col indicaron que la profundidad de curado era menor en ciertas resinas compuestas basadas en UDMA debido a una diferencia entre el índice de refracción de luz entre el monómero y el relleno.⁽²¹⁾

1.3.2 Relleno inorgánico

Está representado por partículas que se obtienen de bloques de silicio sometiéndolo a altas temperaturas (procesos pirolíticos) reiz o moliendo los bloques, este relleno puede tener fluoruros en su composición. ⁽¹⁶⁾

Estas partículas de dióxido de silicio (SiO₂) están incorporadas a la resina como cuarzo cristalino o como sílice pirogénico, según el mecanismo de fabricación. ⁽¹¹⁾

En este relleno son importantes dos aspectos: el tamaño y la calidad para su empleo clínico, estos datos permiten la clasificación de los composites. ⁽¹⁶⁾

Este relleno proporciona a los composites varias propiedades físicas y mecánicas superiores a las que tiene la resina de forma aislada. Con la adición de este relleno se consigue:

- Disminución de la contracción de polimerización.
- Disminución del coeficiente de expansión térmica.
- Aumento de la dureza y la resistencia a la compresión.
- Aumento de la resistencia a la fractura.
- Disminución de la absorción de agua. ⁽¹¹⁾

De acuerdo al tamaño de las partículas, los primeros composites tenían partículas mayores de 10um conocidos como composites de macropartículas, estos se desgastaban muy rápido y eran muy opacos ⁽¹⁶⁾, se obtenían de la trituración mecánica de bloques de cuarzo por lo que las partículas tenían un mayor tamaño. En tiempos actuales se obtienen de vidrios o silicatos logrando un tamaño de partícula más pequeño. ⁽¹¹⁾

Los composites actuales tienen partículas de menor tamaño clasificándose de la siguiente manera:

1. Micrométricas: de 1 a 5 μ m siendo partículas medianas.
2. Submicrométricas: de 0.1 a 0.4 μ m siendo partículas pequeñas o de sílice coloidal.
3. Nanométricas: entre 5 y 75nm siendo partículas muy pequeñas. ⁽¹¹⁾

De acuerdo con la calidad de las partículas, los composites pueden ser de bajo contenido cerámico menor del 60% del volumen o de alto contenido cerámico cuando es mayor de este porcentaje. ⁽¹⁶⁾

Usualmente los composites reforzados con partículas submicrométricas son las micropartículas con bajo contenido cerámico. Los composites híbridos presentan una mezcla de partículas micrométricas y submicrométricas con un contenido alto de cerámico. ⁽¹⁶⁾

1.3.3 Agentes de unión o de acoplamiento

La matriz orgánica y el relleno inorgánico presentan una diferente estructura química, por lo que es necesario un agente que una a estos componentes ya que la unión micromecánica que presentan estas dos fases no es suficiente para mantenerlas acopladas. ⁽¹⁶⁾

Para poder lograr una unión entre la matriz orgánica y el relleno inorgánico o refuerzo cerámico se tratan las partículas con un agente de enlace llamado vinil-silano logrando unirse con enlaces iónicos a las partículas de relleno y con una unión química a la matriz orgánica permitiendo de esta manera una integración de las partículas a la matriz orgánica en el momento de su polimerización. ⁽¹⁶⁾

Esta unión permite que la matriz orgánica (más flexible) transmita fuerzas de tensión al relleno inorgánico (más rígido) produciendo una mejora en las propiedades mecánicas y físicas del material e impidiendo que ingrese agua entre estas moléculas. ⁽²⁴⁾

1.3.4 Sistema activador - iniciador

Involucra a los componentes que van a permitir la reacción de polimerización. Cuando la polimerización es química el producto se encuentra en el mercado como dos tubos los componentes empiezan a actuar en el momento de mezclar las pastas, una posee el acelerador (amina orgánica) y la otra pasta posee el iniciador (peróxido orgánico). Cuando el material es de fotocurado el acelerador e iniciador estarán en la misma pasta, pero la reacción empieza cuando el iniciador es activado con la luz de una longitud de onda específica. El iniciador comúnmente utilizado es la canforoquinona que tiene su pico de absorción en la longitud de onda de 470nm del espectro de luz. ⁽⁴⁾

1.3.5 Inhibidores

Los inhibidores son compuestos incluidos para prevenir la polimerización prematura de la resina y de esta manera extender el tiempo de vida del mismo. Cuando se almacena un composite se producen radicales libres, estos hacen que la resina se endurezca para lo cual estos composites presentan inhibidores en pequeñas cantidades (0.01%) que impiden la propagación de la polimerización por exposición a la luz. El inhibidor se encarga de neutralizar estos radicales libres y de controlar la vida útil de los mismo, cuando se acaban las

porciones de inhibidores los tiempos de trabajo del composite han terminado. ⁽¹⁹⁾

Con frecuencia utilizan como inhibidor ciertas hidroquinonas. Otro inhibidor es el oxígeno que se encuentra en el ambiente y se trasmite a la resina. La inhibición por oxígeno permite que en una capa de resina adhesiva se pueda colocar una nueva capa de resina compuesta y se alcance una adhesión excelente entre ambas capas. ⁽¹⁷⁾

Esta capa clínicamente se torna brillante, resbaladiza y para eliminarla se coloca una nueva capa de resina sacando de esta manera todo el oxígeno que se encuentra en contacto. ⁽¹⁷⁾

1.3.6 Estabilizadores

En este grupo están los componentes que absorben la luz ultravioleta durante el manejo clínico a los que pertenecen la 2-hidroxi-metoxi-benzofenona, el 2-(2'-hidroxi-5' metilfenil)-benzotriazol y el fenilsalicilato, estos actúan como estabilizadores de color, están presentes en las resinas de autocurado o de polimerización química y evitan la tinción de la resina ⁽¹²⁾

1.4 Clasificaciones de las resinas compuestas

1.4.1 Según el tipo de polimerización:

- **Resinas autopolimerizables**

El iniciador que es el peróxido de benzoilo unido a aminas terciarias, forma los radicales libres produciendo la polimerización de este tipo de resinas. ⁽¹¹⁾

Presentan algunos inconvenientes como el tiempo corto de trabajo, se pueden formar burbujas en el interior de la

mezcla y en ocasiones, obtener una mezcla que no sea homogénea. Por otra parte al no depender de la luz su polimerización es mas completa en localizaciones profundas asi sea que esten cubiertas por alguna superficie oscura que no permita el paso de la luz. ⁽¹¹⁾

- **Resinas fotopolimerizables**

En este tipo de resinas la adaptación es mas complicada por la rápida polimerización y el estrés de contracción inicial produciendo desadaptación en las paredes de la cavidad cosa que no sucede con las resinas de fraguado químico. ⁽¹¹⁾

Estas resinas permiten obtener restauraciones más densas con menos poros y con mayor grado de conversión de los productos químicos que lo integran. Su manipulación es más simple. ⁽¹¹⁾

En referencia al grado de conversión de las resinas podemos indicar que es un factor en el comportamiento físico y mecánico de comportamiento de la resina al actuar los enlaces químicos. ⁽¹⁹⁾

- **Resinas de polimerización dual**

Estas resinas tienen presentaciones similares a las resinas de autocurado, con la diferencia que pueden polimerizarse por autocurado y tambien son fotosensibles. Estas combinan el iniciador luminico (canforoquinona) con iniciadores químicos (aminas terciarias) que se encuentran separadas en dos compartimentos. Estos composites son ideales para lugares donde no alcanza a llegar la luz de fotopolimerización, aunque puede ser contradictorio porque en lugares donde hay acceso a la luz puede endurecerse el material rapidamente. ⁽¹¹⁾

1.4.2 Clasificación según el tipo de relleno

- **Macrorelleno**

Estas resinas fueron las primeras utilizadas para obturación de dientes anteriores, actualmente en desuso, sin embargo, se describirán de sus propiedades porque estas resinas constituyen la base de las resinas compuestas actuales. Está compuesta de partículas de macrorelleno de 0.1 a 10um. Se caracterizan porque sus partículas pueden fracturarse y ser desalojadas de manera selectiva de la matriz orgánica, cuyo desgaste es más rápido. La unión entre la matriz y las macropartículas es débil, propensa a la hidrólisis. Estas resinas presentan poca resistencia, adhesión, abrasión y desintegración química o corrosión. ⁽⁷⁾

El desgaste en las resinas compuestas de macrorelleno puede deberse a los mecanismos siguientes:

Áreas de contacto oclusal

- Pérdida de resistencia + adhesión + abrasión
- Desintegración química

Áreas sin contacto oclusal

- Abrasión
- Desintegración química ⁽⁷⁾

- **Microrelleno**

El relleno va de 0.05 a 0.10um. Dentro de estas resinas al igual que en las anteriores, pueden considerarse varios tipos de acuerdo con el tipo de microrelleno, dentro de las cuales pueden encontrarse microrellenos homogéneos, basándose en sílice pirogénica, unida a una matriz orgánica. Se utilizan solo para obturaciones de dientes posteriores donde el grado

de pulido y duración del mismo no tienen importancia, al igual que una obturación en dientes anteriores. Estas resinas tienen buena resistencia al desgaste y clínicamente solo se ha observado una deformación plástica de la matriz orgánica, en tanto que las interfaces ni el relleno sufren algún deterioro y formación de grietas.⁽⁷⁾

- **Híbridas**

Se denominan así por estar conformadas por grupos poliméricos (fase orgánica) reforzados por una fase inorgánica de vidrios de diferente composición y tamaño en un porcentaje de 60% o más del contenido total con tamaños de partículas que oscilan entre 0.6 y 1 micrómetro, incorporando sílice coloidal con tamaño de 0.04 micrómetros. Corresponden a la gran mayoría de los materiales compuestos actualmente aplicados al campo de la odontología.⁽¹⁵⁾

Los aspectos que caracterizan a estos materiales son: disponer de gran variedad de colores y capacidad de mimetización con la estructura dental, menor contracción de polimerización, baja absorción de agua, excelentes características de pulido y texturización, abrasión y desgaste muy similar al experimentado por las estructuras dentarias, coeficiente de expansión térmica similar a la del diente, fórmulas de uso universal tanto en el sector anterior como en el posterior, diferentes grados de opacidad y translucidez en diferentes matices y fluorescencia.⁽¹⁵⁾

- **Microhíbridas**

Resultan de la combinación de resinas híbridas con resinas microrrelleno, se añaden a la matriz de resina partículas pequeñas de (0,6 a 5um) y partículas de microrelleno de 0,04um. Las formas de las partículas de relleno determinan sus propiedades; de tal manera que las partículas irregulares provocan una concentración de tensiones en las zonas más angulosas, mientras que las partículas esféricas distribuyen más uniformemente las tensiones entre el relleno y la matriz. Estos composites consiguen unas muy buenas propiedades mecánicas, ya que consiguen una carga de hasta el 80% y unas aceptable propiedades estéticas debido a su menor tamaño de partícula. Refiere algunas características de estas resinas tales como: pequeño tamaño de la partícula, alta resistencia al desgaste, pulibilidad mejorada, mayor rango de colores (esmalte translucido y dentina opaca).⁽⁶⁾

- **Nanopartículas**

Recientemente se han introducido en el mercado nuevos composites que incluyen partículas de relleno nanométricas que contienen partículas con tamaños menores a 10nm (0.01um), este relleno se dispone de forma individual o agrupados en naonoclusters o nanoagregados de aproximadamente 75 nm.⁽⁸⁾

La nanotecnología, denominada también tecnología de lo pequeño o molecular, en la odontología es aplicada en los materiales dentales, específicamente en los composites con nanotecnología, al ser incorporados partículas de escalas nanométricas a manera de relleno, junto con partículas de tamaño promedio a un micrón. Un nanómetro equivale a la millonésima parte de un milímetro. (8)

Las partículas de relleno son esféricas y tienen una dispersión de tamaño muy baja y se obtienen a través de un proceso de sílice coloidal. La carga de relleno es aproximadamente de 75 a 85% en peso (60% en volumen). Las partículas de relleno están constituidas por vidrio de estroncio silanizado, vidrio de bario silanizado y ácido silícico amorfohidrofobizado. Estas resinas compuestas ofrecen alta translucidez, pulido superior, similar a las resinas de microrelleno pero manteniendo sus propiedades físicas y resistencia al desgaste equivalente a las resinas híbridas. Por estas razones, tienen aplicaciones tanto en el sector anterior como en el posterior. (8)

- **NANOHÍBRIDAS**

Son resinas híbridas a las cuales se les ha incorporado partículas de relleno inorgánico en escala manométrica, es decir mínimo 3 tamaños de partículas manométricas, con lo cual se logra mejorar a las propiedades físicas. (17)

1.5 Resinas compuestas usadas en el estudio NANOHÍBRIDAS

Es una resina basada en la tecnología de nano optimizada desarrollada para los procedimientos restauradores directos. De aplicación universal indicada para restaurar los dientes en la región anterior y posterior. Su tecnología de relleno nano-optimizado se compone de dimetacrilatos (19-20% en peso). Los rellenos contienen vidrio de Bario, trifluoruro de iterbio, óxidos mixtos y copolímeros (80-81% en peso). Otros componentes son aditivos, catalizadores y pigmentos (<1% en peso). El contenido total de rellenos inorgánicos es de 55-57% en volumen, el tamaño de partículas de los rellenos inorgánicos esta entre 40nm y 3000 nm. Está diseñada para polimerizarse con la exposición de diodo emisor de luz (LED) con una intensidad $\geq 500 \text{ Mw/cm}^2$ durante 20 segundos. (17)

1.6 Propiedades de la resina

I. Resistencia al Desgaste

Es la capacidad que poseen las resinas compuestas de oponerse a la pérdida superficial, como consecuencia del roce con la estructura dental, el bolo alimenticio o elementos tales como cerdas de cepillos. Esto no tiene efecto perjudicial inmediato, pero lleva a la pérdida de la forma anatómica de las restauraciones, al mismo tiempo que disminuye su duración. Esta propiedad depende principalmente de las características físicas del relleno, así como de la localización de la restauración en la arcada dental y las relaciones de contacto oclusales.⁽²¹⁾

Cuanto mayor sea el porcentaje de relleno, menor el tamaño y mayor la dureza de sus partículas, la resina será más resistente a la abrasión. Esto se debe a que el módulo elástico de la resina compuesta es menor que el de las partículas de relleno, por lo tanto estas son más resistentes al desgaste y comprimen a las moléculas de la matriz en los momentos de presión. Este fenómeno causa el desprendimiento de las partículas e relleno, exponiendo la matriz y provocando su desgaste.⁽²¹⁾

El desgaste de la superficie de las resinas compuestas representa uno de los puntos débiles de este tipo de materiales. Este fenómeno aumenta considerablemente con la dimensión de la restauración, aunque algunas situaciones clínicas son capaces de acelerar el proceso, tales como la oclusión traumática y la calidad de la manipulación y terminado de la restauración.⁽²¹⁾

II. Textura superficial

Se define la textura superficial como la uniformidad de la superficie del material de restauración es decir, en las resinas compuestas la lisura superficial está relacionada en primer lugar con el tipo, tamaño y cantidad de las partículas de relleno y en segundo lugar con una técnica correcta de acabado y pulido. Una resina rugosa favorece la acumulación de placa bacteriana y puede ser un irritante mecánico especialmente en zonas próximas a los tejidos gingivales. En la fase de pulido de las restauraciones se logra una menor energía superficial, evitando la adhesión de placa bacteriana, se elimina la capa inhibida y de esa forma se prolonga en el tiempo la restauración de resina compuesta. Las resinas compuestas de nanorelleno proporcionan un alto brillo superficial.⁽²¹⁾

III. Coeficiente de expansión térmica

Es la velocidad de cambio dimensional por unidad de cambio de temperatura. Cuanto más aproxime el coeficiente de expansión térmica de la resina al coeficiente de expansión térmica de los tejidos dentarios, habrá menos probabilidades de formación de brechas marginales entre el diente y la restauración, al cambiar la temperatura. Un bajo coeficiente de expansión térmica está asociado a una mejor adaptación marginal. Las resinas compuestas tienen un coeficiente de expansión térmica una tres veces mayor que la estructura dental, lo cual es significativo, ya que, las restauraciones pueden estar sometidas a temperaturas que van desde el 0° C hasta los 60° C.⁽²¹⁾

IV. Sorción acuosa y expansión higroscópica

Esta propiedad esta relacionada con la cantidad de agua adsorbida por la superficie y absorbida por la masa de una resina en un tiempo y la expansión relacionada a esa sorción.⁽²¹⁾

La incorporación de agua en la resina, puede causar solubilidad de la matriz afectando negativamente las propiedades de la resina fenómeno conocido como degradación hidrolítica. Dado que la sorción es una propiedad de la fase orgánica, a mayor porcentaje de relleno, menor será la sorción de agua. Refieren que la expansión relacionada la sorción acuosa es capaz de compensar la contracción de polimerización. Las resinas híbridas proporcionan baja sorción acuosa.⁽²¹⁾

V. Resistencia a la fractura

Es la tensión necesaria para provocar una fractura (resistencia máxima). Las resinas compuestas presentan diferentes resistencias a la fractura y va a depender de la cantidad de relleno, las resinas compuestas de alta viscosidad tienen alta resistencia a la fractura debido a que absorben y distribuyen mejor el impacto de las fuerzas de masticación.⁽²¹⁾

VI. Resistencia a la compresión y a la tracción

Las resistencias a la compresión y a la tracción son muy similares a la dentina. Está relacionada con el tamaño y porcentaje de las partículas de relleno: A mayor tamaño y porcentaje de las partículas de relleno, mayor resistencia a la compresión y a la tracción.⁽²¹⁾

VII. Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad indica la rigidez de un material. Un material con un módulo de elasticidad elevado será más rígido; en cambio un material que tenga un módulo de elasticidad más bajo es más flexible. En las resinas compuestas esta propiedad igualmente se relaciona con el tamaño y porcentaje de las partículas de relleno: A mayor tamaño y porcentaje de las partículas de relleno, mayor módulo elástico.⁽²¹⁾

VIII. Estabilidad del color

Las resinas compuestas sufren alteraciones de color debido a manchas superficiales y decoloración interna. Las manchas superficiales están relacionadas con la penetración de colorantes provenientes principalmente de alimentos y cigarrillos, que pigmentan la resina. La decoloración interna ocurre como resultado de un proceso de foto oxidación de algunos componentes de las resinas como las aminas terciarias. Es importante destacar que las resinas fotopolimerizables son mucho más estables al cambio de color que aquellas químicamente activadas.⁽²¹⁾

IX. Radiopacidad

Un requisito de los materiales de restauración de resina es la incorporación de elementos radio opacos, tales como, bario, estroncio, circonio, zinc, iterbio, itrio y lantano, los cuales permiten interpretar con mayor facilidad a través de radiografías la presencia de caries alrededor o debajo de la restauración.⁽²¹⁾

X. Contracción de polimerización

La contracción de polimerización es el mayor inconveniente de estos materiales de restauración. Las moléculas de la matriz de una resina compuesta (monómeros) se encuentran separadas antes de polimerizar por una distancia promedio de 4nm. (Distancia de unión secundaria), al polimerizar y establecer uniones covalentes entre sí, esa distancia se reduce a 1.5nm (distancia de unión covalente). Este “acercamiento” o reordenamiento espacial de los monómeros (polímeros) provoca la reducción volumétrica del material.

La contracción de polimerización de las resinas es un proceso complejo en el cual se generan fuerzas internas en la estructura del material que se transforman en tensiones cuando el material esta adherido a las superficies dentarias.⁽²¹⁾

Las tensiones que se producen durante la etapa pregel, o la etapa de la polimerización donde el material puede aún fluir, pueden ser disipadas en gran medida con el flujo del material. Pero una vez alcanzando el punto de gelación, el material no fluye y las tensiones en su intento de disiparse pueden generar:

- Deformación externa del material sin afectar la interfase adhesiva (si existen superficies libres suficientes o superficies donde el material no está adherido).
- Brechas en la interfase dientes restauración (si no existen superficies libres suficientes y si la adhesión no es adecuada).
- Fractura cohesiva del material restaurador (si la adhesión diente-restauración es buena y no existen superficies libres).⁽²¹⁾

1.6.1 Brilliant™ NG Coltene

BRILLIANT NG es un composite universal enfocado hacia la simplificación de la técnica de aplicación, alcanzando resultados estéticos de excelencia. Su relleno de partículas prepolimerizadas sumadas a alto contenido de partículas nanométricas, generan una óptima consistencia para manipulación y modelado; al mismo tiempo que una sensible reducción de la contracción y superficies de gran pulido fáciles de lograr. Mientras que su Sistema DuoShade le permite obtener dos tonos de la misma jeringa, simplificando la selección de color y stock de jeringas.⁽¹⁰⁾

- Partículas Pre-polimerizadas
- Fácil de modelar, consistencia no pegajosa
- Reducción de la contracción a la polimerización
- Fácil y rápido pulido
- Simpleza en la selección del color
- No sensible a la luz operatoria

- **Propiedades ideales**

Fluorescencia natural

Los tonos de dentina y esmalte proveen propiedades fluorescentes diferenciales basadas en la fluorescencia natural de los tejidos. Asegurando una perfecta estética aún bajo la luz fluorescente o violeta.⁽¹⁰⁾

Excelentes propiedades de manejo

Con la inclusión de nano-partículas y partículas prepolimerizadas, una óptima distribución de tamaño de partículas es alcanzada. Lo que transforma al BRILLIANT NG en un producto fácil de manipular y modelar, nada pegajoso.⁽¹⁰⁾

Fácil y rápido pulido y acabado

El pulido y el acabado de BRILLIANT NG es simple y requiere menor tiempo clínico, con extraordinarios resultados de brillo y duración en el tiempo.⁽¹⁰⁾

2. Foto polimerización

2.1 Polimerización

Se entiende como polimerización, a la conversión de oligómeros y monómeros a una matriz de polímeros que puede ser iniciada por diferentes medios para formar radicales libres que la inician.⁽⁵⁾

Cuando dos o más monómeros diferentes son polimerizados juntos, este material es conocido como un copolímero y sus propiedades físicas no solo estarán relacionadas a los monómeros, sino también a la unión entre ellos.⁽⁵⁾

2.2 Proceso de polimerización vinílica

2.2.1 Etapas

El proceso de polimerización vinílica se realiza en etapas que pueden ser diferenciadas en la **figura 1**. En la situación de la cual se parte todas las moléculas están presentes en estado de monómero, con dobles ligaduras, y es necesario actuar de alguna manera sobre ellas para iniciar la polimerización. Esa iniciación o primera etapa del proceso de polimerización por adición se produce en el momento en que alguna o algunas moléculas del monómero desdoblán su doble ligadura.⁽¹⁴⁾



Figura 1 Etapas de la polimerización vinílica

La etapa de iniciación de la polimerización por adición es quizás la más importante de conocer al trabajar con materiales dentales y en las técnicas adhesivas en particular, ya que esa etapa comienza cuando el operador, profesional o auxiliar, decide que es necesario producir su transformación.⁽¹⁴⁾

No por ello dejan de ser importantes las etapas siguientes – la prolongación y terminación – por lo menos para el químico interesado en desarrollar un producto determinado.⁽¹⁴⁾

2.2.2 Trabajo de polimerización

Las etapas del proceso de polimerización representan la realización de un trabajo desde el punto de vista físico. Por lo tanto, puede establecerse que, para que se produzca de forma satisfactoria, es decir que, para obtener un polímero final conveniente, deberá emplearse una cierta energía.⁽¹⁴⁾

En el caso del trabajo odontológico, la energía que puede ser manipulada por el operador es la empleada para la activación inicial del proceso. Como se dijo más arriba, una vez iniciado el trabajo, las etapas siguientes están condicionadas por las características de las moléculas y de modificadores que son incorporados y que están definidos por decisiones tomadas por el que diseña el producto en particular.⁽¹⁴⁾

2.2.3 Activación de la polimerización

Hay varias formas de hacer llegar energía a monómeros para que se active la iniciación de la reacción de polimerización vinílica. Esto puede ser por medios químicos o físicos.**Figura2.**⁽¹⁴⁾

MEDIOS DE ACTIVACIÓN	
Químicos	→ Autocurado
Físicos	→ Termocurado (calor)
	→ Fotocurado (Radiaciones)
Químicos y físicos	→ Curado dual

Figura 2 Iniciación de la polimerización vinílica.

En la primera de las opciones se utiliza una combinación de agentes químicos denominados iniciadores y activadores, los cuales son proporcionados al operador en forma separada y deben combinarse en el momento en que se desea provocar la reacción. ⁽¹⁴⁾

Con frecuencia, el iniciador está constituido por algún peróxido y el activador por algún producto nitrogenado del tipo de las aminas terciarias. Los productos que se trabajan de esta manera son conocidos como “autocurables”, “autopolimerizables” o “de activación química”. ⁽¹⁴⁾

Esta forma de generación del trabajo de polimerización puede derivar en algunos inconvenientes.

Para obviar estos inconvenientes en el trabajo odontológico es frecuente emplear materiales orgánicos sintéticos en los que la iniciación de las reacciones de polimerización vinílica es activada por medios físicos. ⁽¹⁴⁾

En este caso, el operador puede decidir el momento en que hace llegar la energía física activadora, obteniendo así un mayor control del tiempo disponible para la manipulación. También se evita con ello la necesidad de mezcla de componentes. ⁽¹⁴⁾

Dos formas de energía física son aplicables en trabajos relacionados con la odontología: las generadas por el calor y por las radiaciones electromagnéticas. ⁽¹⁴⁾

El uso del calor, es decir el empleo de productos “termocurables” o “termopolimerizables”, es posible en el trabajo en el laboratorio dental, pero no así en la situación clínica endobucal. El empleo de productos “fotocurables” o “fotopolimerizables”, en cambio, es posible en ambas situaciones. ⁽¹⁴⁾

Para algunas aplicaciones clínicas se diseñan productos en los que la activación de las reacciones de iniciación de la polimerización se lleva a cabo por medios químicos y también haciendo uso del fotocurado. ⁽¹⁴⁾

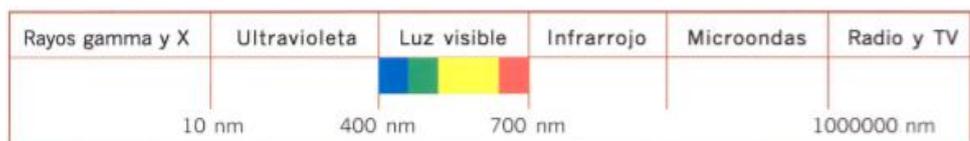
2.2.4 Principios del fotocurado: energía radiante

En física se dice que se realiza un trabajo cuando una fuerza produce un desplazamiento. En las reacciones de polimerización una fuerza debe producir un desplazamiento de electrones para generar uniones covalentes y así lograr la formación de las macromoléculas del polímero. ⁽¹⁴⁾

En la concreción de ese trabajo se consume cierta energía y en la fotoactivación o fotocurado esa energía es obtenida de una radiación electromagnética que actúa sobre una sustancia apropiada. ⁽¹⁴⁾

Existen diversas radiaciones electromagnéticas y lo que las diferencia es la longitud de onda correspondiente a cada una de ellas.

La **figura 3**, muestra esquemáticamente algunas de ellas y, como se puede apreciar, sus longitudes de onda van desde unos pocos nanómetros hasta un millón o más de ese submúltiplo del metro. En el extremo inferior se muestran rayos cósmicos (Gamma y Roentgen), en el superior las microondas y las ondas de radio y televisión. La franja intermedia está cubierta por las que pueden ser detectadas por el ojo del ser humano y que son conocidas como “luz” o “luz visible”. ⁽¹⁴⁾



I

gura 3

A estas últimas corresponden longitudes de onda entre aproximadamente 400 y 700 nanómetros que abarcan lo que nos es posible visualizar como los distintos colores del espectro visible. Un poco por debajo del valor inferior se encuentran las radiaciones ultravioletas y un poco por sobre el superior las infrarrojas.⁽¹⁴⁾

Para producir un trabajo una radiación debe ser absorbida por la materia sobre la que actúa. Si esa radiación es transmitida o reflejada, no produce ningún efecto que se pueda detectar; si es absorbida, la energía es incorporada a la masa de la materia y se manifiesta como calor cuando genera movimiento de sus moléculas o como una transformación química cuando produce el desplazamiento de electrones.⁽¹⁴⁾

Debetenerse presente que la absorción o no de una radiación está determinada por su longitud de onda y por la estructura de la materia sobre la que incide. Una misma longitud de onda puede ser absorbida por una materia y reflejada o transmitida por otra.⁽¹⁴⁾

2.2.5 Radiaciones para fotocurado en odontología

En materiales de uso en odontología y especialmente en técnicas adhesivas es posible incorporar sustancias que, al absorber una radiación de una determinada longitud de onda, pueden desencadenar el trabajo de polimerización.⁽¹⁴⁾

No es difícil notar que son pocas las radiaciones electromagnéticas que pueden adaptarse a situaciones como las que encuentran en el accionar del odontólogo y sus auxiliares. Las radiaciones de longitud de onda muy corta son inaceptables por incompatibles con la seguridad biológica que el trabajo requiere. Por ejemplo, los rayos cósmicos, las radiaciones gamma, los rayos Roentgen y aun algunas radiaciones ultravioletas cortas (menos de 300nm) son absorbidas por la

materia constituyente de tejidos y células a los que dañan de diversa forma. ⁽¹⁴⁾

En el otro extremo, las radiaciones de muy larga longitud de onda como las ondas de radio o televisión, si bien no producen daño significativo, no resultan aptas ya que, por estar en abundancia en el ambiente actuarían en forma continua sobre un material y no en el momento en que el profesional lo considere oportuno. ⁽¹⁴⁾

Además, aquellas cercanas al infrarrojo y aun las rojas son absorbidas significativamente por el agua y las sustancias que la contienen, como los tejidos vitales. Esta absorción se traduce en una elevación de temperatura que puede no ser compatible con la salud de esos tejidos para el caso del trabajo clínico. ⁽¹⁴⁾

Todas estas consideraciones hacen conveniente que la sustancia que sea incorporada a un material para ser activada debe hacerlo absorbiendo radiaciones con longitudes de onda aproximadamente entre 450 y 500 nanómetros que corresponden fundamentalmente al color azul. Combinaciones de sustancias nitrogenadas y compuestos cetónicos y alcanforados reúnen estas condiciones y son regularmente incorporadas en adhesivos y materiales odontológicos de uso clínico para utilizarlos mediante el fotocurado. ⁽¹⁴⁾

2.2.6 Calidad del fotocurado

La disponibilidad de un material cuya polimerización vinílica puede ser activada mediante radiaciones electromagnéticas apropiadas para la situación clínica (luz azul) debe estar acompañada por la disponibilidad de un dispositivo que permita generar esa radiación en el momento oportuno. ⁽¹⁴⁾

Por ende, los dispositivos a ser utilizados con esos materiales deben ser capaces de generar una radiación de esas características y evitar su combinación con otras más cortas o

más largas que producirían los efectos indeseables que fueron mencionados. Las unidades para activación intrabucal de polimerización funcionan proveyendo una radiación que oscila en un valor medio de longitud de onda de alrededor de 470nm. Por ello, también puede denominárseles dispositivos de luz azul.

Esta consideración está referida a la calidad de la radiación, pero también es importante su cantidad para el trabajo de polimerización sea convenientemente completada.⁽¹⁴⁾

Otros aspectos de importancia práctica pueden ser deducidos considerando que el fotocurado es la producción de trabajo a partir de la absorción de energía radiante.⁽¹⁴⁾

Una cantidad de trabajo está determinada por la fuerza involucrada y la distancia de desplazamiento de su punto de aplicación ($T = F \times d$). la unidad para medir esa cantidad de trabajo es el Joule ($J = \text{Newton} \times \text{metro}$); por ello puede considerarse que para lograr la correcta polimerización de un material se hace necesaria una cierta cantidad de Joule.⁽¹⁴⁾

A su vez, ese trabajo debe realizarse en un tiempo compatible con la situación clínica. Para ello debe utilizarse en un dispositivo de suficiente potencia, que se define en física como el trabajo realizado por unidad de tiempo ($\text{Potencia} = \text{trabajo} / \text{tiempo}$). La unidad de medición de potencia es el Watt ($W = \text{Joule} / \text{segundo}$).⁽¹⁴⁾

En consecuencia, para tener éxito en el empleo del fotocurado en una situación odontológica debe disponerse de un dispositivo que genere la radiación apropiada con la potencia apropiada.⁽¹⁴⁾

Asimismo, debe tenerse en cuenta otro factor que determina la cantidad de trabajo producido al ser absorbida la radiación: el tiempo durante el que actúe. Para conseguir una eficaz polimerización no basta, en consecuencia, disponer del dispositivo generador de la radiación con adecuada potencia.

Debe hacérselo actuar sobre el material a polimerizar durante el tiempo suficiente para generar los necesarios Joule de trabajo. ⁽¹⁴⁾

Otra consideración de importancia está dada por la superficie sobre la que se distribuya una radiación específica y de una determinada potencia. Si una radiación de una potencia específica se concreta en una superficie reducida, puede generar sobre esa porción de material un trabajo distinto al que se lograría si esa misma radiación fuese distribuida sobre una superficie mayor. ⁽¹⁴⁾

En resumen, puede decirse que en la situación de empleo de la fotoactivación la cantidad de trabajo generado – y por ende la calidad de la polimerización obtenida – está determinada por la potencia de la radiación que genere el dispositivo seleccionado, la superficie sobre la que se distribuya la radiación y el tiempo durante el que se la haga actuar. ⁽¹⁴⁾

En definitiva, se hace necesario disponer de una unidad de polimerización (unidad de luz o lámpara) que permita obtener la radiación conveniente – luz de alrededor de 470 nm de longitud de onda – con suficiente potencia por unidad de superficie para generar la cantidad de trabajo adecuada para que el material alcance sus propiedades finales convenientemente en un lapso razonable. ⁽¹⁴⁾

Con estas condiciones del dispositivo generador de radiación, el operador debe adecuar su tarea para asegurar que la radiación actúe durante el tiempo necesario para generar la cantidad de trabajo adecuada. Además, debe tener en cuenta que si aleja el elemento emisor de la radiación del material sobre el que debe actuar, puede aumentarse la superficie sobre la que se distribuye esa energía. En esta situación puede ser necesario aumentar el tiempo de exposición para poder así obtener el resultado final buscado. ⁽¹⁴⁾

2.3 Dispositivos de fotocurado (lámparas de polimerización)

2.3.1 Definición

Instrumentos que permiten la foto activación, en un tiempo manteniendo las cualidades mecánicas de los materiales curados.⁽²²⁾

2.3.2 Características

2.3.2.1 Potencia de curado

Una unidad de curado debe brindar una potencia lumínica con longitud de onda que oscile entre los 450 y los 500 nanómetros (luz azul). Existen lámparas más potentes que otras.

Para asegurar el correcto curado de las restauraciones con resinas reforzadas se aconseja que se utilicen pequeños incrementos de material (no mayor de 2mm de espesor) y se mantenga la punta de la unidad lo más próxima posible al composite.⁽²²⁾

2.3.2.2 Sistema de activación

Incluye un sistema iniciador de dos componentes formado por una dicetona y una amina terciaria. La dicetonafotosensible (normalmente canforoquinona al 0.2 – 0.7%), absorbe la energía radiante de una longitud de onda aproximada de 470nm (luz azul), en la fase correcta de excitación, la dicetona se combina con la amina formando un complejo que se enciende liberando radicales libres que ponen en marcha la polimerización de la resina.⁽²²⁾

2.3.2.3 Tipos de lámparas

Lámparas halógenas: Permite la polimerización de los materiales odontológicos; la luz que se produce ocurre porque el flujo de corriente eléctrica pasa a través de un filamento delgado de tungsteno, este filamento actúa como una resistencia generándose así calor (100°C) que se refleja con radiaciones infrarrojas. Cuando la temperatura suele incrementarse entre 2000°C y 3000°C, parte de las radiaciones se transforma en luz visible. Estos cambios que ocurren, se explica con la ley de Wien, donde describe que cambios de color de la luz se deben a los aumentos de temperatura, que hace que se aumente la proporción de intensidad de radiación con menor longitud de onda. ⁽²²⁾

Lámparas de arco plasmático: Instrumentos que permiten la fotoactivación, en un menor tiempo manteniendo las cualidades mecánicas de los materiales curados. Trabajan mediante la aplicación de corriente de alto voltaje a través de dos electrodos colocados cercanamente. Este resulta en un arco de luz entre los electrodos que cuentan con un espectro de luz continuo, entonces sus temperaturas al operar incrementan en proporción a la cantidad de luz producida; cuando un alto voltaje es aplicado la “luz de arco” aparece entre los dos electrodos. La ley de radiación de Plank, sostiene la manera de funcionar de esta tecnología. Cuando un espectro continuo es emitido y la temperatura de trabajo se incrementa en proporción a la cantidad de luz azul producida. ⁽²²⁾

Láser: esta tecnología desarrolla una onda que permite polimerizar el material, su desventaja se manifiesta con la contracción de polimerización en la resina compuesta. Es una tecnología de muy alto costo para ser utilizado en este género de restauraciones. ⁽²²⁾

2.4 LÁMPARAS LED

Un diodo LED Light Emitting Diode (diodo emisor de luz) es un dispositivo semiconductor que emite luz monocromática cuando se polariza en directo y es atravesado por la corriente eléctrica. El color de emisión depende del material semiconductor pudiendo variar desde el ultravioleta, pasando por el espectro de luz visible, hasta el infrarrojo, recibiendo éstos últimos la denominación de diodos IRED (Infra-Red Emitting diode). ⁽²²⁾

2.4.1 Descripción de LED

Este capítulo se enfocará en explicar el principio de funcionamiento y en presentar una descripción general de los diodos de emisión de luz (LED, por sus siglas en inglés) tanto con materiales inorgánicos como con materiales orgánicos.

Para explicar el principio de funcionamiento, se iniciará realizando un estudio de los materiales que se utilizan para fabricar LED, desde el punto de vista de la física de semiconductores. Posteriormente se analizarán los procesos radiactivos y de luminiscencia en materiales, haciendo énfasis en los procesos de electroluminiscencia. ⁽²⁵⁾

Dentro de la descripción de los tipos de LED, en donde se verán las principales características que podrían definir a un LED con los otros dispositivos diferentes u objetos que emiten luz, así como también se verán las características específicas que hacen un LED diferente de otro. ⁽²⁵⁾

2.4.2 Diodo de emisión de luz

Un LED es un dispositivo semiconductor que emite luz casi monocromática debido a que el espectro de luz que genera es muy angosto, la luz se genera cuando se polariza directamente a este diodo haciendo fluir una corriente eléctrica a través de él. La longitud de onda de la luz emitida depende del material del cual está fabricado el diodo, la cual puede variar desde luz ultravioleta, pasando por la luz visible y luz en el infrarrojo. ⁽²⁵⁾

2.4.3 Principio de funcionamiento de los LEDs

- **Materiales semi conductores**

Para hablar de semiconductores, tenemos que mencionar qué es un conductor y qué es un aislante. Un material conductor es aquél que permite un flujo de carga o corriente eléctrica a través de su cuerpo de modo que se distribuye toda la carga en él. Un material aislante hace lo contrario, no permite que las cargas eléctricas se muevan por su cuerpo, es decir, no hay una distribución de la carga. ⁽²⁵⁾

Un semiconductor es un material que se comporta como conductor o como aislante dependiendo del campo eléctrico en el que se encuentre. Para que un semiconductor conduzca electricidad es necesario que el material tenga electrones que no estén unidos a un enlace determinado y sean capaces de moverse a través del material. ⁽²⁵⁾

Los átomos de estos tres tipos de materiales tienen estructuras similares, ya que los tres poseen niveles o bandas de energía, en cada una de ellas los electrones tienen energía diferente. En niveles muy cercanos al núcleo tienen una fuerza de atracción a

éste mayor que en niveles que están alejados, permitiendo así que en los últimos niveles los electrones se intercambien para hacer combinaciones con otros átomos.⁽²⁵⁾

Las bandas de energía las cuales nos ayudarán a entender el funcionamiento de estos materiales son: banda de valencia, banda de conducción y banda prohibida. La banda de valencia es el nivel en donde se realizan las combinaciones de electrones, formando iones o incluso moléculas cuando se comparten con varios átomos. La banda de conducción es donde los electrones se comparten a través del sólido, es decir los electrones se encuentran prácticamente libres en el material. La banda prohibida es la diferencia de energía de las mencionadas anteriormente, es la energía necesaria (E_g) para que un electrón pase de la banda de valencia a la banda de conducción. La **figura 4** muestra la estructura de los materiales mencionados.⁽²⁵⁾

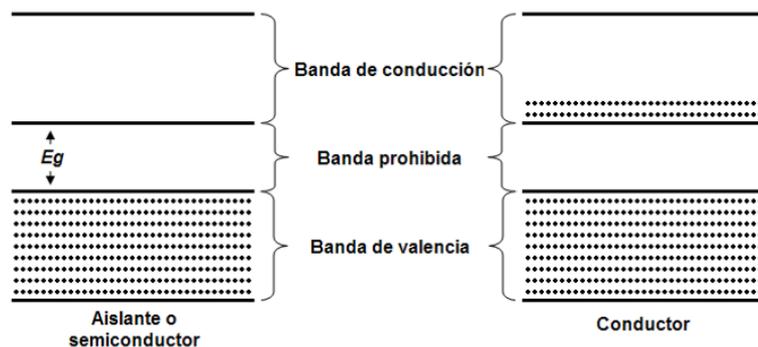


Figura 4. Banda de energía de los materiales

Cuando un material semiconductor no tiene ningún tipo de impureza se dice que es un semiconductor intrínseco, éste posee una banda prohibida lo

suficientemente grande como que para que los electrones no pasen de la banda de valencia a la banda de conducción, de esta manera se comporta como un material aislante. Cuando a un semiconductor se le aplican impurezas se puede comportar como un conductor que tiene portadores de cargas positivas o huecos y portadores de cargas negativas o electrones, dependiendo del material con el que se haya dopado o contaminado, llamándose semiconductor extrínseco tipo p o tipo n, respectivamente. A partir de este dopado, el material tiene portadores que pueden ir de la banda de valencia a la banda de conducción siempre y cuando se le administre la energía suficiente como para sobrepasar la energía de la banda prohibida. Esta energía administrada puede ser térmica, eléctrica, luminosa, etc. ⁽²⁵⁾

- **Semiconductores inorgánicos y semiconductores orgánicos**

Los semiconductores en la actualidad forman parte de los principales componentes que se utilizan para elaborar dispositivos electrónicos, por lo que con el tiempo se han estado investigando nuevas formas de elaborarlos, es decir, se han realizado varias combinaciones de elementos que permitan comportarse como un semiconductor. Hasta hace poco tiempo, los semiconductores se elaboraban únicamente con materiales inorgánicos, como por ejemplo el silicio, germanio, selenio, arseniuro de galio, seleniuro de zinc, para mencionar algunos. Todos estos materiales generalmente presentan una

estructura cristalina, por lo que mantiene un estado sólido rígido al elaborarse el semiconductor.⁽²⁵⁾

Los procesos de elaboración de semiconductores inorgánicos requieren un tratado especial realizado en procesos con una contaminación casi nula, por esto es que la elaboración debe ser muy precisa y se debe de tener un especial cuidado en partículas suspendidas en el aire, por lo que el proceso puede tomar más tiempo y es más costoso, aún cuando los procesos se han perfeccionado con el paso de los años, al ser la electrónica un área de uso importante en la vida cotidiana.⁽²⁵⁾

Con el fin de mejorar y hacer más económicos los procesos de fabricación de semiconductores se optó por utilizar nuevos materiales que permitan una conducción similar a ellos. Hoy en día estos materiales nuevos consisten en su mayoría de materiales orgánicos, es decir materiales con base de carbono en su composición. Estos materiales son más fáciles de fabricar y más económicos que los semiconductores inorgánicos.⁽²⁵⁾

Los principales materiales usados como semiconductores orgánicos son los polímeros, los cuales bajo diversos procesos les permiten obtener propiedades eléctricas similares a los semiconductores inorgánicos. Otra ventaja que brindan los polímeros en la electrónica son sus aplicaciones más versátiles que los basados en cristales, como menor tamaño en dispositivos de despliegue, dispositivos flexibles y plegables para aplicaciones en pantallas ultradelgadas y flexibles, por lo que actualmente se están

desarrollando nuevos materiales orgánicos para cubrir necesidades que antes no eran posibles.⁽²⁵⁾

- **Tipos de luminiscencia**

Para poder describir el funcionamiento de un dispositivo de emisión de luz tenemos que entender las diferentes formas por las cuales la luz es producida, el cual es un fenómeno que recibe el nombre de Luminiscencia. La luminiscencia es la propiedad que tienen ciertos materiales o sustancias para emitir luz visible, provocada ya sea al recibir otro tipo de energía externa o por reacciones físicas o químicas del material luminiscente. Dependiendo de la energía que genera esa luz existen varios tipos de luminiscencia, las cuales se destacan:⁽²⁵⁾

- a. **Fotoluminiscencia:** la luz generada por la absorción previa de una onda electromagnética por un periodo de tiempo. La luz emitida es de diferente longitud de onda que la radiación que la generó, por lo que no se considera reflexión ni refracción de la onda.⁽²⁵⁾
- b. **Termoluminiscencia:** la luz provocada por un aumento de la temperatura en sólidos aislantes o semiconductores. A diferencia de la Incandescencia, en donde un metal se eleva a muy altas temperaturas (700°C para un color rojo hasta 1400°C para un color blanco) para que comience a emitir luz, la termoluminiscencia no requiere muy altas temperaturas, normalmente está entre 300°C y 600°C.⁽²⁵⁾

- c. **Triboluminiscencia:** es cuando ciertos minerales emiten luz al pasar por acciones mecánicas, como fricción, presión, al rayarlo, al romperlo, etc.⁽²⁵⁾
- d. **Quimioluminiscencia:** es producción de luz cuando se llevan a cabo reacciones químicas, cuando la energía producida no sólo se libera como calor o energía química.⁽²⁵⁾
- e. **Electroluminiscencia:** la luz se genera cuando el material se somete a una corriente eléctrica, un campo eléctrico o una descarga eléctrica, y es el fenómeno mediante el cual se produce la emisión de luz en los LED.⁽²⁵⁾

- **Unión P-N**

Para comenzar a generar el diodo de emisión de luz se parte de la unión de un semiconductor extrínseco tipo p y otro tipo n, en la cual existe una zona con ausencia de portadores, llamada región de transición. En ausencia de polarización, hay un campo eléctrico en esta zona que no permite a los electrones mayoritarios de la región n pasar a la región p ni a los huecos mayoritarios de la región p pasar a la región n. La **figura 5** muestra la unión que se forma al unir un semiconductor tipo p y uno tipo n.⁽²⁵⁾

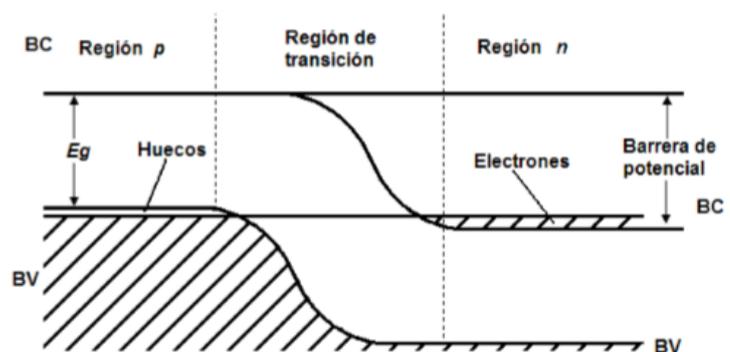


Figura 5. Unión p-n en equilibrio, sin polarización

Hay una diferencia de potencial asociada al campo eléctrico, que se llama barrera de potencial, que no permite todo el desplazamiento de las cargas. Si se polariza esta unión directamente, es decir, haciendo positiva la región p en relación con la región n, se reduce la intensidad del campo y disminuye la barrera de potencial, como lo muestra la **figura 6.** ⁽²⁵⁾

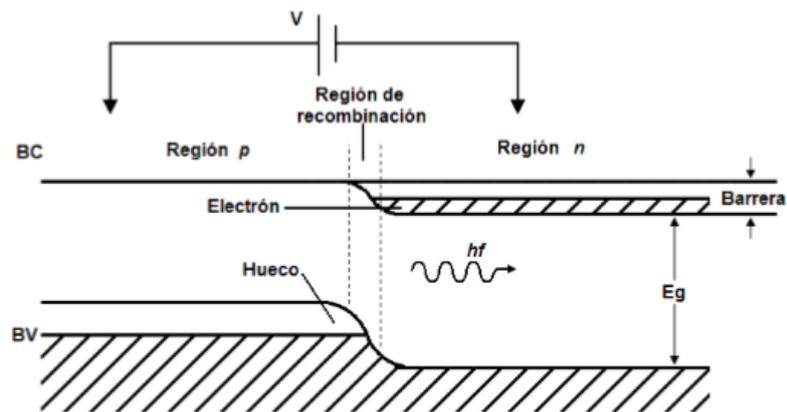


Figura 6. Unión p-n con una tensión de polarización directa $V > 0$

Los portadores que se recombinan son entregados por la fuente de polarización y constituyen la corriente directa del diodo, el voltaje que se debe aplicar es cercano al de la barrera de potencial. Puesto que el potencial es la energía por unidad de carga, V es dado aquí por: ⁽²⁵⁾

$$V \approx \frac{E_g}{e}$$

E_g es la energía de la banda prohibida en Joules, y e es la carga del electrón (1.6×10^{-19} C). Si E_g se expresa en electrón volts (eV), se tiene entonces.⁽²⁵⁾

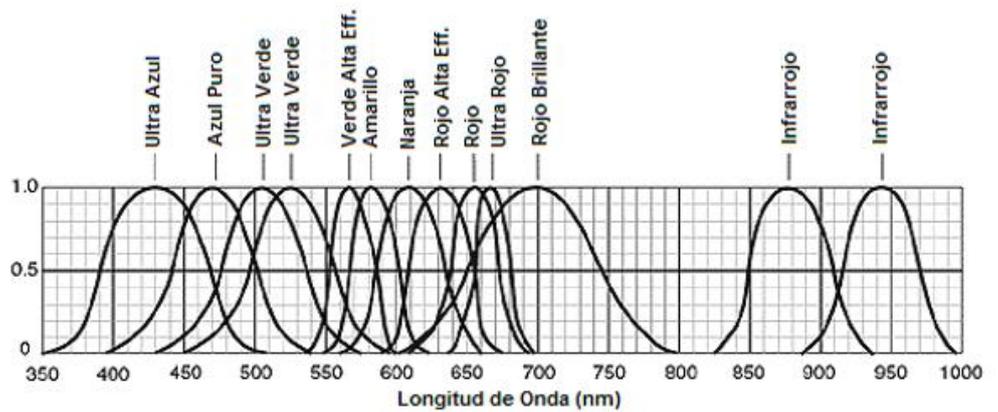
$$V \approx E_g$$

2.4.4 Tipos de LEDs

Como ya se mencionó anteriormente los LED funcionan emitiendo luz de una forma electroluminiscente y su emisión de luz es de tipo espontánea, esto quiere decir, que, en corriente directa, todos los diodos emiten una cierta cantidad de radiación cuando los pares electrón-hueco se recombinan. La energía contenida en un fotón de luz es proporcional a su longitud de onda o su color. Cuanto menor sea el salto de banda de energía del material semiconductor que forma el LED, más elevada será la longitud de onda de la luz emitida.

La Figura 7 muestra una relación de la intensidad relativa, longitud de onda y su ubicación en el espectro de luz visible. Algunos ejemplos de materiales y sus longitudes de onda son:⁽²⁵⁾

Compuesto	Color	Long. de onda
Arseniuro de galio (GaAs)	Infrarrojo	940nm
Arseniuro de galio y aluminio (AlGaAs)	Rojo e infrarrojo	880nm
Arseniuro fosfuro de galio (GaAsP)	Rojo	635nm
Fosfuro de galio y aluminio e indio	Naranja y Amarillo	620nm, 595nm
Fosfuro de galio (GaP)	Verde	565nm
Nitruro de galio (GaN)	Verde aqua	525nm
Nitruro de galio e indio (InGaN)	Azul	470nm
Diamante (C)	Ultravioleta	< 400 nm



7. Relación de intensidad relativa y la longitud de onda

2.4.4.1 Características de los LEDs

- Eficiencia de emisión

La eficiencia del LED es una relación de la cantidad de fotones que puede emitir para generar luz en relación de los pares electrón-hueco que se recombinaron en total, la eficiencia depende de varios factores que son: Absorción, Refracción, Reflexión y del Rendimiento Externo. ⁽²⁵⁾

- **Absorción:** se refiere a la capacidad del material de absorber los fotones que se propagan a través de él. La energía de estos fotones absorbidos provoca que los electrones vayan de la banda de valencia a la banda de conducción. ⁽²⁵⁾

- **Refracción:** cuando un fotón que no sea absorbido llega a la interfaz del semiconductor con el aire, puede que se refleje el fotón al cristal de nuevo siempre y cuando el ángulo de incidencia sea mayor al ángulo crítico. ⁽²⁵⁾

-**Reflexión:** al cruzar la interfaz de semiconductor y aire todavía es posible que el fotón se refleje, de igual manera dependiendo de los índices de refracción de los materiales y del encapsulado del LED. ⁽²⁵⁾

- **Rendimiento Externo:** es la relación del flujo energético externo con la potencia eléctrica suministrada al diodo. Esto se refiere a la facilidad de recombinación de los pares de electrón-hueco.
(25)

- **Tiempo de respuesta**

La luz emitida es proporcional a la corriente suministrada al LED. La luz también depende si la corriente es directa o alterna. En muchas aplicaciones es necesario modular los pulsos de luz, entonces la rapidez de un LED está determinada por el tiempo de vida de los portadores suministrados, es decir, el tiempo que los portadores estén activos en el material. Si las variaciones de corriente son de tal manera que los electrones no tienen tiempo de recombinarse, la luz emitida no es proporcional a la corriente.⁽²⁵⁾

- **Longitud de onda espectral**

Un LED no emite en un espectro puramente monocromático, sino que, a causa de los cambios de temperatura, los portadores tienen una energía que cambia. Estos cambios provocan que los fotones emitidos posean una energía alrededor de la banda prohibida E_g , esta variación de energía corresponde a una variación de la longitud de onda emitida.⁽²⁵⁾

2.5 Gel hidrosoluble

Es un gel viscoso con base de glicerina, que sirve para cubrir materiales de resina fotopolimerizables antes de su polimerización. ⁽⁹⁾

Esto evita la exposición al oxígeno y previene la formación de una capa de inhibición por oxígeno sobre la superficie de las resinas cuando son polimerizadas. Se puede eliminar el gel después de uso con agua. ⁽⁹⁾

Este gel fortalece la unión entre las capas de composite al emplear una técnica de estratificación. Una capa de gel antes de la polimerización final actúa de barrera contra el oxígeno y garantiza una polimerización completa. ⁽⁹⁾

➤ **Ventajas**

- Evita la formación de la capa de inhibición por oxígeno.
- Preserva los delicados detalles superficiales.
- Reduce el trabajo de pulido.
- Aplicación sencilla; con una jeringa y punta. ⁽⁹⁾

➤ **Composición**

Agua purificada; Hidroxietilcelulosa, glicerina refinada, metilparabeno, propilparabeno. ⁽⁹⁾

3. DUREZA

3.1 Definición

Mide la resistencia de la superficie de un material a la penetración por un objeto duro. ⁽²⁾

3.2 Durómetro

Tiene diferentes aplicación específicas como: proporcionar medidas de dureza a piezas de trabajo pequeñas, monitoreo de la carburación o nitridación que manifiesta variaciones en la dureza de un espécimen. ⁽²⁾

3.3 Sistema de medición

3.3.1 Dureza Rockwell

Utiliza una pequeña bola de acero; las bolas tienen diámetros: Ø1/16"; Ø 1/8"; Ø1/4"; Ø 1/2" para materiales blandos y un cono de diamante para materiales duros. ⁽²⁾

La profundidad de la penetración es medida automáticamente por el instrumento y se convierte a índice de dureza Rockwell (HR). ⁽²⁾

Para este estudio se utilizó el sistema de Rockwell superficial, que se utiliza para materiales de poca masa o laminares y su indentador que se uso es de carga de Ø=1/16". ⁽²⁾

A. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

ANTECEDENTES NACIONALES

Carranza López Carmen Rosa. MICRODUREZA SUPERFICIAL EN RESINAS DE NANOTECNOLOGÍA, APLICADAS EN UN SOLO BLOQUE: ESTUDIO IN VITRO. FACULTAD DE ODONTOLOGÍA. UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS.2015. (17)Las propiedades físicas de las resinas compuestas son muy importantes por ello el objetivo del presente estudio fue comparar la microdureza superficial de dos resinas nanohíbridas, aplicadas en bloque – in vitro. Para la muestra se elaboraron bloques cilíndricos de 8mm de diámetro por 4 mm de altura, 10 fueron elaborados con resina nanohíbrida Sonic Fill™ (resina A) y 10 con la resina TetricEvoceram® 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 realizó cinco indentaciones sacando un promedio para el resultado final de cada muestra. Los resultados mostraron 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. Se concluyó que la resina compuesta nanohíbrida A fue la que presentó mayor valor de microdureza respecto a la resina nanohíbrida B.

Aguilar Mollo Melissa Analy. EFECTO DE LA GLICERINA GEL EN LA FORMACION DE LA CAPA INHIBIDA DE OXÍGENO SUPERFICIAL EN LAS RESINAS COMPUESTAS. FACULTAD DE ODONTOLOGÍA. UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES.2012. (1)El objetivo del presente estudio es determinar el efecto de la glicerina gel en la formación de la capa inhibida de oxígeno superficial de las resinas compuestas. El material dental que se usó en esta investigación es la resina compuesta fluida (PROFIL™ FLOW), el material obturador se dividió en dos grupos, uno fue el grupo control y el otro el experimental al cual se le aplicó glicerina (BLOCK ACTION FORM, gel

bloqueador de oxígeno) en la superficie de los discos, luego las muestras fueron llevadas a los tubos de ensayo los cuales tenían metanol. Se utilizó la cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC) para determinar las concentraciones de monómeros residuales. El nivel de concentración del monómero TEGDMA ppm entre el grupo control y experimental demostró una diferencia altamente significativa y la concentración de monómero de BisGMA en ppm entre el grupo control y experimental presentó una alta diferencia significativa.

Rodríguez Capristan Jessica Paola. MICROFILTRACIÓN IN VITRO EN LAS RESTAURACIONES CON RESINAS UTILIZANDO UNA APLICACIÓN DE SOLUCIÓN VISCOSA DE GLICERINA. FACULTAD DE ODONTOLOGÍA. UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO ORREGO (TRUJILLO). 2010. (20) El presente estudio tuvo como propósito comparar la microfiltración in vitro en las restauraciones con resina utilizando una aplicación de solución viscosa de glicerina. El estudio incluyó un total de 20 piezas dentarias (premolares) según los criterios de inclusión, en las cuales se realizaron cavidades clase II en mesial y distal, prosiguiendo con la técnica de grabado y acondicionamiento ácido. Posteriormente se continuó con la técnica de obturación de resinas y se aplicó glicerina en gel sobre toda la superficie en una de las restauraciones de cada diente. La filtración fue observada con un microscopio estereoscópico con 4x de aumento. Los resultados obtenidos permitieron concluir que el promedio de microfiltración en las restauraciones con resinas sin la aplicación de glicerina gel fue 1.45mm., mientras que el promedio de microfiltración en las restauraciones con resinas con la aplicación de glicerina fue 0.72mm. Se observó que la microfiltración en restauraciones con resinas con la aplicación de glicerina en gel fue menor que en las que prescindimos de ella.

Cruz Hernández YeseniaMarelin. RESISTENCIA FLEXURAL DE UNA RESINA DE NANOPARTÍCULAS UTILIZANDO DOS TÉCNICAS DE POLIMERIZACION CON LUZ EMITIDA POR DIODOS. FACULTAD DE ODONTOLOGÍA. UNIVERSIDAD SAN MARTÍN DE PORRES.2011 (8)Se confeccionaron 30 especímenes de resina Filtek Z350- 3M, se dividieron en 2 grupos de 15 especímenes cada uno, un grupo fue polimerizado con técnica Rampa (0-650Mw/cm²-durante 5s, seguido por 15s en 1600Mw/cm²) y otro grupo polimerizado con técnica softstart (650Mw/cm² durante 10s, e inmediatamente 1600mW/cm² durante los 10s restantes), se pulieron y se almacenaron en agua destilada y luego de 24h se sometieron a una prueba de flexión en el aparato Houndsfield. La resina compuesta de nanopartículas Z350 polimerizada con técnica softstart presenta la media más alta para resistencia a la flexión (163.52 Mpa) y especímenes polimerizados con técnica Rampa presentó (144.77Mpa).

ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Rodríguez G. Douglas R.; Pereira S. Natalie A. EVOLUCIÓN Y TENDENCIAS ACTUALES EN RESINAS COMPUESTAS. ACTA ODONTOLÓGICA VENEZOLANA.2008. (21) La introducción de la tecnología de las resinas compuestas dentro de la odontología restauradora, ha sido una de las contribuciones más significativas para la odontología en los últimos veinte años. Las ventajas de las restauraciones adheridas a la estructura dental, incluyen conservación de tejido dental sano, reducción de la microfiltración, prevención de la sensibilidad postoperatoria, refuerzo de la estructura dental y la transmisión / distribución de las fuerzas masticatorias a través de la interfase adhesiva del diente. A pesar de sus ventajas, las resinas compuestas presentan significativas deficiencias en cuanto a su desempeño, sobre todo lo relacionado con la contracción de polimerización y al estrés que esta produce en la interfase diente - restauración. Actualmente, las mejoras en las formulaciones, el desarrollo de nuevas técnicas de colocación y la optimización de sus propiedades físicas y mecánicas, han hecho la restauración de resina compuesta más confiable y predecible.

C.Carrillo.S&M.Monroy.P.MATERIALES DE RESINAS COMPUESTAS Y SU POLIMERIZACIÓN.Revista Órgano Oficial de la Asociación Dental Mexicana. Vol.LXV N°4, Julio-Agosto, 2009. (5) Una de las principales razones para el índice de fracasos en las restauraciones de resinas compuestas, es la falta de una adecuada polimerización de las resinas fotopolimerizables. Todos los dentistas deben de entender, no solo la química de la polimerización y la física de la luz, sino todo el proceso de la polimerización por luz para obtener los mejores resultados posibles en las restauraciones de resinas compuestas colocadas.

Castillo Alejandro. EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA FLEXURAL DE LA RESINA COMPUESTA AMELOGEN PLUS (ULTRADENT), CON EL USO O NO DE MATERIALES RESINOSOS ENTRE CAPAS DE RESINA. Facultad de Odontología. Universidad San Francisco de Quito. Quito, Diciembre 2011. (6) Este estudio fue evaluar la resistencia flexural de la resina compuesta Amelogen Plus (Ultradent), con el uso o no de materiales resinosos entre capas de resina. Fueron considerados tres grupos de estudio: el grupo control constaba de 15 bloques de resina elaborados en dos capas, sin ningún material interpuesto; el grupo experimental 1 estaba formado por 15 bloques de resina, con la aplicación de adhesivo PQ1 (Ultradent) entre capas y el grupo experimental 2 constituido por 15 bloques de resina, con la aplicación de WettingResin (Ultradent) entre capas. Los especímenes fueron fotocurados usando la lámpara LED VALO (Ultradent) por 20 segundos cada capa y luego almacenado a temperatura ambiente por dos días antes de realizar la prueba. Posteriormente, fueron posicionados en un soporte con dos columnas paralelas distanciadas 20 mm y cargadas en la mitad con un dispositivo hasta que la fractura ocurra.

Villavicencio Martínez Mauricio Andrés. ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA TENSION DIAMETRAL DE UNA RESINA COMPUESTA FOTOPOLIMERIZADA CON UNA LÁMPARA L.E.D Y UNA LÁMPARA HALÓGENA CONVENCIONAL.FACULTAD DE ODONTOLOGÍA. UNIVERSIDAD DE CHILE.2005. (26)En este trabajo se comparó la resistencia a la tracción diametral de una resina compuesta al ser fotopolimerizada con una lámpara halógena convencional y una lámpara tipo L.E.D. Para esto se conformaron dos grupos experimentales, uno donde sería utilizada una lámpara halógena convencional (marca 3M, XL3000, EE.UU.) y otro donde sería utilizada una lámpara tipo L.E.D. (marca RADII, SDI, Australia). Se confeccionaron catorce cuerpos de prueba de resina de restauración directa 3M ESPE Filtek™ Z-250 de forma cilíndrica de 6mm de diámetro por 3mm de alto para cada lámpara de fotocurado. Con fines de aplicación clínica se utilizaron los tiempos indicados por los fabricantes de las lámparas para fotopolimerizar los cuerpos de prueba, los cuales fueron 25 segundos para la lámpara L.E.D. y 40 segundos para la lámpara halógena convencional. Cada cuerpo de prueba se sometió al test de tensión diametral usando una máquina de ensayo universal INSTRON, disponiéndose cada cuerpo en forma diametral en la platina de carga, para luego ser comprimidas con una fuerza continua de 500Kg a una velocidad de desplazamiento de 1cm/min hasta su resistencia máxima.Los resultados obtenidos fueron en promedio de 66.88 Mpa para los que fueron fotopolimerizados con la lámpara L.E.D. y 64.9 Mpa para los que fueron fotopolimerizados con la lámpara halógena convencional. Se concluye que no existe diferencia significativa con respecto a la resistencia a la tensión diametral obtenida al fotopolimerizar una resina compuesta con una lámpara u otra.

Baldion.P.E, Vaca.D.H, .Alvarez.C.S., Agaton.D. M. ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE DIFERENTES TIPOS DE RESINA COMPUESTA. Revista colombiana de investigación en odontología. Vol.1 N°3, 2010. (3) Se confeccionaron 10 probetas en un anillo abierto de 2 mm de altura, para llevar a cabo el ensayo de dureza en un microindentador Vickers. Para las 10 muestras de módulo elástico y resistencia compresiva se utilizó un molde cilíndrico metálico de 5.0 mm de diámetro y 8.0 mm de altura; que fueron probadas en la Máquina Universal de Ensayos Shimadzu A64S 5kN a una velocidad de 1 mm/min, hasta producir la fractura. Se encontró diferencia estadísticamente significativa entre la dureza de las tres resinas, siendo mayor la de Z-250. La resistencia compresiva es mayor en la P-90; y el módulo elástico es mayor en la Z250. Bajo las condiciones de este estudio se puede concluir que el comportamiento mecánico de las resinas a base de metacrilatos y siloranos está regido por su composición y principalmente por el relleno inorgánico, su tipo, porcentaje, tamaño y tratamiento de las partículas. A mayor porcentaje de relleno inorgánico mayor dureza y a menor tamaño de partícula, menor módulo elástico.

B. HIPÓTESIS

Dado que el oxígeno actúa como un inhibidor de la polimerización de las resinas compuestas, el gel hidrosoluble se utilizará como un aislante de oxígeno y así evitaremos la formación de la capa de inhibición por oxígeno durante el proceso de polimerización.

Es probable que utilizando gel hidrosoluble en la polimerización de las resinas compuestas nanohíbridas genere mejores resultados de dureza.

CAPITULO III
METODOLOGÍA
DE LA
INVESTIGACIÓN

1. AMBITO DE ESTUDIO

Universidad Nacional de San Agustín, laboratorio de la facultad de Ingeniería Metalúrgica.

2. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

A) Tipo de estudio

La presente investigación es de tipo **experimental**, porque se manipulo las unidades de estudio para comparar la dureza de las resinas compuestas nanohíbridas polimerizadas con y sin gel hidrosoluble.

B) Diseño de Investigación

- De acuerdo a la temporalidad:

Transversal

Puesto que se realizó la medición de variables sobre la unidad de estudio.

- De acuerdo al lugar donde se obtendrán los datos :

Laboratorial

Porque se recolectaron los datos en el laboratorio.

- De acuerdo al momento de la recolección de datos:

Prospectiva

Los datos que se recolectaron, fueron tomados conforme se desarrolló la investigación.

- De acuerdo a la finalidad investigativa:

Comparativa

Puesto que el objetivo del trabajo fue comparar la dureza de las resinas compuestas nanohíbridas polimerizadas con y sin gel hidrosoluble.

3. UNIDADES DE ESTUDIO

Las unidades de estudio estuvieron constituidas por muestras que se evaluaron en la Universidad Nacional de San Agustín, laboratorio de la facultad de Ingeniería Metalúrgica.

4. POBLACIÓN Y MUESTRA

Por conveniencia se utilizaron 16 muestras de resina compuesta nanohíbrida con gel hidrosoluble y sin gel hidrosoluble.

Grupo A: Grupo experimental 8 muestras con gel hidrosoluble.

Grupo B: Grupo control 8 muestras sin gel hidrosoluble.

$$N = \frac{Z\alpha^2 \cdot p \cdot q}{E^2}$$

$Z\alpha$ = Nivel de confianza del estudio: 95% (1.96)

P= Probabilidad de ocurrencia del fenómeno en estudio: 99%

Q= 100 – p = 1%

E= Error muestral = 5 %

Reemplazando:

$$n = \frac{(1.96)^2(99)(1)}{(5)^2} = 15.20 \Rightarrow \mathbf{16}$$

por ser dos grupos.

A. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Muestras de resina nanohíbrida fotopolimerizadas sin gel hidrosoluble.
- Muestras de resina nanohíbrida fotopolimerizadas con gel hidrosoluble.

B. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Resinas compuestas que no sean nanohíbridas.

5. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS:

A. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES

Variable principal:

DUREZA

Variable	Indicador	Naturaleza	Escala de medición	Tipo de variable
DUREZA	NEWTON/mm ²	Cuantitativa	Razón	Principal

B. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN.

- TÉCNICAS

La técnica que se utilizó en esta investigación fue la Observación, porque el registro de los datos se hizo con la ayuda de instrumentos mecánicos como el ensayo de compresión utilizando la máquina de ensayo Universal.

- INSTRUMENTO

Se utilizó una ficha de observación (Anexo 1).

6. PRODUCCIÓN Y REGISTRO DE DATOS

- En primer lugar, se realizó una matriz, de material de teflón, con un diámetro de 5mm y de altura de 4mm.
- De ahí se realizaron 16 muestras de resina compuesta nanohíbrida, divididas en dos grupos iguales, un grupo sin gel hidrosoluble y el otro grupo con gel hidrosoluble que se aplica 0.2mm en la superficie de la resina.
- Se llevó el composite a la matriz con una espátula de resina.
- Con la ayuda de un atacador de resina, se atacó para eliminar burbujas.
- Para el grupo con y sin gel hidrosoluble se polimerizó con la lámpara WoodpeckerLed C a su máxima potencia de 800 mW/cm², durante disparos de 20 segundos.
- El mismo protocolo se realizó en el grupo que se aplicó el gel hidrosoluble antes de polimerizar.
- Luego se realiza a cada muestra el pulido con las gomas de pulir.
- Una vez listas las muestras, se consultó en la Universidad San Agustín, en el laboratorio de la facultad de Ingeniería Metalúrgica.
- Luego se procedió en llevar las muestras de resinas compuestas con gel hidrosoluble y sin gel hidrosoluble.
- Se utilizó el equipo: Durómetro INDENTEC, este equipo uso una pequeña bola de acero Ø 1/16"; por ser un material blando. La profundidad de la penetración es medida automáticamente por el instrumento y se convierte a índice de dureza Rockwell (HR) y tiene la opción se convertirlo a NEWTON/mm².
- Se hicieron en cada muestra tres tomas en diferentes puntos, en forma de triángulo, sacando un promedio de cada muestra.
- Posteriormente se llena la ficha de observación (Anexo 1)

7. TÉCNICAS DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La tabulación de los datos se realizó a través de la confección de una matriz de sistematización en una hoja de cálculo Excel versión 2010. Respecto al procesamiento de información, esta se llevó a cabo de manera computacional. La presentación de los datos se hizo a partir de la confección de tablas de simple y doble entrada, y gráficos de barras.

El análisis de los datos se llevó a cabo a través de la aplicación de la estadística descriptiva, para lo cual se calculó medidas de tendencia central (media aritmética) y de dispersión (desviación estándar y valores mínimo y máximo). Luego se procedió a demostrar la comparación de la dureza entre los dos grupos de estudio; calculándose para tal fin la prueba estadística t de Student, a un nivel de significancia del 95% (0.05). La totalidad del proceso estadístico se llevó a cabo con la ayuda del software EPI-INFO versión 6.0

8. RECURSOS

1.- HUMANOS

- Investigadora : Bach. Marcia Lucianne Gisell Gonzales Justo

- Asesores:
- Asesor Director : CD. Pedro Javier Gamero Oviedo
- Asesor metodológico : Dr. Xavier Sacca Urday
- Asesor de redacción : Dra. María Luz Nieto Muriel

2.- FINANCIEROS

El presente trabajo de investigación, fue financiado, en su totalidad, por la investigadora.

3.- MATERIALES

Materiales y equipos de escritorio

Materiales

- Papel Bond A4 500 hojas
- Lapicero indeleble
- Fólderres

Equipos

- Laptop
- Impresora
- Perforador
- Memoria USB

Materiales e instrumental odontológico

Materiales

- Resina Nanohíbrida de Fotocurado
- Guantes de látex
- Barbijo
- Cintas de celuloide
- Jeringa descartable

Instrumentales

- Espátula para resina
- Atacador para resina
- Lámpara LED de fotocurado.
- Máquina de Ensayo Universal
- Calibrador tipo Vernier
- Gomas de pulir
- Platina de vidrio
- Recipientes con divisiones y tapa
- Matriz

4.- INSTITUCIONALES

Universidad Alas Peruanas –Filial Arequipa

Universidad Nacional de San Agustín.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y

DISCUSIÓN

1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

TABLA N° 1

COMPARACIÓN DE LA DUREZA DE RESINAS COMPUESTAS NANOHÍBRIDAS EN EL PUNTO UNO SEGÚN GRUPO DE ESTUDIO

Dureza N/mm ²	Grupo de Estudio	
	Con Gel	Sin Gel
Media Aritmética	379.50	360.25
Desviación Estándar	9.41	20.38
Valor Mínimo	370	334
Valor Máximo	396	394
Total	8	8

Fuente: Matriz de datos

P = 0.029 (P < 0.05) S.S.

INTERPRETACIÓN:

La tabla N° 1 nos presenta información de la muestra uno respecto a la dureza de las resinas compuestas nanohíbridas, observándose que aquellas que fueron polimerizadas con gel hidrosoluble alcanzaron una dureza promedio de 379.50 N/mm², mientras que las que se polimerizaron sin utilizar el gel, llegaron a un valor promedio de 360.25 N/mm²; comparando ambos valores, se ha encontrado que sus diferencias son estadísticamente significativas, es decir, el agregar el gel a la polimerización le confiere mayor dureza a la resina compuesta nanohíbrida.

GRÁFICO N° 1

COMPARACIÓN DE LA DUREZA DE RESINAS COMPUESTAS NANOHÍBRIDAS
EN EL PUNTO UNO SEGÚN GRUPO DE ESTUDIO

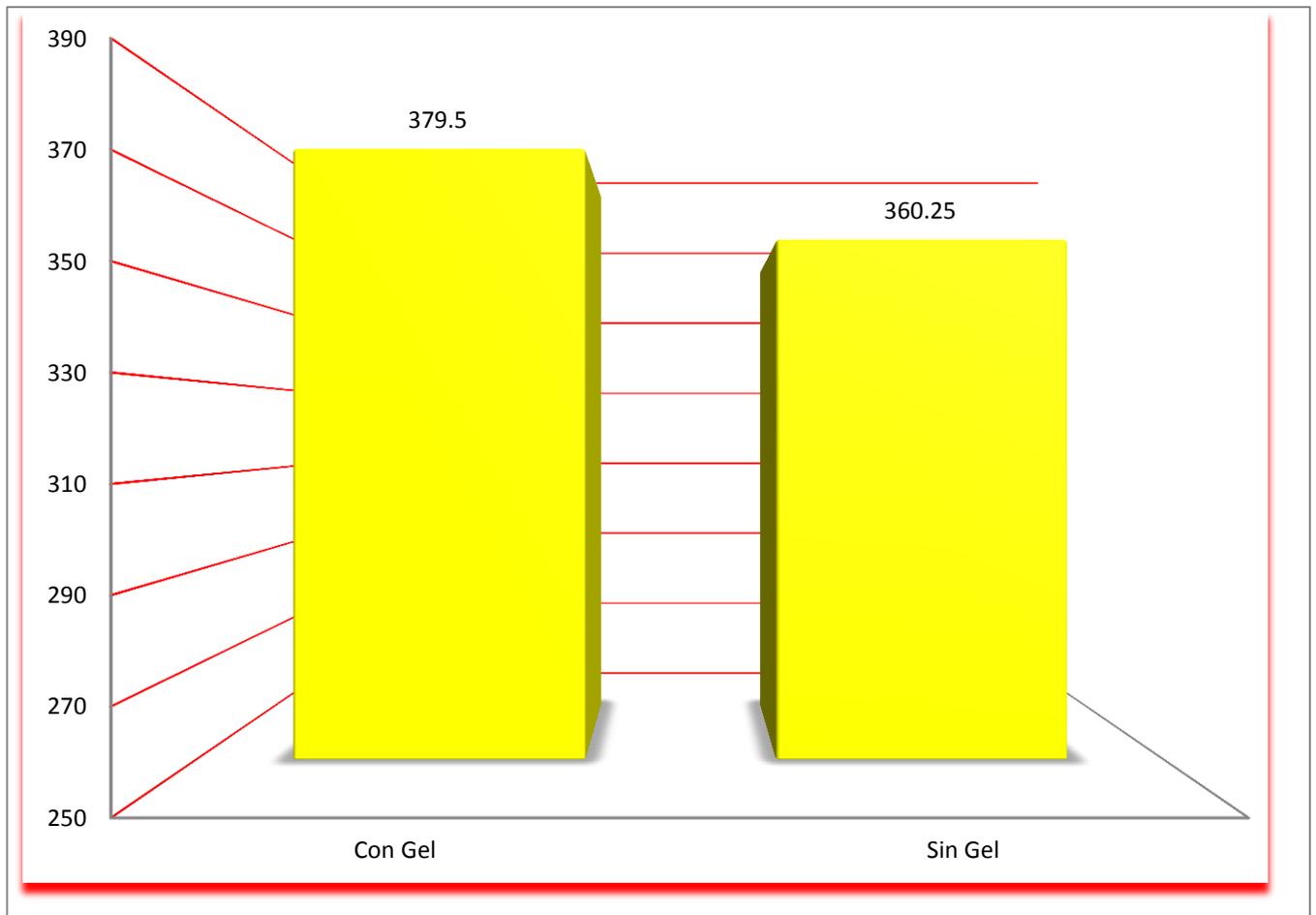


TABLA N° 2**COMPARACIÓN DE LA DUREZA DE RESINAS COMPUESTAS NANOHÍBRIDAS
EN EL PUNTO DOS SEGÚN GRUPO DE ESTUDIO**

Dureza N/mm ²	Grupo de Estudio	
	Con Gel	Sin Gel
Media Aritmética	389.75	369.75
Desviación Estándar	14.13	10.05
Valor Mínimo	365	359
Valor Máximo	409	390
Total	8	8

Fuente: Matriz de datos

P = 0.006 (P < 0.05) S.S.

INTERPRETACIÓN:

La tabla N° 2 nos presenta información de la muestra dos respecto a la dureza de las resinas compuestas nanohíbridas, observándose que aquellas que fueron polimerizadas con gel hidrosoluble alcanzaron una dureza promedio de 389.75 N/mm², mientras que las que se polimerizaron sin utilizar el gel, llegaron a un valor promedio de 369.75 N/mm²; comparando ambos valores, se ha encontrado que sus diferencias son estadísticamente significativas, es decir, el agregar el gel a la polimerización le confiere mayor dureza a la resina compuesta nanohíbrida.

GRÁFICO N° 2

COMPARACIÓN DE LA DUREZA DE RESINAS COMPUESTAS NANOHÍBRIDAS
EN EL PUNTO DOS SEGÚN GRUPO DE ESTUDIO

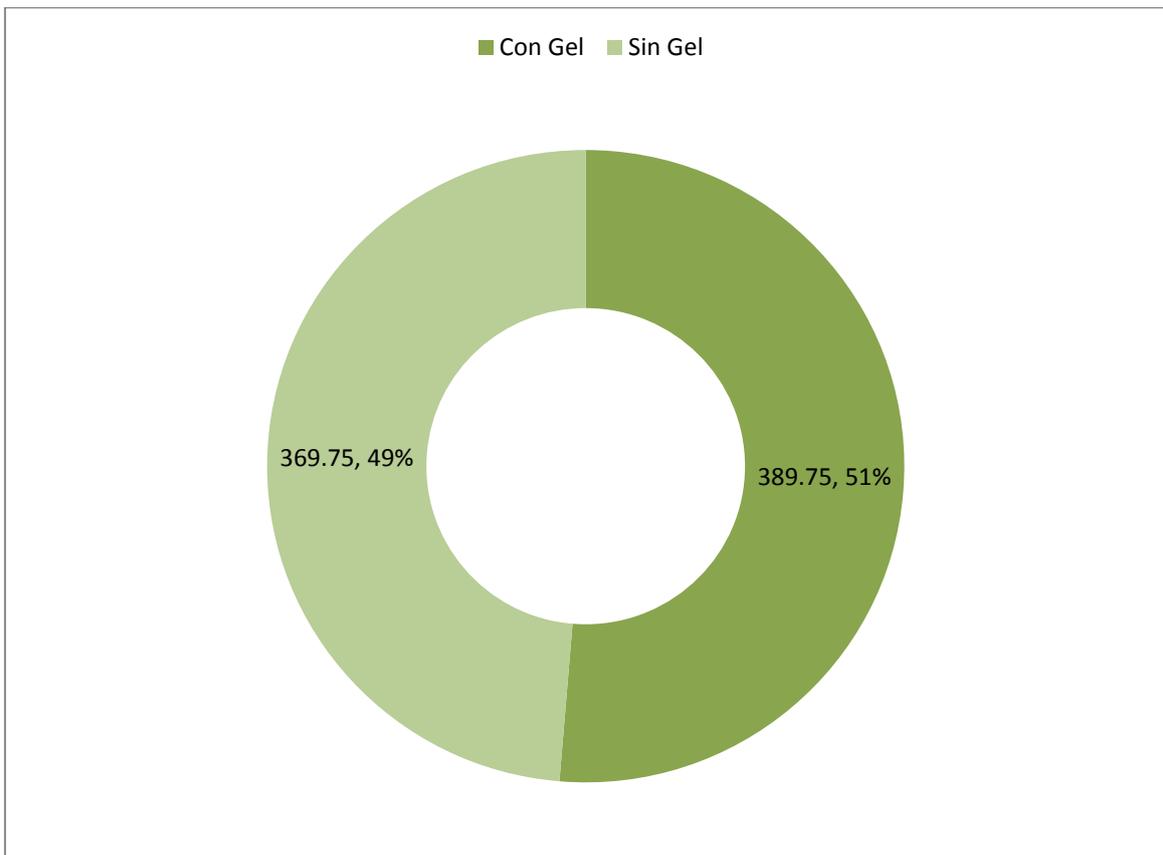


TABLA N° 3**COMPARACIÓN DE LA DUREZA DE RESINAS COMPUESTAS NANOHÍBRIDAS
EN EL PUNTO TRES SEGÚN GRUPO DE ESTUDIO**

Dureza N/mm ²	Grupo de Estudio	
	Con Gel	Sin Gel
Media Aritmética	385.62	357.50
Desviación Estándar	12.88	14.83
Valor Mínimo	370	338
Valor Máximo	409	374
Total	8	8

Fuente: Matriz de datos P = 0.001 (P < 0.05) S.S.

INTERPRETACIÓN:

La tabla N° 3 nos presenta información de la muestra tres respecto a la dureza de las resinas compuestas nanohíbridas, observándose que aquellas que fueron polimerizadas con gel hidrosoluble alcanzaron una dureza promedio de 385.62 N/mm², mientras que las que se polimerizaron sin utilizar el gel, llegaron a un valor promedio de 357.50 N/mm²; comparando ambos valores, se ha encontrado que sus diferencias son estadísticamente significativas, es decir, el agregar el gel a la polimerización le confiere mayor dureza a la resina compuesta nanohíbrida.

GRÁFICO N° 3

COMPARACIÓN DE LA DUREZA DE RESINAS COMPUESTAS NANOHÍBRIDAS
EN EL PUNTO TRES SEGÚN GRUPO DE ESTUDIO

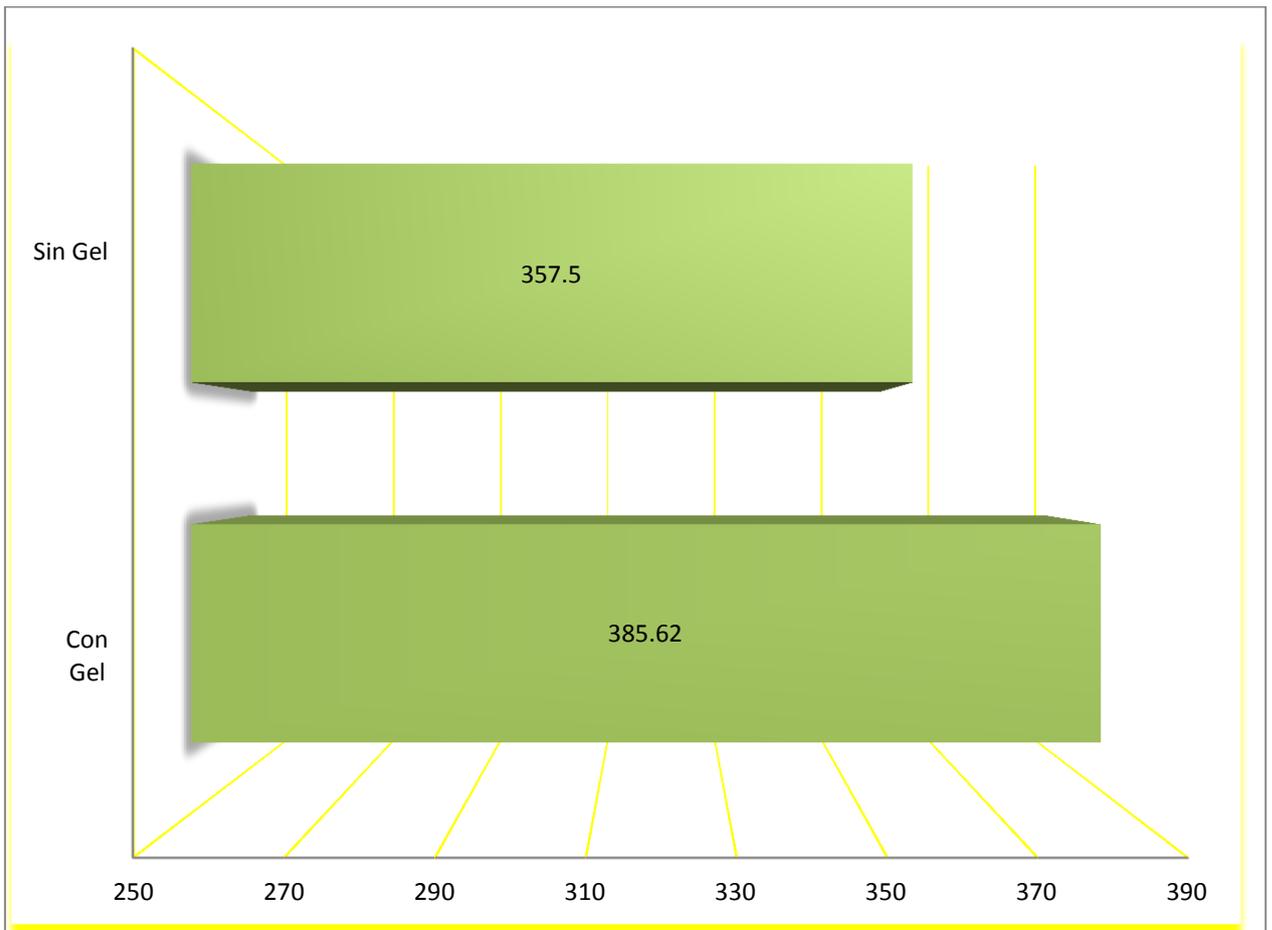


TABLA N° 4**COMPARACIÓN DE LA DUREZA DE RESINAS COMPUESTAS NANOHÍBRIDAS
SEGÚN GRUPO DE ESTUDIO**

Dureza N/mm ²	Grupo de Estudio	
	Con Gel	Sin Gel
Media Aritmética	384.95	362.50
Desviación Estándar	6.98	8.31
Valor Mínimo	370.33	352.00
Valor Máximo	391.67	371.00
Total	8	8

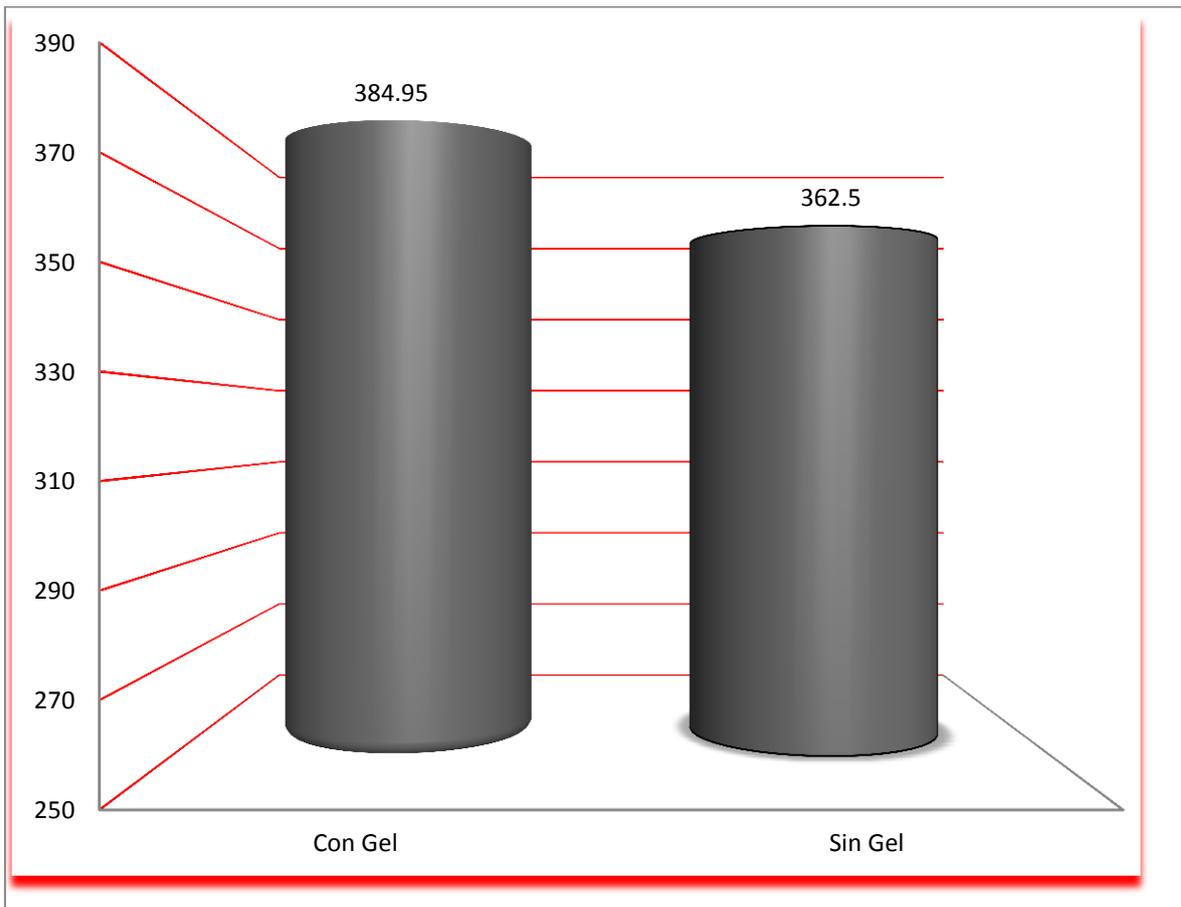
Fuente: Matriz de datos P = 0.000 (P < 0.05) S.S.

INTERPRETACIÓN:

La tabla N° 4 nos presenta información de la dureza de las resinas compuestas nanohíbridas tomando como referencia las tres muestras en global, observándose que aquellas que fueron polimerizadas con gel hidrosoluble alcanzaron una dureza promedio de 384.50 N/mm², mientras que las que se polimerizaron sin utilizar el gel, llegaron a un valor promedio de 362.50 N/mm²; comparando ambos valores, se ha encontrado que sus diferencias son estadísticamente significativas, es decir, el agregar el gel a la polimerización le confiere mayor dureza a la resina compuesta nanohíbrida.

GRÁFICO N° 4

COMPARACIÓN DE LA DUREZA DE RESINAS COMPUESTAS NANOHÍBRIDAS
SEGÚN GRUPO DE ESTUDIO



2. DISCUSIÓN

Los resultados en la presente investigación muestran que hubo diferencias significativas para la comparación de dureza de las resinas compuestas nanohíbridas polimerizadas con gel hidrosoluble

Coincidiendo con los resultados de Paula Baldion Elorza, Deisy Vaca Hortua, Cesar Álvarez Silva, Diego Agaton Montes, que la comparación de la dureza de tres resinas compuestas son significativas.

Estos datos se asemejan en el estudio de Rolan Suarez, Felipe Lozano, en su comparación de dureza de resinas nanotecnología en el momento del pulido fue significativo.

Por otro lado los resultados del trabajo de Carmen López Carranza se vio que al aplicar en un solo bloque va a haber microdureza superficial en resinas nanotecnología.

También coincide con el trabajo de Paola Jessica Rodríguez Capristan, se basó en las restauraciones con resinas que usando la solución viscosa de glicerina se presentó micro filtración.

También se vio de Melissa Analy Aguilar Mollo, que evaluaron el efecto de la glicerina gel logro la eliminación de la capa inhibida en restauraciones.

Estos resultados se asemejan con el trabajo de Patricia Catherine Rojas Jadan, fuerza de adhesión, compararon entre dos técnicas diferentes entre capas de resina cuando han perdido la capa inhibida de oxígeno.

En este estudio tiene concordancia con el trabajo de Jimmy A. Málaga Rivera, que realizaron el comportamiento in vitro de la dureza en dos resinas compuestas, expuestas en peróxido de carbamida al 10% con carbopol.

En este trabajo se asemeja con el trabajo de Edison David Huayhua Revolledo, que vieron la resistencia compresiva de resinas compuestas microhíbridas y nanohíbridas.

CONCLUSIONES

PRIMERA:

La dureza de las resinas compuestas nanohíbridas polimerizadas con gel hidrosoluble fue de 384.50 N/mm².

SEGUNDA:

La dureza de las resinas compuestas nanohíbridas polimerizadas sin gel hidrosoluble fue de 362.50 N/mm².

TERCERA:

Comparando la dureza de las resinas compuestas nanohíbridas polimerizadas tanto con gel hidrosoluble (384.50 N/mm²) como sin gel (362.50 N/mm²) las diferencias encontradas son estadísticamente significativas ($P = 0.000$) es decir, el agregar gel a la polimerización le confiere mayor dureza a la resina compuesta nanohíbrida. Entonces, contrastando este resultado con la hipótesis planteada, esta se acepta.

RECOMENDACIONES

PRIMERA:

Se recomienda a los odontólogos incorporar en el protocolo de restauraciones directas con resina la utilización del gel hidrosoluble, para evitar la formación de la capa inhibida de oxígeno y así aumentar la dureza del material mejorando su performance clínico.

SEGUNDA:

Se recomienda a los futuros tesisistas llevar a cabo estudios similares, utilizando otro tipo de resinas polimerizables y también en diferentes marcas.

TERCERA

Se sugiere a los futuros tesisistas realizar otra investigación donde se evalúe al gel hidrosoluble para ver si mantiene la estabilidad en el color y la retención de pulido, en el tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Aguilar Mollo, Melissa Analy CD. EFECTO DE LA GLICERINA GEL EN LA FORMACION DE LA CAPA INHIBIDA SUPERFICIAL EN LAS RESINAS COMPUESTAS. Facultad de Odontología. Universidad San Martín de Porres. Lima-2012.
2. Askeland. D. CIENCIA E INGENIERIA DE LOS MATERIALES. 3ra Edición. Editorial Thomson.1998.
3. Baldion. P. E, D. Vaca. H, C. Alvarez S, D. Agaton M. ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE DIFERENTES TIPOS DE RESINA COMPUESTA. Revista colombiana de investigación en odontología. Vol.1 N°3, 2010.
4. Baratieri L.N, S. Monteiro. ODONTOLOGIA RESTAURADORA. 2DA EDICION, Editorial SANTOS.
5. Carrillo. C. S, Monroy. P. M. MATERIALES DE RESINAS COMPUESTAS Y SU POLIMERIZACION. Revista Órgano Oficial de la Asociación Dental Mexicana. Vol. LXV N°4, Julio-Agosto, 2009.
6. Castillo A. EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA FLEXURAL DE LA RESINA COMPUESTA AMELOGEN PLUS (ULTRADENT), CON EL USO O NO DE MATERIALES RESINOSOS ENTRE CAPAS DE RESINA. Facultad de Odontología. Universidad San Francisco de Quito. Quito, Diciembre 2011.
7. Cova J. N. BIOMATERIALES DENTALES. 2DA EDICION, Editorial AMOLCA. 2010.
8. Cruz Hernández, Yesenia Marelin. Resistencia flexural de una resina de nanopartículas utilizando dos técnicas de polimerización con luz emitida por diodos. Facultad de Odontología. Universidad San Martín de Porres. Lima, 2011.
9. Disponible en : www.ultradent.com/es/Productos-Dentales/Acabado/Barrera-contra-oxigeno/DeOx/Pages/default.aspx
10. Disponible en: <http://www.coadental.com/uploads/Archivo345.pdf>

11. Echeverría. J.&J. Pumarola. EL MANUAL DE ODONTOLOGÍA. 2DA EDICIÓN, Editorial Elsevier Masson.2008.
12. Geissberger. M. ODONTOLOGÍA ESTÉTICA EN LA PRÁCTICA CLÍNICA. Editorial ALMOCA.Caracas.2012
13. Hatrick.C&W. Stephan&W.Bird. MATERIALES DENTALES APLICACIONES CLÍNICAS. Manual moderno, México.
14. Henostroza G.ADHESIÓN EN ODONTOLOGÍA RESTAURADORA. Editora Maio, Brasil 2003.
15. Hervas.A.G&M.Martinez.L&J.Cabanes.V&A.Barjau.E&P.Fos.G.RESINAS COMPUESTAS, REVISIÓN DE LOS MATERIALES E INDICACIONES CLÍNICAS. Med. oral patol.oral.cir.bucal.Vol11 N°2, Marzo-Abril, 2006.
16. Lanata E.J.OPERATORIA DENTAL ESTÉTICA Y ADHESION. BUENOS AIRES, GRUPO GUÍA.2003.
17. López Carranza, Carmen Rosa. CD.MICRODUREZA SUPERFICIAL EN RESINAS DE NANOTECNOLOGIA, APLICANDO EN UN SOLO BLOQUE. Facultad de Odontología. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.Lima-2015.
18. Ortega. Estudio comparativo in vitro de la resistencia al desgaste de 3 resinas compuestas de nanotecnología y 3 resinas compuestas convencionales. Chile, 2005.
19. Reise.A&A.Loguercio. MATERIALES DENTALES DIRECTOS DE LOS FUNDAMENTOS A LA APLICACIÓN CLÍNICA. Editorial Santos.2012
20. Rodríguez Capristan, Jessica Paola. Micofiltración in vitro en las restauraciones con resinas utilizando una aplicación de solución viscosa de glicerina. Facultad de odontología. Universidad Privada Antenor Orrego.Trujillo.2010.
21. Rodríguez G.D&Pereira S.N.EVOLUCION Y TENDENCIAS ACTUALES EN RESINAS COMPUESTAS. Acta Odontol.Venez.Vol46N°3, Caracas, Diciembre-2008.

22. Saravia M. LUZ EMITIDA POR DIODOS PARA/FOTOPOLIMERIZACIÓN DE RESINAS COMPUESTAS USADAS EN ODONTOLOGIA.2005. (Disponible en:<http://www.odontologia.online.com/casos/part/MAS/MAS05.html>IED)
23. Suarez.R&Lozano.F. COMPARACIÓN DE LA DUREZA SUPERFICIAL DE RESINAS DE NANOTECNOLOGIA, SEGÚN ELMOMENTO DEL PULIDO. Revista Estomatol. Herediana, Enero-Marzo, 2014.
24. Toledano.M.P&R.Osorio.R&F.Sanchez.A&E.Osorio.R.ARTE Y CIENCIA DE LOS MATERIALES ODONTOLÓGICOS. Ediciones Avances.2009.
25. Valdez DA, Caracterización de tiempos de respuesta de un OLED. Universidad de Sonora. México, 2008. <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/19203/Capitulo1.pdf>
26. Villavicencio Martínez, Mauricio Andrés. Estudio comparativo in vitro de la resistencia a la tensión diametral de una resina compuesta fotopolimerizada con una lámpara L.E.D y una lámpara halógena convencional. FACULTAD DE ODONTOLOGÍA.UNIVERSIDAD DE CHILE.Santiago-Chile-2005.

ANEXOS

ANEXO N°1

FICHA DE OBSERVACIÓN EXPERIMENTAL PARA LA DUREZA

N° MUESTRAS	CARGA MÁXIMA DE MUESTRAS SIN GEL			PROMEDIO DE DUREZA (NEWTON/mm ²)
	1 ^{er} Punto	2 ^{do} Punto	3 ^{er} Punto	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
N° MUESTRAS	CARGA MÁXIMA DE MUESTRAS CON GEL			PROMEDIO DE DUREZA (NEWTON/mm ²)
	1 ^{er} Punto	2 ^{do} Punto	3 ^{er} Punto	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

8				
---	--	--	--	--

ANEXO Nº2



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



CERTIFICADO

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

ENSAYO REALIZADO : DUREZA HR15T
MUESTRA : MUESTRAS RESINA DENTAL.
Nº DE MUESTRAS : 16
EQUIPO UTILIZADO : DUROMETRO ROCWELL, MARCA INDECTEC
SOLICITANTE : MARCIA LUCIANNE GISELL, GONZALES JUSTO

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESCALA : HR15T								
Muestra	Muestra con Gel			Promedio	Muestra sin Gel			Promedio
1	80.8	80.3	81.4	80.83	77.2	82.3	77.6	79.03
2	80.8	83.2	82.6	82.20	82.5	79.6	78.1	80.07
3	82.1	82.8	80.8	81.90	77.2	80.6	79.2	79.00
4	81.0	82.2	81.9	81.70	79.1	79.9	78.1	79.03
5	81.6	81.5	83.2	82.10	81.3	80.2	81.2	80.90
6	81.5	82.5	82.5	82.17	80.4	81.3	80.6	80.77
7	82.6	82.8	81.7	82.37	79.5	80.4	81.2	80.37
8	82.2	82.1	81.9	82.07	80.7	81.3	80.4	80.80
ESCALA : N/mm ²								
Muestra	Muestra con Gel			Promedio	Muestra sin Gel			Promedio
1	370	365	376	370.33	334	390	338	354.00
2	370	409	396	391.67	394	359	343	365.33
3	385	400	370	385.00	334	368	354	352.00
4	372	388	381	380.33	353	361	343	352.33
5	378	377	409	388.00	375	364	374	371.00
6	377	394	394	388.33	366	375	368	369.67
7	396	400	378	391.33	357	366	374	365.67
8	388	385	381	384.67	369	375	366	370.00

NOTA: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

Arequipa, 28 de Noviembre del 2016

Ing. Guido Quispe Ampuero
CIP Nº 103532

GUIDO F. QUISPE AMPUERO
INGENIERO METALURGISTA
Nº del Colegio de Ingenieros Nº 106532

DOCUMENTACION SUSTENTATORIA

ANEXO Nº3

SECUENCIA FOTOGRÁFICA



FIGURA Nº 1 Materiales utilizados en la elaboración de las muestras de resinas compuestas nanohíbridas



FIGURA Nº 2 Elaboración de la matriz de teflón



de teflón con tipo vernier



FIGURA N° 3 Calibración de la matriz el calibrador



FIGURA N° 4 Colocamos en la matriz la resina compuesta nanohíbrida, en un solo bloque

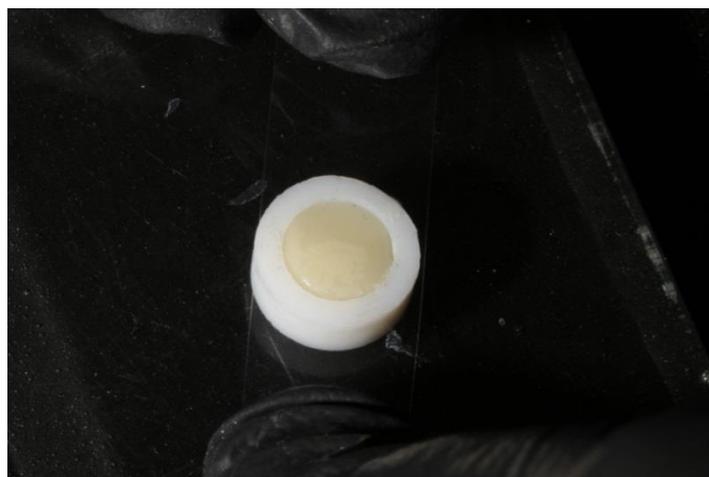


FIGURA N°5 Colocamos la cinta celuloide



FIGURA N° 6 Atacamos la resina compuesta nanohíbrida con un atacador de resina



FIGURA N° 7 Polimerización final, del grupo de resinas compuestas nanohíbridas sin gel hidrosoluble



FIGURA N° 8 Rotulamos las muestras de resinas compuestas nanohíbridas sin gel hidrosoluble



FIGURA N° 9 Aplicamos en la superficie el gel hidrosoluble



FIGURA N° 10 Polimerización final, del grupo de resinas compuestas nanohíbridas con gel hidrosoluble

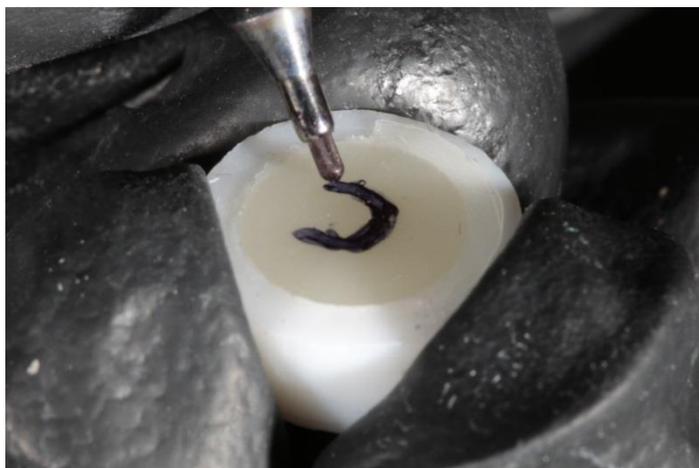


FIGURA N° 11 Rotulamos las muestras de resinas compuestas nanohíbridas con gel hidrosoluble



FIGURA N° 12 Muestra final de resinas compuestas nanohíbridas de 5mm de diámetro y 4mm de altura



FIGURA N° 13 Pulido final de las muestras de resinas nanohíbridas polimerizadas con y sin gel hidrosoluble



FIGURA N° 14 Muestras de resinas compuestas nanohíbridas polimerizadas con y sin gel hidrosoluble



FIGURA N° 15 Durómetro Rocwell, marca INDECTEC



FIGURA N° 16 Profundidad de penetración con una bola de acero, sobre la muestra



FIGURA N° 17 Realizamos con una carga de HR15T y lo convertimos a Newton/mm²