

UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA



**INFLUENCIA DE LA POSPOLIMERIZACIÓN CON TEMPERATURA
AL CALOR SECO, EN LA RESISTENCIA FLEXURAL DE UNA
RESINA COMPUESTA EN RESTAURACIONES SEMI-DIRECTAS**

**TESIS PARA OPTAR POR
EL TÍTULO DE CIRUJANO- DENTISTA**

PRESENTADO POR EL:
Bach. Jonathan Dennis SICHA TELLO

LIMA – PERÚ

2017

TÍTULO DE LA TESIS:

INFLUENCIA DE LA POSPOLIMERIZACIÓN CON TEMPERATURA
AL CALOR SECO, EN LA RESISTENCIA FLEXURAL DE UNA
RESINA COMPUESTA EN RESTAURACIONES SEMI-DIRECTAS

JURADO DE SUSTENTACIÓN

Dr. Hugo Caballero Cornejo	Presidente
Dr. Lorenzo Menacho Angeles	Secretario
Mg. Carlos Temoche Rosales	Vocal

En primer lugar a DIOS por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi empeño, mi perseverancia para conseguir mis objetivos.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor, el Dr. Rolando Gómez Villena, gracias por acompañarme en este proyecto brindándome su apoyo incondicionalmente.

Al Dr. Hugo Caballero Cornejo, por sus conocimientos, su manera de trabajar, su paciencia y su motivación han sido fundamentales para la elaboración de la tesis y para mi formación como investigador.

ÍNDICE

	Pág.
Portada	i
Título	ii
Jurado de Sustentación	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Índice	vi
Índice de Tablas	viii
Índice de Gráficos	ix
Resumen	x
Abstract	xi
Introducción	xii

CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Marco Histórico	1
1.2 Marco Teórico	4
1.2.1 Restauraciones Dentales	4
1.2.2 Resina compuesta	6
1.2.3 Polimerización	15
1.2.4 Propiedades mecánicas	23
1.2.5 Pospolimerización	27
1.2.6 Temperatura	28
1.3 Investigaciones	32
1.4 Marco Conceptual	36

CAPÍTULO II: EL PROBLEMA, OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1 Planteamiento del Problema	38
2.1.1 Descripción de la realidad problemática	38
2.1.2 Antecedentes teóricos	41
2.1.3 Definición del problema	42

2.2	Finalidad y Objetivos de la Investigación	43
2.2.1	Finalidad	43
2.2.2	Objetivo General y Específicos	44
2.2.3	Delimitación del estudio	44
2.2.4	Justificación e importancia del estudio	45
2.3	Hipótesis y Variables	47
2.3.1	Supuestos Teóricos	47
2.3.2	Hipótesis Principal y Específicas	48
2.3.3	Variables e Indicadores	48
CAPÍTULO III: MÉTODO, TÉCNICA E INSTRUMENTO		
3.1	Población y muestra	50
3.1.1	Población	50
3.1.2	Muestra	50
3.2	Diseño a utilizar en el Estudio	51
3.3	Técnica e Instrumento de Recolección de Datos	51
3.4	Procesamiento de Datos	55
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS		
4.1	Presentación de los Resultados	56
4.2	Contrastación de Hipótesis	61
4.3	Discusión de los Resultados	61
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
5.1	Conclusiones	66
5.2	Recomendaciones	67
BIBLIOGRAFÍAS		68
ANEXOS		71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Pág.
N° 01	Resistencia Flexural del grupo Control (Mpa)	57
N° 02	Resistencia Flexural del grupo Experimental (Mpa)	58
N° 03	Resultado del grupo control y experimental en MpA	59
N° 04	Prueba de T de Student	60

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico		Pág.
N° 01	Resistencia Flexural del Grupo control en Mpa	57
N° 02	Resistencia Flexural del Grupo Experimental en Mpa	58
N° 03	De los resultados expresados en Mpa	59
N° 04	Promedio de los resultados de cada grupo	60

RESUMEN

En este estudio se evaluó la influencia de la temperatura con calor seco en la resistencia flexural, de una resina compuesta, se realizó un estudio invitro, en el que se sometió un tipo de resina compuesta de nano partículas pospolimerizada usada en la clínica de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega. Se evaluaron dos grupos, cada grupo con 10 muestras confeccionadas bajo las mismas dimensiones (20mm de largo, 2 mm de ancho, 2 mm de alto), la resina fue insertada en volumen total en un molde metálico para después ser modelada, cada muestra se fotopolimerizó por 40 segundos usando una unidad de fotocurado LED (Wood Packer LED - C), con una intensidad de 600 mw/cm², el Grupo control fue sometido solo a polimerización convencional con luz Led mientras que el grupo experimental fue sometido a una polimerización convencional con luz LED mas el aumento de temperatura al calor seco en un horno esterilizador a 130 grados centígrados por 4 minutos. Se investigó los cambios en la resistencia flexural entre los dos grupos, y se observó que el grupo experimental presentó cambios significativos en la resistencia flexural en comparación al grupo control. Concluyendo que la resina compuesta de nano partículas pospolimerizada con temperatura al calor seco puede ser una alternativa para las restauraciones semidirectas.

Palabras clave

Resina compuesta, calor seco, resistencia flexural.

ABSTRACT

In this study the influence of temperature with dry heat on the flexural strength of a composite resin was evaluated, an invitro study was carried out, in which a type of resin used in the clinic of the University was submitted Inca Garcilaso de la Vega. Two groups were evaluated, each group with 10 samples made under the same dimensions (20mm long, 2mm wide, 2mm high), the resin was inserted in total volume in a metal mold and then modeled, each sample was light-cured for 40 seconds using a LED light-curing unit (Wood Packer LED-C), with an intensity of 600 mw / cm², the control group was subjected to conventional polymerization only with Led light while the experimental group was subjected to a conventional polymerization with LED light plus the increase of temperature to dry heat in a sterilizing oven at 130 degrees centigrade for 4 minutes. We investigated the changes in flexural resistance between the two groups, and it was observed that the experimental group presented significant changes in flexural resistance compared to the control group. Concluding that the composite resin postpolymerized with dry heat temperature can be an alternative for semidirect restorations.

Keywords

Composite resin, dry heat, flexural strength.

INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de los pacientes por restauraciones estéticas y libres de metal no solo en el sector anterior si no también el posterior, junto con el fuerte interés del odontólogo en usar materiales que preserven lo mejor posible la estructura dental remanente impulsaron al desarrollo de las restauraciones con resina compuesta, pudiendo ser, estas clasificadas según su técnica de aplicación como directas, semi-directas e indirectas; se conoce la desventajas de las restauraciones directas como la contracción, difícil manejo y la gran humedad que existe en la cavidad bucal , por lo que surgieron las restauraciones semi-directas e indirectas. Las restauraciones semi-directas se están utilizando cada vez más por su técnica sencilla, bajo costo y por poseer mejor desempeño que las restauraciones directas .Las restauraciones semi-directas son una alternativa de tratamiento conservador muy eficaz; estas son creadas en un modelo de yeso o de silicona con resina compuesta de uso directo, para ser foto polimerizadas y luego ser sometidas a pospolimerización con temperatura. Se sabe que no solo la luz puede polimerizar a la resina compuesta si no también cierto grado de temperatura o presión, en la literatura no se han logrado encontrar muchos estudios que nos demuestren el aumento de polimerización en las resinas compuestas de uso directo con una pospolimerización fuera de la cavidad bucal con un aumento de la temperatura, mejorando así sus propiedades físicas y mecánicas, siendo una especifica la resistencia a la flexión. Para restaurar la pérdida de estructura dental el odontólogo aplica diferentes tratamientos para poder devolver al diente sus propiedades físicas y mecánicas, una de ellas son las restauraciones semi-directas hechas con resina compuesta de uso directo, que sometidas a una pospolimerización con determinada temperatura, pueden

aumentar su resistencia a la flexión, aumentando la polimerización. Es importante este estudio por que el paciente llegará a la consulta para ser restaurado y debemos evaluar la técnica semi-directa, por ser tener mayor resistencia a la fractura por el aumento de la polimerización a causa de la temperatura a determinado tiempo.

El propósito de esta investigación será evaluar los cambios en la resistencia a la fractura una resina compuesta nano hibrida foto polimerizada uniformemente, sometida a una pospolimerización con determinada temperatura. Para así conocer los cambios en la resistencia flexural de la resina compuesta.

CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Marco Histórico

Por miles de años, la principal fuente de azúcar fue la miel, después la miel fue reemplazada por el azúcar, esto sucedió con la revolución industrial, por lo cual incrementó la incidencia de caries dental.¹

Siendo la caries dental una enfermedad multifactorial, infecto-contagiosa, tal como lo describió el Dr. Keyes, en el cual se pierde el equilibrio del pH en la cavidad bucal. Habiendo por ello una pérdida de sustancia mineral causada por los ácidos eliminados de bacterias (streptococos mutans y Lactobacillus), tales como el ácido láctico y otros que son producto de la fermentación de los carbohidratos. Por lo tanto la caída de los valores del pH promueven a la desmineralización dental, desprendiendo sustancia del órgano dental por la pérdida continúa de minerales (cavitación), pudiendo llegar hasta el paquete vasculo-nervioso produciendo una pulpitis irreversible.^{1,2}

Los tratamientos restauradores de las lesiones cariosas que ocasionan la enfermedad caries dental han venido realizándose con diferentes materiales y técnicas, como la amalgama, porcelana, metales nobles y un material

relativamente nuevo, la resina compuesta. La búsqueda de materiales cada vez más estéticos, que sean de fácil manipulación y que puedan dar solución al problema de restaurar una pieza dentaria que ha perdido estructura por la enfermedad de la caries dental ha sido uno de los mayores problemas para la odontología restauradora. La mejor referencia la encontramos en el Libro del Padre de la Odontología moderna, el francés Pierre Fauchard en 1728 llamado "Chirurgien Dentiste". ^{1,2}

Durante la segunda guerra mundial, la exportación del caucho para Alemania fue cancelada por América, por lo tanto, los científicos alemanes intentaron crear un caucho sintético, logrando desarrollar un proceso químico que podía utilizarse para vulcanizar a temperatura ambiente.

Uno de los intentos más importantes fue el de Schebel en 1940 que fue el primero en usar a los metacrilatos en la odontología. ^{1,2}

A pesar de los éxitos iniciales, los resultados clínicos a mediados de la década de los 50 demostraron que las restauraciones realizadas con el metacrilato sometido a un proceso químico de este tipo aumentaba el descoloramiento de los dientes, así como la frecuencia de caries dental y de reacciones pulpares. Estos efectos secundarios iniciales se atribuyeron a la disminución de volumen por la polimerización y la lixiviación de los monómeros. ¹

Para reducir la disminución del volumen por la polimerización, los investigadores añadieron partículas de minerales a la resina de metacrilato.^{1,4}

Siendo el cuarzo la primera partícula usada, por tener una altísima resistencia mecánica, el tamaño promedio era de 12 μm pero se encontraban también partículas de 50 a 100 por la imposibilidad de trituración, este tipo de carga no pudo seguir siendo parte de las resinas compuestas, puesto que esta característica imposibilitaba a la resina en no tener mucho pulido y otra desventaja era que el cuarzo no era radiopaco.

Las llamadas resinas epóxicas, fueron las primeras candidatas para ser usadas en odontología. Por su baja contracción de polimerización y su alta resistencia mecánica, esto motivó a los investigadores como Bowen en 1956.^{2,3}

Sin embargo estas resinas tenían el inconveniente de tener una polimerización muy prolongada, limitando su aplicabilidad clínica. Con la intención de unir a ambas resinas, tomando sus características favorables se desarrolló un nuevo monómero llamado Bisfenol - Glicidil metacrilato (Bis-gma) creada por Bowen en 1962. Esta molécula tiene la “espinas dorsal” de las resinas epóxicas con la diferencia de sus terminaciones que son sustituidas por grupos metacrilatos.^{2,3}

Así, esta nueva molécula híbrida presenta un alto peso molecular, menor contracción de polimerización y rápida reacción de polimerización.³

Estas primeras resinas compuestas tuvieron el mismo problema, el cual era la falta de conversión de los monómeros en polímeros, dando en el año 1987 los primeros intentos en brindar temperatura, para completar la polimerización.

1.2 Marco Teórico

1.2.1 Restauraciones Dentales

Es la reconstrucción de una parte del diente, destruida, fracturada o afectada irreversiblemente por una patología, que se cementa en este, siendo previamente tratado y preparado, tiene como objetivo detener la progresión de la enfermedad caries dental y evitar la consecutiva destrucción del diente hasta su pérdida total y definitiva, devolviéndole su forma natural (en anatomía), función, estética, reemplazando los tejidos vivos por materiales artificiales, siendo estos de diferente naturaleza (metal, cerámica, resina).

Existen tipos de restauraciones dentales tales como las obturaciones que son realizados en la cavidad bucal y se colocan en el diente en estado blando y se endurecen y conforman el diente, pueden ser de amalgama, resina compuesta, o ionómero de vidrio; Las incrustaciones son porciones rígidas que sustituyen las partes del diente perdidas, son prefabricadas a medida y cementadas a los tejidos remanentes, se pueden clasificar como inlays, onlays y overlays.

Las carillas o laminados, son porciones muy finas de porcelana o resina, fabricadas exactamente que se adhieren a la parte vestibular de los dientes para restablecer los defectos estéticos, y las coronas que son coberturas

completas de las superficies dentales, pudiendo ser de porcelana, metal-porcelana o metal-resina.

Restauraciones con resinas Compuestas

a. Restauraciones directas

Este tipo de restauraciones se realizan dentro de la cavidad oral, en una sola cita, son hechas en una única aplicación de resina compuesta y subsiguiente polimerización (técnica en masa), utilizada en restauraciones preventivas. Para restauraciones clase I o II pequeñas, se propone una técnica de múltiples capas y se debe realizar una colocación horizontal convencional de las capas con su subsiguiente polimerización .^{2,15,29}

b. Restauraciones indirectas

Las restauraciones indirectas son hechas fuera de la cavidad bucal y confeccionadas por el laboratorio dental con resinas compuestas modificadas (cerómeros), están indicadas cuando las cavidades son muy amplias y se da la negativa de realizar restauraciones directas por la fuerte contracción a la polimerización que estas podrían sufrir, los cerómeros requieren unos hornos especiales para la pospolimerización, lo cual significa que tiene una mayor inversión económica, se tiene que trabajar la restauración en dos citas, lo cual implica mayor tiempo, en la consulta .^{2,15,29}

c. Restauraciones Semi-directas

Este tipo de restauraciones necesita una técnica un poco diferente a las restauraciones directas o las indirectas, esta se usa cuando las dimensiones o la extensión de la cavidad hacia la unión amelocentaria contraindican un método de restauración directo y cuando sólo está afectado un solo diente, esta técnica está indicada proporcionándoles los beneficios de una incrustación intracoronal sin el uso del laboratorio.²⁹

d. Técnica Semi-directa

Esta técnica se puede hacer en una sola cita, ya que no necesita de provisional, solo se usa un modelo flexible. La técnica consiste en la preparación dentaria deben tener las paredes divergentes y ángulos redondeados, se debe tener un espacio oclusal de por lo menos de 1.5mm, no debe haber biseles, las áreas de 0.5 a la pulpa debe ser cubiertas con hidróxido de calcio, y cubiertas con una base, se toma impresión con alginato (hidrocolide irreversible), se inyecta la silicona por adición para hacer un modelo flexible, se fabrica la incrustación de resina compuesta de uso directo, la restauración se trata con calor, para finalmente se cemente la restauración.²⁹

1.2.2 Resina compuesta

A. Concepto

Por definición es un producto resultante de la mezcla de dos o más componentes químicamente diferentes.⁰³ Otra definición, es el resultado interatómico o intermolecular entre dos o más componentes

con mejores resultados que si fueran resultados individuales, ²⁶ que presentan características de ambos pero de manera intermedia. ^{3,26} Esta está formado por una matriz orgánica (monómeros, iniciadores, modificadores del color e inhibidores), también de una matriz inorgánica (la carga o minerales) y un agente de unión. ^{03, 26}

B. Componentes

▪ Monómeros

Estos son los principales componentes de las resinas compuestas (matriz orgánica), y tiene la función de formar una masa plástica para ser modelada. La mayoría de estos son dimetacrilatos aromáticos o alifáticos, tales como Bis-GMA (Bisfenol glicidil metacrilato) y UDMA (dimetacrilato de uretano), siendo estos monómeros de alto peso molecular y otros monómeros como TEGDMA (dimetacrilato de trietilenglicol) y EGDMA (dimetacrilato de etilenglicol), que son de bajo peso molecular. ^{3,26}

Los monómeros de alto peso molecular (PM:512) les brinda una alta viscosidad y baja flexión por eso, son combinados con monómeros de baja viscosidad para ser diluidos. Posibilitando así, la incorporación de minerales, aumentando el grado de conversión de los polímeros.

Mientras que la viscosidad del agua es de 1mPa a 23 °C la viscosidad de la molécula Bisgma es aproximadamente 1000000 mPa y del Tegdma es de 10 mPas.³

Otro monómero usado es el Udma (dimetacrilato de uretano) siendo semejante al Bisgma con un peso molecular de 470, sin embargo su molécula posee una baja viscosidad de 11.000 mp en comparación al Bisgma.²⁸

Decimos entonces que mientras menor viscosidad de la matriz orgánica mayor la cantidad de carga que puede ser incorporada, lo que aumenta las propiedades, tales como resistencia a la flexión, dureza superficial, resistencia a la compresión, disminución del coeficiente de expansión térmica lineal y la solubilidad.³

- **Modificadores del color**

Estos son el dióxido de titanio, o el óxido de aluminio que según la cantidad de óxido incorporado a la resina compuesta tendrá mayor o menor opacidad, dependiendo si es una resina compuesta sustituirá esmalte o dentina.³

- **Sistema iniciador**

Los monómeros se polimerizan por una reacción de adición debido a la liberación de radicales libres, pudiendo estos radicales ser generados químicamente o con un sistema de luz. En las resinas de curado químico el peróxido de benzoilo que viene en la pasta base, entra en contacto con una amina terciaria (Dimetilparatoloudina), que está en la pasta catalizadora, lo que genera radicales libres.

La mayoría de resinas compuestas son fotocuradas, gracias al trabajo de una dicetona, (canforquinona) y una amina alifática. Esto sucede en presencia de una luz visible con una longitud de onda de 400- 500 nm (espectro azul); La canforquinona pasa a un estado de excitación triple y transfiere uno de sus electrones a la amina alifática que resulta en la formación de radicales libres. La longitud de onda ideal es de 468 nm para crear la excitación máxima.

El porcentaje en peso de la canforquinona es de 0.15 %, muy poco, por presentar un color amarillento, y por qué podría ocasionar una polimerización precoz.³

Otro iniciador es la fenilpropanodiona (ppd) cuya absorción de luz es de 420 nm, el uso de este compuesto podría traer consigo una limitación en la fotopolimerización al no conocer y al no tener una lámpara con este rango de longitud de onda.³

- **Partículas inorgánicas**

La incorporación de partículas de carga inorgánica tiene la función de aumentar las propiedades mecánicas, como también reducir la matriz orgánica, reduciendo la contracción a la polimerización, el alto coeficiente de expansión lineal y la sorción de agua.

- **Sílice coloidal**

El SiCl_4 principalmente, fue de bajo peso molecular. Este es quemado en una atmosfera rica en hidrogeno, formando así partículas de óxido de silicio con un tamaño de partícula de 0.04 a 0.4 μm . Al estos poseer una baja dureza permiten un mejor pulido, pero no eran lo suficientemente radiopacas, estas también eran partículas de áreas extensas por lo que no se podía tener un porcentaje de carga promedio.³

- **Partículas de vidrio**

Estas sustituyeron a las partículas de cuarzo, podían ser trituradas a tamaños más bajos a 6 μm , su principal contribución es la de dar radiopacidad al composite. Los más usados eran Vidrios de Bario y Estroncio.³

- **Agentes de unión**

Son moléculas que tiene como función unir la carga con la matriz orgánica aumentando así las propiedades mecánicas , reduciendo la sorción de agua y el coeficiente de expansión térmica lineal, los más utilizados son los órganosilanos que son moléculas bifuncionales y anfóteras, capaces de establecer uniones químicas con compuestos diferentes, para unir la carga y la matriz orgánica, esta unión garantiza una distribución uniforme de fuerzas en la resina facilitando el soporte de la carga masticatoria, el rompimiento de esta unión lleva la pérdida de carga, formando grietas, que permiten el ingreso de fluidos,

acelerando su degradación, esta unión química aumenta la resistencia al desgaste, resistencia a la hidrólisis y estabilidad del color.

- **Clasificación según el tamaño de partículas**

Resinas compuestas de Macropartículas

Estas resinas contenían partículas de cuarzo con un tamaño de partícula de 15 μm , llegando a un mínimo de 8 μm , estas resinas presentaban alta rugosidad, que se manifestaba durante el desgaste abrasivo de la matriz orgánica, dejando expuestas las partículas inorgánicas, produciendo una superficie áspera. Una de sus desventajas también, era tener una mayor pigmentación.²⁷

Resinas compuestas de Micro partículas

Estas resinas contienen sílice coloidal con un tamaño de partícula de 0.04 a 0.4 μm . Presentaban menor dureza pero mayor pulido. Al ver que las moléculas de sílice coloidal eran de una superficie amplia se necesitaba mayor cantidad de matriz aumentando la densidad del material y para poder evitar este problema, fueron adicionados a la matriz partículas prepolimerizables de resina con alta concentración de sílice coloidal, este fue pulverizado a 5 – 50 μm e insertado como carga, en un 70 % en peso y 50 % en volumen, después fue insertado el sílice coloidal en un 20 % en volumen, indicadas para un sector con poca carga masticatoria.^{3, 26,27}

Resinas compuestas de partículas pequeñas

Estas fueron resinas creadas para obtener mayores características mecánicas y de pulido, en estas resinas la trituración del vidrio era de un tamaño menor a la resina de macromoléculas (1 y 5 μm), este tamaño de partícula permitió aumentar el porcentaje de carga a un 65 y 77 %, presentando así mejores propiedades mecánicas que las macro y micro partículas pero no superior a las de micropartículas en pulido, otra de sus características fue la menor contracción a la polimerización por la cantidad de carga, aparte también tienen una buena radiopacidad.^{3, 18,28}

Resinas compuestas híbridas

Desarrolladas para mejorar el pulido pero manteniendo las propiedades mecánicas. Este tipo de resina tiene dos diferentes tamaños de partículas, tiene sílice coloidal en concentraciones de 10 y 20 % en peso y partículas de vidrio con tamaño de 1 a 5 μm , teniendo una carga total de 60 a 66 % en volumen¹⁹, estas resinas compuestas tienen semejantes propiedades mecánicas a las de partícula pequeña y permiten un buen pulido, además de ser radiopacas.^{3,11,18}

Resinas compuestas microhíbridas (Universales)

Fueron una modificación de las resinas híbridas y está compuesta por sílice coloidal más partículas de vidrio de bario, litio, y zirconio con un tamaño menor a 1 μm ,³ siendo más fácil de polimerizar, a comparación de las híbridas por tener partículas más grandes, que coliman la luz

fotopolimerizadora, teniendo menor foto polimerización. También las microhíbridas tienen una mejor distribución de sus partículas.¹¹

Estas resinas microhíbridas pueden ser usados tanto como en anteriores como en posteriores, teniendo un pulido semejante a las de micro partículas pero no las supera en brillo.^{3,11}

Resinas compuestas de nano partículas

La nueva tecnología permitió reducir mucho más el número de tamaño de partícula, permitiendo el hecho de que 1nm es una unidad de medida, en la cual 1nm es un millón de veces a 1mm. Las resinas nanohíbridas y las nanoparticuladas son dos tipos de resinas referidos como nanocomposites. Algunas de las resinas nano son con una combinación de carga de nano partículas individualmente dispersa y aglomerados de nano partículas (nanoclusters), otras resinas nano cargadas se han definido como nano híbridas y contienen además de las partículas de vidrio tradicionales, pequeñas concentraciones de nano partículas y o nanoclusters.

Estas resinas mostraron una mejora en las propiedades mecánicas comparadas a las resinas antiguas, tales como las micro partículas que también contenía nano partículas, pudiéndose obtener superficies altamente lisas,^{3,5} pero también resistencia como las resinas híbridas.

1,8,13

- **Clasificación de las resinas compuestas por su viscosidad**

Pueden ser clasificadas como baja, media y alta viscosidad. La mayoría de las resinas son de mediana viscosidad, estas poseen propiedades reológicas, que dificultan la escultura y manejo de las resinas compuestas. Se podría pensar que la viscosidad esta principalmente regulada con la cantidad de partículas inorgánicas, pero la mayor influencia está dada por las propiedades de la matriz orgánica.

Se les llama resinas condensables, mal llamadas de esa manera, por el hecho de que el material tendrá un volumen menor luego de que se ejerza sobre él una presión de condensación. El término correcto sería resinas de alta viscosidad o resinas compactables. El aumento de la viscosidad de las resinas compuestas compactables trajo como desventaja altas tensiones a la contracción.

En 1996 surgieron las resinas fluidas o flow, esta tiene menor viscosidad, permitiendo una extensión más rápida en regiones cavitarias como en clase II, y sin presencia de burbujas en su interior, estas resinas presentan un porcentaje de carga de 48 % en volumen.¹⁹

Las resinas fluidas se indican junto con las resinas compuestas compactables y esto se justificaría principalmente por el hecho de que las resinas de baja viscosidad por tener menor porcentaje de carga y bajo módulo de elasticidad, logran absorber fuertes tensiones de

contracción de la resina compuestas, de esta forma actuaría como una cama elástica previniendo a la interface adhesiva de todos los problemas derivados de la microfiltración³. Siendo sus indicaciones el sellado de fosas y fisuras, como base de restauraciones de resina compuestas y cavidades difíciles de llegar.^{3,18}

- **Clasificación según su forma de activación**

Se dividen en dos, los fotoactivados y los químicamente activados, las fotopolimerizarles son activadas por una luz visible azul con una longitud de onda de 400 a 500 um, en presencia de luz, la canforquinona pasa a un estado de excitación triple, al colisionar con una amina alifática, esta le transfiere un electrón y esto resulta en la formación de radicales libres que inician la reacción.

Las resinas compuestas de curado químico, exigen una manipulación y unión de 2 pastas, lo que podrían incorporar burbujas, estas resinas compuestas presentan propiedades mecánicas reducidas con una susceptibilidad de pigmentación alta, otra desventaja es el tiempo mínimo de trabajo, y la contracción de la polimerización es más lenta.

1.2.3 Polimerización

El proceso de polimerización esta estudiada por un campo de la ingeniería llamado Ingeniería de reacción de polimerización, que combina, ciencia de los polímeros, la química y tecnología con principios de la ingeniería.⁹ El principal alcance de esta área de investigación es el entendimiento de como

son los aspectos fundamentales, tales como, mecanismos de reacción (crecimientos de las cadenas paso a paso), fenómeno de transporte (calor, y transferencia de masa, mezcla y fluidez), la configuración, las condiciones en las que se da el proceso, que podrían afectar el proceso y por lo tanto la calidad del polímero.^{9,25} La calidad del polímero incluye la microestructura molecular de este, como también las propiedades macroscópicas y morfológicas.⁹

A. Tipos de polimerización

Existen tres tipos de reacción de polimerización, La poliadición, la policondensación y la modificación química de un polímero.³ Nos enfocaremos a la polimerización de las resinas compuestas que es la polimerización por adición.

B. Crecimiento en cadena o polimerización por adición

En esta reacción los monómeros presentan enlaces dobles entre algunos átomos de carbono, no hay formación de subproductos y estos enlaces dobles polimerizan, debido a radicales libres, formando uniones covalentes simples. Esta tiene tres grandes etapas, iniciación, propagación y término.

▪ Iniciación

En esta etapa un centro activo es capaz de propagar la reacción química a través de una especie iniciadora o de una unidad monomérica, para que esto suceda, deben existir estos iniciadores,

como el Peróxido de Benzoilo, la canforquinona o el Etildimetilamino benzoato, que son responsables de esta etapa.

En la fotopolimerización se requiere de la acción de la emisión de luz para que comience el proceso, ésta es iniciada por la absorción de un fotón, por parte del fotoiniciador apropiado, que cuando está excitado, genera directamente o indirectamente intermedios, que inician la polimerización.

Específicamente la canforquinona al recibir la energía dada por la luz sufre una descomposición subsecuente en radicales, sufriendo una ruptura del enlace doble, donde queda un electrón sin par para cada átomo ^{3, 10}.

- **Propagación**

En esta etapa se da el crecimiento lineal de la molécula, fijándose unas con otras en sucesión, para producir la molécula. El crecimiento de la cadena es relativamente rápido (3 a 2 segundos para cada 1000 unidades). Esto se da al liberarse el radical libre de éste, que rompe el enlace doble del carbono, dejando un electrón libre, siguiendo en forma de cadena en cada monómero.

- **Término**

La segunda fase puede terminar de diferentes maneras, en primer lugar, los extremos activos de las dos cadenas pueden reaccionar entre

si y unirse para formar una molécula menos reactiva. Otra forma es cuando el extremo de la cadena activa reacciona con un iniciador u otro espécimen químico que posee una gran ligación activa, terminando también el crecimiento de la cadena.

C. Punto gel

Durante la reacción de polimerización las propiedades reológicas de la resina compuesta se modifican, esta pasa de una consistencia viscosa, a un sólido rígido en poco tiempo.³ Siendo el punto gel la fase en la que la resina compuesta es incapaz de escurrirse internamente.³ Teniendo de esta manera una repercusión bastante importante en la contracción de polimerización, porque mientras mayor tiempo tenga el material para reordenar sus moléculas, no generara tensiones durante su contracción.^{3, 10}.

- **Fase pre gel**

En esta fase la resina compuesta se deforma plásticamente frente a la contracción, a través de un reordenamiento molecular de las cadenas poliméricas. En este período no es importante la contracción^{3, 10}.

- **Fase post gel**

Cuando se llega a esta fase, la movilidad molecular impide que las tensiones creadas por la contracción sean acomodadas internamente por la resina y son disipadas hacia la estructura dental en la interface, ocasionando deflexiones cúspideas y/o grietas internas en el material.³

D. Temperatura de transición vítrea

Esta temperatura es de gran importancia desde un punto de vista práctico, porque los polímeros generalmente muestran variaciones en sus propiedades mecánicas con la temperatura. A una temperatura baja, estos polímeros se comportan como sólidos y rígidos, y cuando la temperatura aumenta estos se vuelven más flexibles, gomosos, líquidos, viscosos. La transición de rígido a flexible es mostrada por la temperatura de transición vítrea.¹²

Esto sucede por el incremento en el coeficiente de expansión térmica lineal (CLTE), pudiendo ser usada esta temperatura, como referencia para un tratamiento con calor ideal.

Arriba de la temperatura vítrea las interacciones moleculares secundarias son debilitadas, lo que permite la relajación molecular a través de la rotación o doblamiento de los grupos laterales, lo que les da a los radicales atrapados en reaccionar, dando como consecuencia un aumento en el grado de conversión, esta es medida con un calorímetro de escaneo diferencial.¹²

E. Técnicas de foto polimerización:

Hay varios tipos y potencias de fotopolimerización que varía según el caso clínico.

- **Boost**

Da la mayor potencia de energía que la lámpara puede generar, esta potencia es producida dentro de 5 segundos de activación, todo el intervalo de foto curado estará en este nivel.

- **Regular o normal**

Da una potencia mediana polimeriza todo tipo de restauración, es ligeramente más lento que el de alta potencia.

- **Step /soft start**

Primero polimeriza por 10 segundos a baja potencia para luego incrementarla potencia a un mayor valor llegando a lo máximo de la lámpara.

- **Rampa**

La polimerización comienza en baja potencia cerca de los 150 mw/cm² seguido de un incremento lineal hacia una potencia mayor por 10 segundos y luego permanece a esa potencia por el resto de tiempo. El hecho de polimerizar a bajas intensidades da como resultado una formación más lenta de red polimérica y menor entrecruzamiento lo que da mejores condiciones que favorecen la adaptación de las moléculas dentro de la formación de polímeros.

F. Unidades de polimerización

En la actualidad los sistemas de fotocurado han evolucionado variando su espectro de luz, su potencia de polimerización y su forma ergonómica, en busca de una mejor calidad de fotocurado de las resinas, desde 1973 que se creó las primeras resinas activadas con luz ultravioleta,³ en la cual se ocasionó una serie de daños a los pacientes como a los operadores expuestos a este tipo de sistemas, es problema se fue mejorando con sistemas. A la mitad de los 80s, se creó la lámpara halógena, la cual evoluciona mucho en ese período.

El principal objetivo de la lámpara es la polimerización de la resina, que consiste en activar los compuestos químicos mediante su energía lumínica, lo que genera una transformación del producción inicial en uno final deseado, estos compuestos químicos son generalmente canforquinonas y son sensibles a un rango de luz de 470- 475 nm de longitud de onda (luz azul.)

En la actualidad existen unidades de polimerización tales como, lámparas de luces halógenas o convencionales, lámparas de luz emitida por diodos, lámparas láser, lámparas de arco de plasma.^{2,3}

G. Lámpara de Luz Emitida por Diodos (LED)

Estos sistemas convierten la energía eléctrica en luz azul por electroluminiscencia a través de semiconductores, generando un mínimo de calentamiento. ³ La composición del material utilizado como

semiconductor es el factor que determina la longitud de onda y el color de luz emitida.

Cuando se habla de luz azul los semi conductores están compuestos por nitrato de galio- indio y son capaces de emitir luz con espectro de 450 -490 nm, que se concentra exactamente dentro del rango de mayor absorción de la canforquinona³.

Ventajas de las lámparas LED

- Esta lámpara, a comparación de la luz halógena, no requiere el uso de ampolleta, el diodo que posee esta lámpara LED puede durar aproximadamente 10,000 horas.
- Esta lámpara puede ser inalámbrica y recargable, pudiendo ser utilizada por varios minutos sin ser cargada, la potencia oscila entre 800 – 1400 nW/cm².
- Su potencia máxima es lograda durante los 5 primeros segundos, ocasionando en la resina una mejor adaptación marginal con lo que disminuye la contracción a la polimerización.
- Es de bajo peso, ergonómica y fácil de limpiar.
- Las resinas compuestas son afectadas por los elementos biológicos, tales como saliva, tejidos dentarios, bacterias, y células, afectando así en su química.

1.2.4 Propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas se definen según las leyes de la mecánica, esta es la ciencia física que se ocupa de la energía, fuerzas y los efectos que provocan en los cuerpos, todas las propiedades mecánicas son medidas, por la resistencia de un material a la deformación o a la fractura al aplicarle una fuerza; un factor importante para el diseño de una restauración es la resistencia, que es la propiedad mecánica de un material que garantiza que la restauración cumpla sus funciones de manera eficaz, segura y durante un período razonable.⁶

Las propiedades mecánicas se expresan generalmente en unidades de tensión y o deformación, estas puede representar medidas como; primero deformación elástica o reversible que tiene relación con el límite proporcional, resiliencia, módulo de elasticidad, y segundo la deformación plástica o irreversible (por ejemplo el porcentaje de elongación y dureza).^{3,6,7}

La tensión es la fuerza por unidad de área que actúa sobre millones de átomos o en un plano determinado de un material,⁶ este material desarrolla una reacción de la misma magnitud y dirección aunque en sentido contrario al de la fuerza externa, siendo denominada tensión. Su sistema internacional de medida esta expresada en N/m^2 .³

En las aplicaciones dentales, existen varios tipos de tensión que se desarrollan de acuerdo con la naturaleza de las fuerzas aplicadas y de la

forma del objeto, entre ellos se incluye la fuerza de tracción, la fuerza de cizallamiento y la fuerza de compresión.⁶

La resistencia de un material se define como el nivel medio de tensión en el que un material muestra una cantidad determinada de deformación plástica inicial o en el que se produce una fractura del mismo tamaño y forma.⁶

El módulo de elasticidad describe la inflexibilidad o rigidez relativa de un material,⁶ definido también como la tensión dividida por la deformación dentro del régimen elástico,³ ya que la deformación no tiene ninguna unidad de medida, el módulo de elasticidad es representado por la misma unidad de medida que la tensión N/m^2 o Mpa.^{3,6}

Una resina con bajo módulo de elasticidad puede deformar y fracturarse frente a las tensiones masticatorias, por otro lado los materiales con una rigidez excesiva absorben muy poco las tensiones provenientes de las cargas masticatorias y tiene el inconveniente de transferir todas las tensiones del impacto a la interface de unión, esto dependerá de la cantidad de carga de la resina, además de esto, el alto módulo de elasticidad generará, altas tensiones en el proceso de polimerización, lo que hace fallar a la adhesión.³

A. Resistencia al desgaste

Esta es la propiedad de no perder material inherente de la resina compuesta, como consecuencia del roce de una estructura con otra ya sea el diente antagonista, bolo alimenticio o cepillo, esta afecta a la

restauraciones a largo plazo por llevar a la pérdida anatómica de estas mismas, disminuyendo su permanencia en boca, esta depende del tamaño y forma del material inorgánico, así como la localización de la restauración y la oclusión. Un fenómeno llamado plucking out es la pérdida de partículas de la superficie por la exposición de la matriz y el rompimiento de la conexión del silano.

B. Resistencia a la compresión y tracción

Si se coloca un cuerpo bajo una carga que genera una fuerza, esta tiende a comprimirlo o acotarlo, la resistencia interna a dicha carga se denomina fuerza de compresión.⁶

Debido a que la gran mayoría de fuerzas masticatorias son compresivas,^{3, 8} es muy importante que las resinas presenten alta resistencia a la compresión, esta propiedad es directamente proporcional al relleno inorgánico presente en la resina compuesta y al grado de polimerización de la matriz, además también depende del número de partículas de relleno.³

C. Resistencia flexural

La resistencia flexural es la capacidad de un cuerpo en doblarse o flectarse, frente a una carga flexural y recuperar su estado original al dejar de actuar ésta.^{8,14,16} Cuando se aplica la carga, la muestra se arquea, la deformación resultante se manifiesta en la disminución de las dimensiones verticales (que es deformación por compresión) y el

alargamiento de las dimensiones horizontales (deformación por tracción), entonces decimos que las tensiones principales que actúan sobre la superficie superior son compresivas , mientras que las que actúa en la superficie inferior son las traccionales , es entonces cuando el material no logra un equilibrio entre dichas tensiones ocasionandose la fractura. ^{6,14}

Siendo de esta manera el material que elegiremos deberá tener la flexibilidad y la resistencia flexural acordes para poder deformarse sin fracturarse, ante las fuerzas de la masticación, y semejantes a la de la estructura dentaria, sabiendo que las fuerzas de masticación son de 80 a 120 Newton.

Tipo de prueba de resistencia flexural:

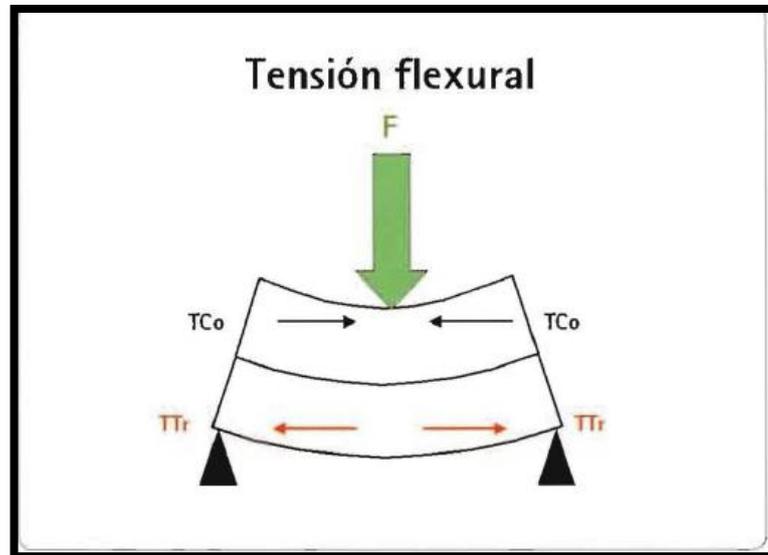
De viga simple

Es cuando la viga es rectangular y los extremos están sostenidos en dos puntos de apoyo, si sobre esta viga se aplica una carga en su centro, la viga se flexionará en el sentido de la fuerza (Figura N°01). ^{8,14}

Cuando una viga tiene una sección rectangular, las tensiones flexurales máximas que puede soportar sin llegar a la fractura, son inversamente proporcionales al cuadrado del espesor en dirección vertical, pero solo al ancho en sentido horizontal, o sea, que si el grosor vertical lo denominamos H y el ancho a , ^{3 , 6 , 8} este dato se correlaciona directamente, con la forma de anclaje o retención que deberíamos dar

en preparaciones cavitarias que vallan a ser restauradas con biomateriales no adhesivos,^{8, 14,16} siendo esta la usada en el ISO 4049.

Figura N°01



1.2.5 Pospolimerización

Esto ocurre debido a la fotoactivación natural de las resinas compuestas, la reacción inicial rápida causa limitaciones en la movilidad, disminuyendo así, considerablemente la polimerización, por lo tanto radicales quedan atrapados en la matriz sin reaccionar, la pospolimerización puede continuar cuando existen radicales libres disponibles.²¹ Estos radicales libres son liberados cuando existe un aumento de temperatura, y se unen a las cadenas ya formadas aumentando la polimerización y por ende las propiedades mecánicas.^{21, 22, 23, 24, 25,32}

1.2.6 Temperatura

La temperatura de un cuerpo indica en qué dirección se desplazará el calor al poner en contacto dos cuerpos que se encuentran a temperaturas distintas, ya que éste pasa siempre del cuerpo cuya temperatura es superior al que tiene la temperatura más baja; el proceso continúa hasta que las temperaturas de ambos se igualan.

A. Escalas termométricas

Las escalas de temperatura más comúnmente usadas son dos, Celsius y Fahrenheit. Con fines de aplicaciones físicas o en la experimentación, es posible hacer uso de una tercera escala llamada Kelvin o absoluta. La escala Celsius es la más difundida en el mundo y se la emplea para mediciones de rutina, en superficie y en altura. La escala Fahrenheit se usa en algunos países con el mismo fin, pero para temperaturas relativamente bajas continúa siendo de valores positivos.

Tradicionalmente, se eligieron como temperaturas de referencia, para ambas escalas los puntos de fusión del hielo puro (como 0°C ó 32°F) y de ebullición del agua pura, a nivel del mar (como 100°C o 212°F). Como puede verse, la diferencia entre estos dos valores extremos es de 100°C y 180°F , respectivamente en las dos escalas. Por otro lado, la relación o cociente entre ambas escalas es de $100/180$, es decir $5/9$. Asimismo una temperatura de 0°F es 32°F más fría que una de 0°C , esto permite comparar diferentes temperaturas entre una y otra escala.

Un algoritmo sencillo hace posible pasar de un valor de temperatura, en una escala, a unos en la otra y viceversa, o sea: $0^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9}^{\circ}\text{F} - 32$ y $0^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5}^{\circ}\text{C} + 32$ La escala absoluta o Kelvin es llamada así por ser éste su creador. El límite teórico inferior de la misma no se puede alcanzar interpretándose los $^{\circ}\text{K}$ como el estado energético más bajo que pueden llegar a alcanzar las moléculas de la materia. En los laboratorios de bajas temperaturas se han alcanzado valores muy bajos, cercanos a -273.16°C , mediante la congelación del hielo o del hidrógeno, que son los gases de menor peso molecular (es decir los más livianos). Por lo tanto se define como: $273.16\text{ K} = 0^{\circ}\text{C}$

B. Calor

El calor equivale a la energía calorífica que contienen los cuerpos, la temperatura es la medida del contenido de calor de un cuerpo. Mediante el contacto de la epidermis con un objeto se perciben sensaciones de frío o de calor, siendo está muy caliente. Los conceptos de calor y frío son totalmente relativos y sólo se pueden establecer con la relación a un cuerpo de referencia como, por ejemplo, la mano del hombre. Lo que se percibe con más precisión es la temperatura del objeto o, más exactamente todavía, la diferencia entre la temperatura del mismo y la de la mano que la toca.

Ahora bien, aunque la sensación experimentada sea tanto más intensa cuanto más elevada sea la temperatura, se trata sólo una apreciación muy poco exacta que no puede considerarse como medida de

temperatura. Para efectuar esta última se utilizan otras propiedades del calor, como la dilatación, cuyos efectos son susceptibles. La dilatación es, por consiguiente, una primera propiedad térmica de los cuerpos, que permite llegar a la noción de la temperatura. La segunda magnitud fundamental es la cantidad de calor que se supone reciben o ceden los cuerpos al calentarse o al enfriarse, respectivamente. La cantidad de calor que hay que proporcionar a un cuerpo para que su temperatura aumente en un número de unidades determinado es tanto mayor cuanto más elevada es la masa de dicho cuerpo y es proporcional a lo que se denomina calor específico de la sustancia de que está constituido.

Cuando se calienta un cuerpo en uno de sus puntos, el calor se propaga a los que son próximos y la diferencia de temperatura entre el punto calentado directamente y otro situado a cierta distancia es tanto menor cuando mejor conductor del calor es dicho cuerpo. Si la conductabilidad térmica de un cuerpo es pequeña, la transmisión del calor se manifiesta por un descenso rápido de la temperatura entre el punto calentado y otro próximo. Así sucede con el vidrio, la porcelana, el caucho, etc. En el caso contrario, por ejemplo con metales como el cobre y la plata, la conductabilidad térmica es muy grande y la disminución de temperatura entre un punto calentado y el otro próximo es muy reducido.

Se desprende de lo anterior que el estudio del calor sólo puede hacerse después de haber definido de una manera exacta los dos términos relativos al propio calor, es decir, la temperatura, que se expresa en grados, y la cantidad de calor, que se expresa en calorías.

C. Calor seco

El calor seco (o desecación en general) provoca desnaturalización de proteínas, lesiones por oxidación y efectos tóxicos por niveles elevados de electrolitos. La acción letal es el resultado del calor transmitido desde el material con el cual los microorganismos están en contacto, y no desde el aire caliente que los rodea. Existen tres formas principales de esterilización por calor seco: flambeado, incineración y mediante la utilización del horno Pasteur, para ello se necesita alcanzar mayor tiempo y temperatura que en el autoclave, debiéndose mantener un objeto a 160°C durante 2hs. El motivo de estos incrementos estarían dados porque la ausencia de agua disminuiría el número de grupos polares de las cadenas peptídicas, lo que daría mayor estabilidad a las moléculas bacterianas, por lo que se requeriría mayor energía para abrirlas.

Horno Pasteur o Poupinell

Consiste en un recinto metálico de doble pared con aislante entre ambas (para evitar la pérdida de calor) y una puerta. La fuente de calor suele ser eléctrica y está incorporada. Posee un ventilador que facilita la circulación del aire caliente, para homogeneizar la temperatura. Un

termómetro (con alcance mínimo de 200°C) visible desde afuera, registra la temperatura del interior del recinto. Por calor seco se pueden esterilizar: materiales de inyectables, vidrios, instrumentos quirúrgicos y objetos metálicos, así como aceites, vaselinas y polvos, que como ya se ha dicho son impermeables al vapor.

1.3 Investigaciones

Stanley L. y cols (1989) en Estados Unidos, evaluaron la fuerza de tensión diametral, la dureza, y la resistencia al desgaste, usando dos resinas de uso directo (Profile TLC S.S White), (P30 3M Dental Products Div) y una resina de uso indirecto, se realizaron 70 muestras de acuerdo a las especificaciones de la American Dental Association con un tamaño de muestra de 3 mm x 6 mm , cada grupo de 10 muestras se polimerizo con luz durante 20 segundos, para luego ser pospolimerizada con temperatura a 125 ° a con diferentes tiempos de duración (2.5 ,5 , 7.5 , 10 , 15 minutos) y una muestra control. Estas muestras fueron colocadas en una maquina llamada Instron Universal, dando como resultados que la fuerza de tensión diametral incrementan con el calor y no hubo una importancia estadística en el tiempo de la aplicación del calor.³⁰

Loza – Herrero y cols (1998) en Brasil, evaluaron los periodos de tiempo en el cual las resinas después de ser foto polimerizadas puedan ser pospolimerizadas aumentando así su propiedades físicas, tales como la fuerza a la flexión y la conversión de monómeros ,ellos crearon 160 muestras en forma de disco (10mm x 1 mm de grosor) con estas fueron divididas en dos tiempos las que no fueron pospolimerizadas y las que si fueron, los

periodos de tiempo después de la fotopolimerización fueron de 5 min, 30 min, 6, 24, 48, 72, 120 horas. Estas fueron guardadas para ser luego evaluadas cuando cumplieran su periodo de almacenamiento, ellos determinaron que no existe una correlación entre el intervalo de tiempo después de la fotopolimerización para que la pospolimerización aumente la fuerza flexural, resultando también que la conversión de los monómeros tiene un mucho mayor incremento en las 6 primeras horas después de la primera polimerización.

Gonzales y cols (2006) en Brasil, evaluaron la resistencia a la compresión, el módulo de elasticidad, y la dureza Vickers de una resina compuesta Ormocer (Admira Voco). Se realizaron 3 grupos con un total 45 muestras cilíndricas con 3mm de diámetro y 6mm de altura en una matriz de PTFE, estas fueron introducidas gradualmente y foto polimerizadas por 40 segundos, seguidamente fueron almacenadas por 24 horas a 37 grados centígrados, el primer grupo fue evaluado inmediatamente después de ser retirado, el grupo 2 fue sometido a 120° c bajo presión de vapor por 20 minutos, el grupo 3 fueron sometidos a 140 °c con presión de 60 Lbs. De nitrógeno durante 10 minutos, los resultados fueron, que los dos métodos adicionales de pospolimerización aumentaron significativamente el módulo de elasticidad y la micro dureza Vickers, siendo la polimerización adicional con 140°C bajo presión de 60lb de nitrógeno el que aumentó significativamente la resistencia a la compresión.³²

Poskus y cols (2008) en Brasil, evaluaron la dureza Vickers y la adaptación marginal invitro de restauraciones indirectas de tres resinas híbridas de uso directo, sometidas a dos tipos de pospolimerización, hubieron 3 grupos que fueron sometidas al test de micro dureza vickers, el grupo control, el grupo de autoclave, y el grupo de microondas, para lograr la adaptación marginal, las resinas fueron insertadas en un molde oclusomesiodistal, en cada incremento se foto polimerizó por 40 segundos. Se usó un microscopio para ver la adaptación marginal, teniendo como resultados que los tratamientos de poscurado aumentan la dureza de las resinas convencionales, concluyendo que los tratamientos de poscurado incrementan la dureza Vickers.

Santana I. y cols (2009) en Brasil, evaluaron la influencia de la temperatura en la resistencia flexural y dureza, realizaron un estudio invitro en el cual sometieron a 3 tipos de resinas. Primero hallaron la temperatura de transición vítrea y la temperatura de degradación inicial para cada una de las resinas. Los 5 grupos fueron dos resinas de uso directo con y sin poscurado (TPH Spectrum y Filtek p60) y una resina de laboratorio de uso indirecto (Belleglass), fueron sometidas a un tratamiento de pospolimerización con calor, el primer y segundo grupo fueron tratados de la misma forma se fabricaron muestras de 10mm de largo x 2 mm de ancho x 2 mm de altura en un molde metálico, la resina fue insertada en volumen total, para después ser moldeada completamente, cada muestra fue fotopolimerizada 40 segundos usando la unidad de foto curado (Demetron ; Kerr corp) con una intensidad de $600\text{mw} / \text{cm}^2$, después fueron sometidas a $170\text{ }^\circ\text{C}$ por 10 minutos en un horno digital (OVMAT, Manfredi S.P.a Italia). Ellos investigaron los cambios

en las propiedades mecánicas, tanto como en la resistencia a la flexión y a la dureza superficial, con resultados que la resina p60 presento mayor dureza que la TPH, y que el tratamiento con calor, influenció en la resistencia a la flexión de las resinas de uso directo, mientras no se observó influencia en la dureza superficial. Con la conclusión de que las resinas compuestas de uso directo pueden ser una alternativa en vez del uso de los sistemas actuales de resinas de laboratorio.²²

Lumi y cols. (2009) en Brasil, evaluaron en un estudio invitro la fuerza flexural de una resina compuesta de uso directo para la aplicación indirecta, luego de ser fabricadas las muestras fueron confeccionadas con una temperatura controlada de 23 °C y una humedad de 50 %, fueron fotopolimerizadas por 40 s en su superficie con un diámetro de punta de 12 mm. Las muestras fueron almacenadas 48 horas a 37 °C, para ser sometidas a una post polimerización con calor a 170 °c en diferentes tiempos (5, 10 y 15 minutos), usando un horno (Flli Manfredi. TO, Italy). Las muestras fueron llevadas a la máquina de evaluación universal (Kratos Din Ltda, Cotia, SP, Brasil) con una velocidad de 0.5mm/min hasta ser fracturadas. Resultando que las resinas de uso directo tuvieron valores más altos de resistencia flexural que la resina indirecta. Se Pudo concluir que el tratamiento con calor incrementa la fuerza flexural de la resina estudiada mejorando sus propiedades mecánicas.

Almedida – Chetti y cols (2014) en Argentina, evaluaron la resistencia a la flexión y el modulo elástico de dos resinas de uso indirecto (Belleglass, y

Adoro) y dos resinas de uso directo (Premisa y Heliomolar), se prepararon 24 muestras con dimensiones de 2mm x 2mm x 25 mm siguiendo las normas ISO 4049 para evaluar la resistencia a la flexión, mientras que para hallar el módulo de elasticidad usaron los estándares ANSI / ADA. Las muestras fueron polimerizadas con un aparato de luz halógena por 20 segundos, las resinas de uso indirecto fueron colocadas en su horno respectivo, por 20 minutos , y las resinas de uso directo fueron colocadas por 20 min en el horno de Belleglass hp. Se usó una máquina llamada Instron 1100 Mas USA. A una velocidad de 1mm/ min. Los resultados fueron que los procedimientos de pospolimerización incrementaron la fuerza flexural para todas las resinas, ya sea de uso directo o indirecto.²³

1.4 Marco Conceptual

- **Resina compuesta**

Por definición es un producto resultante de la mezcla de dos o más componentes químicamente diferentes,⁰³ otra definición, es el resultado interatómico o intermolecular entre dos o más componentes con mejores resultados que si fueran resultados individuales.²⁶ Que presentan características de ambos pero de manera intermedia.^{3,26} Esta está formado por una matriz orgánica (monómeros, iniciadores, modificadores del color e inhibidores), también de una matriz inorgánica (la carga o minerales) y un agente de unión.

- **Calor seco**

El calor seco es un método térmico de esterilización y su efecto en los microorganismos es equivalente al horneado, eliminando a los microorganismos mediante la elevación de la temperatura de estos, ocasionando la afección de los microorganismos que estén alrededor del material. Pudiendo producir también el reordenamiento de los monómeros que no reaccionaron durante el proceso de polimerización

- **Resistencia flexural**

La resistencia flexural es la capacidad de un cuerpo en doblarse o flectarse, frente a una carga flexural y recuperar su estado original al dejar de actuar ésta.^{8,14,16} Cuando se aplica la carga la muestra se arquea, la deformación resultante se manifiesta en la disminución de las dimensiones verticales (que es deformación por compresión) y el alargamiento de las dimensiones horizontales (deformación por tracción).

- **Newton**

Unidad de medida de fuerza. Es la cantidad de kilos aplicados multiplicados por la aceleración de la ley de la gravedad (9.8 m/s²).

- **Mpa**

Unidad de medida de presión, mide la fuerza aplicada sobre un área en mm².

- **Nanómetro**

Es la milésima parte de 1 micrón que a su vez es la milésima parte de 1 mm.

CAPITULO II: EL PROBLEMA, OBJETIVOS, HIPOTESIS Y VARIABLES

2.1 Planteamiento de Problema

2.1.1 Descripción de la Realidad Problemática

Hoy en día los dentistas están acostumbrados a usar a los laboratorios dentales para la confección de sus restauraciones indirectas, por el hecho de que los laboratorios usan una polimerización adicional a la foto polimerización, ayudados de hornos especiales que logran dar temperatura, presión y atmosferas de nitrógeno, logrando tener mayor grado de polimerización, mejorando así las propiedades mecánicas.

El avance galopante de la tecnología en la manufactura de resinas compuesta y la aplicación de simples procesos de pospolimerización las restauraciones indirectas con resina compuestas son una realidad en la odontología moderna, con cada vez más indicaciones.

Siendo las restauraciones de cavidades amplias las más complicadas en elegir la mejor opción para su restauración, por ejemplo cuando las dimensiones o la extensión de la cavidad llega hacia la unión amelo

cementaría, cuando es muy difícil realizar una técnica directa correcta, cuando hay dificultad de realizar el punto de contacto en restauraciones clase II, cuando hay una mayor carga que soporta la superficie oclusal de los dientes posteriores, cuando se dificulta hacer un buen ajuste oclusal y cuando la contracción a la foto polimerización contraindican un método de restauración directa, estas preocupaciones han llevado al desarrollo de las restauraciones semi-directas e indirectas.

Cuando existen uno o más dientes por restaurar, las restauraciones semi-directas están en la máxima indicación. El motivo de la utilización de esta técnica es proporciona los beneficios de las restauraciones indirectas, pero a su vez minimizan el costo y tiempo.

En nuestro país la problemática económica de la población dificulta el uso de restauraciones indirectas, por el alto costo que este demanda, entonces las restauraciones semi-directas son una buena opción de tratamiento, ya que se realizan con resinas de uso directo, Mejorando la calidad de las restauraciones clase I y clase II, sin necesidad del técnico dental. Este tipo de restauraciones se pueden llevar a cabo en la consulta dental en una sola sesión. Esta idea es de particular interés en pacientes jóvenes con pocos dientes con lesiones de caries importantes, para los que podría evitarse una solución protésica durante un periodo de tiempo suficiente con una inversión razonable.

Hay que insistir en que la contracción de la polimerización nunca puede ser totalmente controlada mediante los métodos de restauraciones directa así como también no se puede controlar la adaptación y el sellado marginal, por lo tanto son menos satisfactorias que las restauraciones cementadas.

Para optimizar los resultados en la propiedades mecánicas ya sea la fuerza flexural, dureza etc., de las restauraciones semi-directas la literatura indica una pospolimerización de la resina usada ya sea con temperatura, presión y luz.

La pospolimerización juega un rol muy importante en ese tipo de restauraciones semi-directas, puesto que aumentaría el grado de conversión de las resinas, por ende aumentaría las propiedades físicas de esta.

Esta investigación trata de dar información valiosa al profesional para saber si, al usar procesos de pospolimerización como con de la temperatura al calor seco en horno esterilizador, las resinas pueden alcanzar niveles de resistencia flexural mayores a los que se puede llegar con una simple fotopolimerización , obviando la necesidad de los servicios del técnico dental y realizando la restauración en una sola sesión, lo cual tiene como consecuencia un tratamiento más rápido y disminución del costo económico al paciente, que mejoraría su salud bucal y una mejor calidad de vida.

2.1.2 Antecedentes Teóricos

Las resina compuesta un producto resultante de la mezcla de dos o más componentes químicamente diferentes, de carácter polimérico, que se entrelazan creando cadenas de polímeros, se crean con la fotopolimerización que es una reacción en cadena, se entrelazan molecularmente los monómeros, creando polímeros de cadenas amplias (GUIDICI, 2000), no todos los monómeros reaccionan uniéndose a las cadenas solo siendo un 70 % los que se unen (BARRANCOS MONEY, 2015), esta polimerización en las resinas compuestas se dan por acción de la fotopolimerización (Reis 2015), que se da por la emisión de luz que activa un tipo de componente (canforquinona) que reacciona y emite radicales libres generando la polimerización, esta fotopolimerización puede ser dada por varios tipos de fuentes, como la luz LED, la cual brinda una longitud de onda determinada, la polimerización de la resina compuesta, podría ser mejorada o aumentada con la pospolimerización (SPREAFICO 1997).

Los primeros estudios que evaluaron la pospolimerización se dieron en 1989 (STALEY y cols) concluyendo que las propiedades mecánicas incrementaban con la temperatura al calor seco.

Años después (LOZA – HERRERO y cols, 1998) evaluaron resinas compuestas de uso directo, dando como conclusión que la pospolimerización aumenta la resistencia flexural con mayor importancia durante las 6 primeras horas de ser foto polimerizada.

Después de muchos años estudios como los de (Santana y cols, 2009) evaluaron resinas de uso directo, con aparatología más sofisticada, evaluación de esta manera la temperatura en la cual la resina compuesta empieza a deformarse (temperatura de transición vítrea), y empieza la volatilización de monómeros. Siendo hallada la temperatura máxima de pospolimerización, siendo esta variada con respecto a las marcas de resina compuesta.

Todos los estudios hechos sobre resinas compuestas presumieron que el calor influenciaría en los monómeros libres que quedaron después de la fotopolimerización haciéndolos movilizarse y enlazarse con las cadenas ya establecida, mejorando así la polimerización. Por lo tanto también se da la mejora de las propiedades mecánicas como una de ellas la resistencia flexural.

2.1.3 Definición del Problema

2.1.3.1 Problema General

¿Cuál es la influencia de la pospolimerización con temperatura al calor seco en la resistencia flexural de una resina compuesta en restauraciones semidirectas?

2.1.3.2 Problemas específicos

- ¿Cuál será la resistencia flexural de la resina compuesta?

- ¿Cuál será la resistencia flexural de la resina compuesta sometida a la pospolimerización con temperatura al calor seco?
- ¿Cuál será la diferencia de la resistencia flexural de una resina compuesta fotopolimerizada, con una resina compuesta fotopolimerizada sometida a la pospolimerización con temperatura al calor seco?

2.2 Finalidad y Objetivos de la Investigación

2.2.1 Finalidad

Esta investigación tiene como finalidad brindar una alternativa de tratamiento al odontólogo, la cual son las restauraciones semidirectas, pospolimerizando las restauraciones hechas con resina compuesta de uso directo, tenemos una restauración con muchos beneficios tales como, mejor adaptación a la cavidad por ser cementadas, evitando de esta manera la contracción de la polimerización, brinda un mejor manejo de la superficie oclusal, mayor estética oclusal, con respecto al tiempo, este se ve reducido a una sola sesión en el consultorio dental, y una de las más importantes la económica, siendo esta una restauración semidirectas, los procesos de laboratorio no son requeridos, por lo tanto, el costo es disminuido considerablemente.

2.2.2 Objetivo General y Específicos

2.2.2.1 Objetivo General

Determinar la influencia de la pospolimerización con temperatura al calor seco en la resistencia flexural de una resina compuesta.

2.2.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar la resistencia flexural de la resina compuesta sin ser pospolimerizada.

- Determinar la resistencia flexural de la resina compuesta pospolimerizada con temperatura al calor seco de una resina compuesta.

- Determinar la diferencia de la resistencia flexural de una resina compuesta sin pospolimerización con una resina compuesta con pospolimerización con temperatura al calor seco.

2.2.3 Delimitación del estudio

Dentro de la rehabilitación oral, la restauración del sector posterior ha ido evolucionando con el tiempo, se usó en un inicio la amalgama, pero luego con la mejora de las resinas compuestas, esta se convirtió en el principal material de restauración, las restauraciones amplias restringen a las restauraciones directas, dando paso al uso de las semidirectas o indirectas.

Hay que insistir en que la contracción de la polimerización nunca puede ser totalmente controlada mediante los métodos de restauraciones directa así como también no se puede controlar la adaptación y el sellado marginal, por lo tanto son menos satisfactorias que las restauraciones cementadas, para optimizar los resultados en la propiedades mecánicas ya sea la fuerza flexural, dureza, estabilidad , de las restauraciones semi-directas la literatura indica una pospolimerización de la resina usada ya sea con temperatura, presión y luz.

Esta investigación trata de dar información valiosa al profesional para saber si, al usar procesos de pospolimerización como con de la temperatura, las resinas pueden alcanzar niveles de resistencia flexural mayores a los que se puede llegar con una simple foto polimerización, obviando la necesidad de los servicios del técnico dental y realizando la restauración en una sola sesión , lo cual tiene como consecuencia un tratamiento más rápido y disminución del costo económico al paciente, que mejoraría su salud bucal y una mejor calidad de vida.

2.2.4 Justificación e importancia del estudio

Es escasa la información del aumento de la resistencia a la flexión de resinas compuestas de uso directo sometidas a una post polimerización con temperatura.

Este método es una opción al uso de las restauraciones directas en restauración amplias que involucren más de 2 paredes del diente, donde las

restauraciones directas tiene muchas desventajas tales como; contracción a la polimerización, aumento de la filtración, poca polimerización, dificultad en el manejo de la técnica en restauraciones clase II, siendo las restauraciones semidirectas manufacturadas con resinas de uso directo postpolimerizada con temperatura al calor seco, la mejor opción para solucionar el problema principal de las restauraciones directas en casos de destrucción amplia del órgano dental.

Ofreciendo la mejoría de las propiedades mecánicas de la resina compuesta polimerizada con temperatura, la cual la resistencia a la flexión es una de ellas, evitando así de esta manera que las fuerzas masticatorias, que reciben las piezas posteriores puedan, ocasionar fracturas a nivel de las restauraciones semidirectas.

Es importante este estudio, porque el odontólogo tiene a la técnica semidirecta más postpolimerización como alternativa para realizar las restauraciones por tener las siguientes ventajas, rapidez de tratamiento (una sola cita), alta estética, biocompatibilidad, factor económico, que aparte de beneficiar al profesional, también estos beneficios se transfieren al paciente, al tener un trabajo de mejor calidad, mejorando su autoestima y calidad de vida.

Además también es importante por ser la primera investigación de su tipo, que se realiza en la facultad de Estomatología en la Universidad Inca Garcilaso de la Vega.

2.3 Hipótesis y Variables

2.3.1 Supuestos Teóricos

Los primeros estudios en 1989, llegaron a la conclusión de que la pospolimerización con temperatura aumentaba la resistencia tanto flexural como mecánica de las resinas compuestas, otros estudios años después concluyeron que durante las 6 primeras horas de ser foto polimerizada aumenta la resistencia flexural.

Varias investigaciones hechas en Brasil dieron como resultado que la resistencia flexural era incrementada por la pospolimerización con calor, siendo la temperatura el causante del movimiento de monómeros libres, que se movilizan y se unen a las cadenas poliméricas aumentando de esta manera, la polimerización por ende también aumentan las propiedades mecánicas, una de ellas, la resistencia a la flexión.

El resultado de otros estudios aumentaron significativamente la resistencia flexural cuando se pospolimeriza con una temperatura que oscilaba de 100° Celsius a los 170 ° Celsius, siendo el tiempo otro factor importante, este era variable pero no pasaba de los 15 minutos.

Estudios más modernos y con otro tipo de pruebas resultaron que la resistencia flexural aumentaba significativamente con la pospolimerización a una temperatura que no sobrepase la temperatura en la cual la resina compuesta se empieza a deformar.

2.3.2 Hipótesis Principal y Específicos

2.3.2.1 Hipótesis Principal

Mejorará la resistencia flexural de una resina compuesta de uso directo sometida a pospolimerización con temperatura al calor seco.

2.3.2.2 Hipótesis Específicas

- Habrá cambios en la resistencia flexural de una resina compuesta de uso directo al no ser sometida a pospolimerización con temperatura al calor seco.

- Habrá cambios en la resistencia flexural de una resina compuesta de uso directo al ser pospolimerizada con temperatura al calor seco.

- Existirá diferencia en la resistencia flexural de una resina compuesta de uso directo sin pospolimerización con temperatura al calor seco, con la misma resina de uso directo pospolimerizada con temperatura al calor seco.

2.3.3 Variables e Indicadores

Variable: Resistencia Flexural

Es la resistencia que ofrece un material al ser flexado cuando se aplica una fuerza al centro del material

Indicador

Mpa (Mega Pascales)

Variable: Pospolimerización con temperatura al calor seco

Es un aumento de temperatura en un horno al calor seco que n la polimerización de una resina compuesta de uso directo

Indicador

Grados Celsius

CAPÍTULO III: MÉTODO, TÉCNICA E INSTRUMENTOS

3.1 Población y Muestra

3.1.1 Población

Estará conformada por 30 especímenes de resina compuesta de nano partículas pospolimerizada elaborado por el tesista.

3.1.2 Muestra

La muestra será determinada en forma no aleatoria, por conveniencia, que serán un número de 20 especímenes, que cumpla con los criterios de inclusión y exclusión, siendo dos grupos: Grupo Control: 10 especímenes de resina polimerizados con luz Led y Grupo Experimental: 10 especímenes de resina polimerizados con luz Led mas pos polimerización al calor seco.

Criterios de inclusión

- Especímenes de resina con medias de 25mm x 2mm x 2mm, de acuerdo a los Estándares Universales de la ISO 4049.
- Especímenes de resina debidamente pulidas.
- Especímenes de resina con uniformidad en sus superficies.

- Especímenes de resina sin fractura.
- Lámpara LED en óptimas condiciones.

Criterios de exclusión

- Especímenes de resina que presenten grietas.
- Especímenes de resina que presenten burbujas.
- Especímenes de resina que presenten irregularidades en la superficie
- Lámpara LED con más de 100 disparos previos a la prueba
- Lámpara LED en malas condiciones

3.2 Diseño a Utilizar en el Estudio

3.2.1 Diseño

Cuasi - Experimental invitro

3.2.2 Tipo de la investigación

Transversal, Prospectivo, Comparativo

3.2.3 Enfoque

Cuantitativo

3.3 Técnica e Instrumento de Recolección de Datos

La recolección de datos en el presente estudio se llevó a cabo al tomar 20 muestras de una población de 30 muestras, los 20 muestras fueron divididas en 2 grupos: grupo control que fueron 10 muestras fabricadas y foto

polimerizados convencionalmente y el grupo experimental que fueron 10 muestras fabricadas y foto polimerizadas convencionalmente más la pospolimerización con temperatura al calor seco.

Luego de haber sido realizado la fabricación de las muestras, estas pasaron por un proceso almacenado, seguido después de 24 horas, las muestras se sometieron a las prueba de resistencia a la flexión dado por un instrumento de ensayo universal, en el Laboratorio Especializado en Ensayos Mecánicos de Materiales de la Empresa High Technology Laboratory Certificate. El procedimiento de la fabricación de las muestras fue de la siguiente forma:

En primera instancia se confeccionó una estructura metálica con las dimensiones que nos rige la norma ISO 4049 para la confección de los especímenes (25mm x 2mm x 2mm).

Luego se confeccionó, una estructura metálica compatible con la máquina de ensayo universal para la prueba de resistencia a la flexión de tres puntos con las dimensiones correspondientes.

A continuación se procedió, a la confección de 30 especímenes de resina compuesta de nano partículas color A1, que fueron fotopolimerizadas siguiendo los estándares internacionales de la ISO 4049 para ensayos de propiedades mecánicas de las resinas, la cual determina medidas para dichos especímenes en prueba (25mm de largo x 2 mm de ancho x 2 mm de grosor), se siguió el protocolo de foto curado para cada espécimen, utilizando una

lámpara LED inalámbrica (Woodpucker LED – E), con máxima intensidad de 600 mW por 40 segundos como dice el fabricante , Se revisó la longitud de onda cada 5 ciclos de 40 segundos.

La distancia entre la ventana de salida de la luz y la superficie de resina será de 2mm para todos los especímenes, en un ángulo de 90 grados. Para establecer la distancia exacta de los 2 mm desde la ventana de salida de la Lámpara LED hasta la superficie de la resina, se colocó entre éstas, 2 láminas portaobjetos, de 1mm de espesor cada una, se confeccionó un estabilizador para fijar la lámpara LED, y evitar así el movimiento de ésta y por ende evitar sesgos.

Todos los especímenes fueron polimerizados primero en la parte central, luego se foto polimerizarán en el lado derecho del molde, y al final en el lado izquierdo, moviendo la matriz, la cual ha sido previamente marcada en el lugar específico indicado para la fotopolimerización. Asegurando así la polimerización completa de los especímenes.

Seguidamente se eligió 20 muestras, que cumplan los criterios de inclusión y exclusión (ANEXO 3). Una vez realizados y elegidos los especímenes, estos fueron divididos en 2 grupos:

- Grupo Control o Grupo 1
10 muestras fotopolimerizadas

- Grupo Experimental o grupo 2

10 muestras fotopolimerizadas más la pospolimerización con temperatura al calor seco.

A continuación solo al grupo experimental se pospolimerizó con el aumento de temperatura de 130 grados centígrados por 4 minutos en un horno de calor seco (Caisa Modelo 12-27). Seguidamente se colocó los 30 especímenes en un frasco de agua destilada por 24 horas en un ambiente a temperatura de 37°C.

Después de este tiempo se llevaron las muestras al Laboratorio Especializado en Ensayos Mecánicos de Materiales de la Empresa HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE, fueron testeadas las muestras en un aparato de medición de fuerzas (aparato de ensayo universal), que tendrá 2 soportes con una distancia de 20mm, se aplicó una carga vertical (60-70N/min) al centro de las muestras hasta que la muestra se fracturó (ANEXO 4), a una velocidad de carga de (0,75 +0,25) mm/min. para medir así la resistencia flexural de la resina compuesta .

Una vez obtenidos los datos en Kg/N (carga máxima aplicada a los especímenes), se aplicó la fórmula para determinar la resistencia flexural de los especímenes, la cual se expresa en Mpa. (ANEXO 5)

La fórmula para calcular la resistencia a la flexión es:

$$S = \frac{3WI}{2bd^2}$$

Dónde:

S = Resistencia a la flexión

I = Distancia entre los soportes

W = Carga máxima antes de la fractura

b = Ancho de la muestra

d = Profundidad de la muestra

Las unidades son fuerzas por unidad de superficie (Mpa). Después de esta conversión, los datos fueron trasladados a las fichas de recolección de datos.

3.4 Procesamiento de Datos

Se realizaron las tablas y cuadros en Microsoft Excel. Se utilizó un ordenador con programa estadístico R versión 3.4.2. Para determinar la normalidad y la homogeneidad de varianzas de las muestras, se aplicará la prueba de Shapiro Wilk y Bartlett respectivamente.

Después de la verificación de los supuestos, se aplicará una prueba estadística paramétrica T de Student, para determinar la significancia en la diferencia que puede existir entre el grupo control y el grupo experimental. Presentando los datos en tablas y gráficos.

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Presentación de Resultados

En la presente investigación se evaluó la influencia de la pospolimerización con temperatura al calor seco en la resistencia flexural de una resina compuesta, realizado el estudio con una muestra de 20 especímenes, divididas en dos grupos, estas fueron sometidas a una prueba de flexión, Una vez obtenidos los resultados de la investigación, se realizaron los análisis de los datos obtenidos, que a continuación se mostraran mediante tablas y gráficos.

Tabla N°01
Resistencia Flexural del grupo Control (Mpa)

Muestra	Grupo Control
1	105.52
2	123.83
3	110.85
4	119.70
5	95.76
6	107.35
7	139.78
8	91.38
9	91.43
10	101.52
Me	108.71

En la Tabla N° 01 se registran los resultados en Megapascales de los 10 especímenes del Grupo Control, que fueron sometidos a la prueba flexural, Siendo Me, el valor promedio del grupo.

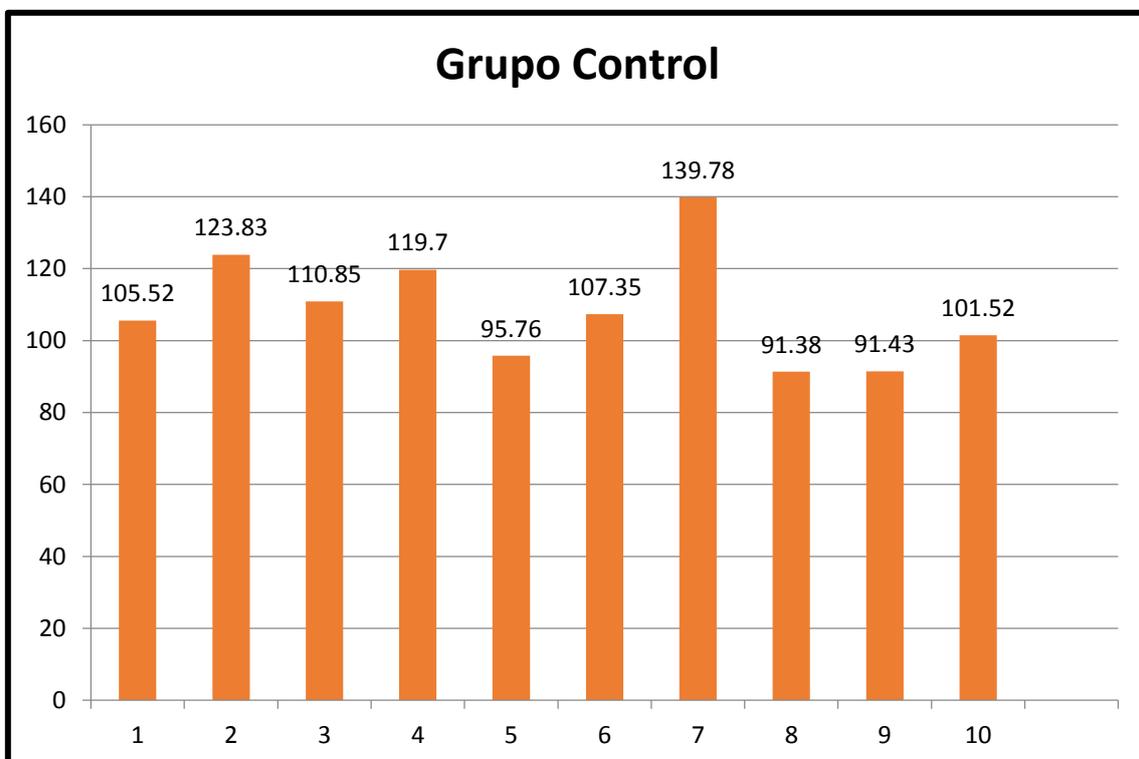


Gráfico N°01
Resistencia Flexural del Grupo control en Mpa

Tabla N°02
Resistencia Flexural del grupo Experimental (Mpa)

Muestra	Grupo Experimental
1	116.76
2	128.75
3	115.63
4	120.02
5	134.02
6	112.19
7	169.87
8	156.29
9	104.53
10	142.97
Me	130.10

En la Tabla N° 02 se registran los resultados en Megapascales de los 10 especímenes del Grupo Experimental, que fueron sometidos a la prueba flexural, siendo **Me**, el valor promedio del grupo.

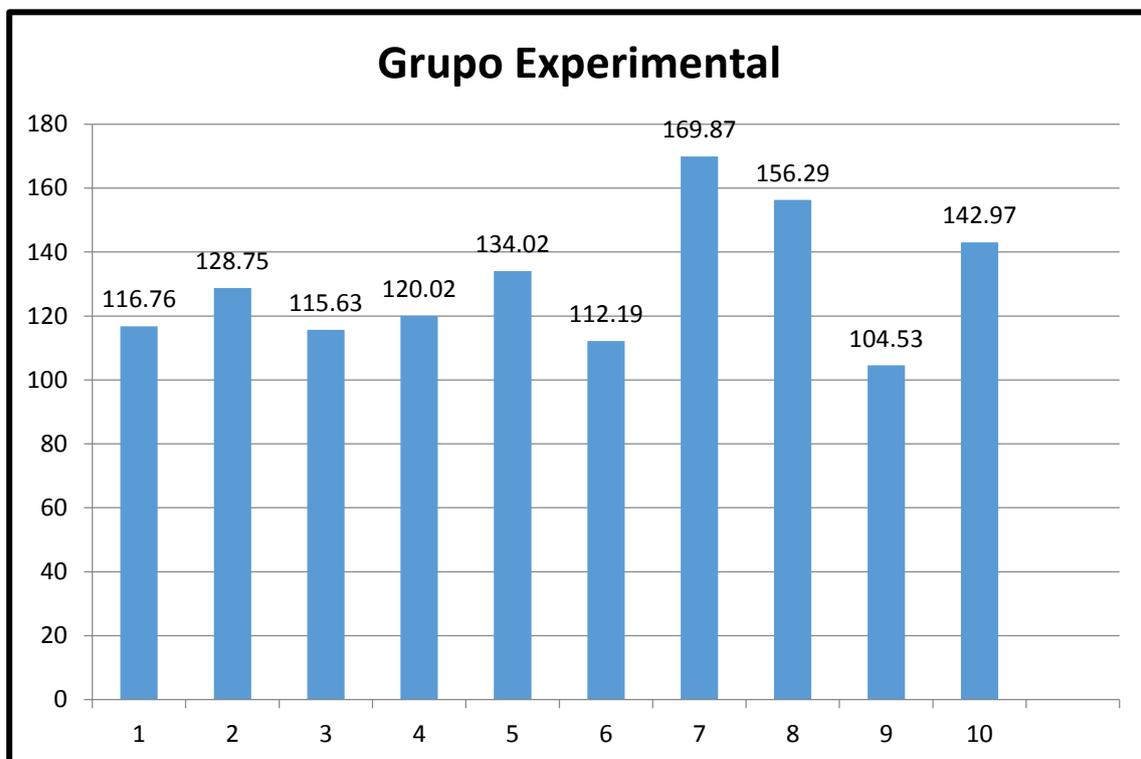


Gráfico N°02
Resistencia Flexural del Grupo Experimental en Mpa

Tabla N°03
Resultado del grupo control y experimental en Mpa

Muestra	Grupo Control	Grupo Experimental
1	105.52	116.76
2	123.83	128.75
3	110.85	115.63
4	119.7	120.02
5	95.76	134.02
6	107.35	112.19
7	139.78	169.87
8	91.38	156.29
9	91.43	104.53
10	101.52	142.97
Me	108.71	130.1

En la Tabla N° 03 se registran los resultados en Megapascales de los 10 especímenes del Grupo control, como también los 10 especímenes del Grupo Experimental, que fueron sometidos a la prueba flexural, siendo **Me**, el valor promedio de cada respectivo grupo.

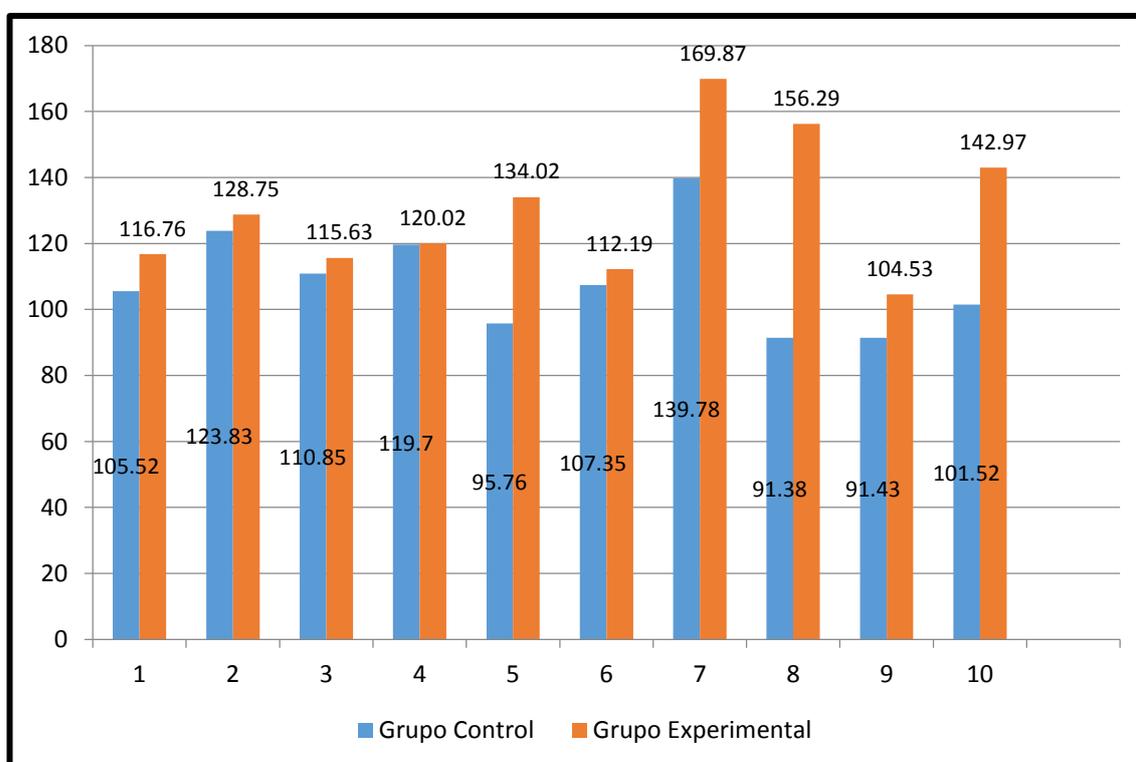


Gráfico N°03
De los resultados expresados en Mpa

Tabla N°04
Prueba de T de Student

Resistencia Flexural	Grupo Control	Grupo Experimental
Mínimo	91.38	104.53
Máximo	139.78	169.87
Media	108.71	130.10
Desv. Est	15.45	20.85
Prueba T	-2.6061	
p - valor	0.0187	

En la Tabla N° 04 se registran los resultados del análisis estadístico, Siendo la T de Student, el verificador de la diferencia significativa, esta indico ser que el valor es de p es de 0.0187 y el nivel de significancia es de $p > 0.05$.

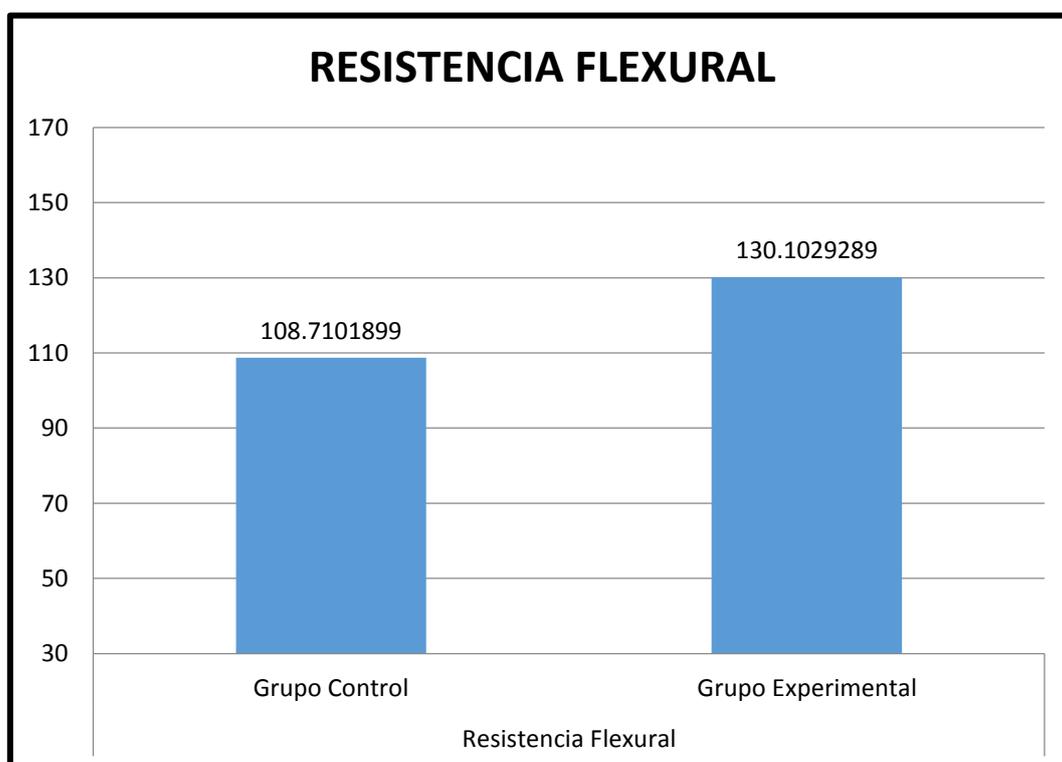


Gráfico N°04
Promedio de los resultados de cada grupo

4.2 Contrastación de Hipótesis

De los resultados obtenidos de los ensayos realizados en este estudio se concluyen que la resistencia flexural de resina compuesta de nano partículas de uso directo sometida a pospolimerización con temperatura al calor seco mejoró significativamente, es decir que el aumento de la pospolimerización con temperatura al calor seco de resina compuesta de nano partículas fotopolimerizada es mejor que la foto polimerización convencional.

Contrastando la hipótesis se concluye que existe diferencia significativa en la resistencia flexural de una resina compuesta de uso directo sin pospolimerización, con la misma resina compuesta más pospolimerización con temperatura al calor seco. Después de los resultados del estudio estadístico se demostró que existen diferencia significativa entre la media de la resistencia flexural del grupo control y la media de la resistencia flexural del grupo experimental.

4.3 Discusión de Resultados

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la influencia de la pospolimerización con temperatura al calor seco en la resistencia flexural de una resina compuesta en restauraciones semidirectas, en la cual se realizó pruebas de resistencia flexural a dos grupos, dando como resultado promedio del Grupo Control 108.71 Mp y el resultado promedio del Grupo experimental 130.10 Mp, habiendo una diferencia significativa entre los dos, el resultado es alentador, sin embargo se tendría que evaluar otros factores para emplear la pospolimerización en otro tipo de material.

Con referencia a la resistencia flexural del Grupo control, siendo este 10 especímenes de resina compuesta sin ser pospolimerizada. Según los resultados se tuvo un valor mínimo de 91.38 Mp y mayor de 139.78 Mp, teniendo un Promedio de 108.71 Mp, que están dentro de los rangos aceptables según las normas ISO.

Con referencia a la resistencia flexural del Grupo Experimental, Según los resultados se obtuvo como resultado un valor mínimo de 104.53 Mp y un valor mayor de 169.87 Mp teniendo un promedio de 130.10 Mp, que están dentro de los rangos aceptables según las normas ISO. Siendo estos valores promedios mucho mayores que los del grupo Control.

De acuerdo a los resultados de la diferencia de la resistencia flexural del Grupo Control y el Grupo Experimental se obtuvo una diferencia suficiente a un nivel de significancia del 5% para rechazar la hipótesis nula, por lo tanto, se puede afirmar que sí existen diferencias significativas entre las medias del grupo control el grupo Experimental .

Stanley L. y cols , evaluaron la fuerza de tensión diametral, la dureza, y la resistencia al desgaste, usando dos resinas de uso directo (Profile TLC S.S White), (P30 3M Dental Products Div) y una resina de uso indirecto, se realizaron 70 muestras de acuerdo a las especificaciones de la American Dental Association con un tamaño de muestra de 3 mm x 6 mm , cada grupo de 10 muestras se polimerizo con luz durante 20 segundos, para luego ser pospolimerizada con temperatura a 125° a con diferentes tiempos de

duración(2.5, 5, 7.5, 10, 15 minutos) y una muestra control. Estas muestras fueron colocadas en una maquina llamada Instron Universal, dando como resultados que la fuerza de tensión diametral incrementan con el calor y no hubo una importancia estadística en el tiempo de la aplicación del calor. En la presente investigación se concluye que sí existe una influencia de la pospolimerización con temperatura al calor seco en la resistencia flexural de una resina compuesta.

Santana I. y cols, en Brasil, evaluaron la influencia de la temperatura en la resistencia flexural y dureza, realizaron un estudio invitro en el cual sometieron a 3 tipos de resinas. Primero hallaron la temperatura de transición vítrea y la temperatura de degradación inicial para cada una de las resinas. Los 5 grupos fueron dos resinas de uso directo con y sin poscurado (TPH Spectrum y Filtek p60) y una resina de laboratorio de uso indirecto (Belleglass), fueron sometidas a un tratamiento de pospolimerización con calor, el primer y segundo grupo fueron tratados de la misma forma se fabricaron muestras de 10mm de largo x 2 mm de ancho x 2 mm de altura en un molde metálico, la resina fue insertada en volumen total, para después ser moldeada completamente, cada muestra fue fotopolimerizada 40 segundos usando la unidad de foto curado (Demetron ; Kerr corp) con una intensidad de $600\text{mw} / \text{cm}^2$, después fueron sometidas a $170\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 10 minutos en un horno digital (OVMAT, Manfredi S.P.a Italia). Ellos investigaron los cambios en las propiedades mecánicas, tanto como en la resistencia a la flexión y a la dureza superficial, con resultados que la resina p60 presento mayor dureza que la TPH, y que el tratamiento con calor, influenció en la resistencia a la

flexión de las resinas de uso directo, mientras no se observó influencia en la dureza superficial. Con la conclusión de que las resinas compuestas de uso directo pueden ser una alternativa en vez del uso de los sistemas actuales de resinas de laboratorio.²² En la presente investigación se concluye que sí existe una influencia de la pospolimerización con temperatura al calor seco en la resistencia flexural de una resina compuesta.

Almedida – Chetti, evaluaron la resistencia a la flexión y el módulo elástico de dos resinas de uso indirecto (Belleglass, y Adoro) y dos resinas de uso directo,(Premisa y Heliomolar), se prepararon 24 muestras con dimensiones de 2mm x 2mm x 25 mm siguiendo las normas ISO 4049 para evaluar la resistencia a la flexión, mientras que para hallar el módulo de elasticidad usaron los estándares ANSI / ADA. Las muestras fueron polimerizadas con un aparato de luz halógena por 20 segundos, las resinas de uso indirecto fueron colocadas en su horno respectivo, por 20 minutos , y las resinas de uso directo fueron colocadas por 20 min en el horno de Belleglass hp. Se usó una máquina llamada Instron 1100 Mas USA. A una velocidad de 1mm/ min. Los resultados fueron que los procedimientos de pospolimerización incrementaron la fuerza flexural para todas las resinas, ya sea de uso directo o indirecto.²³ En la presente investigación se concluye que sí existe una influencia de la pospolimerización con temperatura al calor seco en la resistencia flexural de una resina compuesta.

Lumi y cols, evaluaron en un estudio invitro la fuerza flexural de una resina compuesta de uso directo para la aplicación indirecta, luego de ser fabricadas

las muestras fueron confeccionadas con una temperatura controlada de 23°C y una humedad de 50 %, fueron fotopolimerizadas por 40 s en su superficie con un diámetro de punta de 12 mm. Las muestras fueron almacenadas 48 horas a 37 °C, para ser sometidas a una post polimerización con calor a 170°C en diferentes tiempos (5, 10 y 15 minutos), usando un horno (Flli Manfredi. TO, Italy). Las muestras fueron llevadas a la máquina de evaluación universal (Kratos Din Ltda, Cotia, SP, Brasil) con una velocidad de 0.5mm/min hasta ser fracturadas. Resultando que las resinas de uso directo tuvieron valores más altos de resistencia flexural que la resina indirecta. Se Pudo concluir que el tratamiento con calor incrementa la fuerza flexural de la resina estudiada mejorando sus propiedades mecánicas. En la presente investigación se concluye que sí existe una influencia de la pospolimerización con temperatura al calor seco en la resistencia flexural de una resina compuesta.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

1. Con respecto a determinar la influencia de la pospolimerización con temperatura al calor seco en la resistencia flexural de una resina compuesta en restauraciones semidirectas, se concluye que sí existe una influencia de la pospolimerización con temperatura al calor seco en la resistencia flexural de una resina compuesta.
2. En relación a determinar la resistencia flexural de una resina compuesta sin ser pospolimerizada con temperatura al calor seco, se concluye que es óptima para la utilización clínica.
3. En cuanto a determinar la resistencia flexural de una resina compuesta pospolimerizada con temperatura al calor seco, se concluye que es óptima para la utilización clínica.
4. Con referente a determinar, la diferencia de la resistencia flexural de una resina compuesta sin pospolimerización con una resina compuesta con pospolimerización con una resina compuesta con temperatura al calor seco se concluye que sí existe una diferencia significativa en los valores de los dos grupos evaluados.

5.2 Recomendaciones

1. Con respecto a la influencia de la pospolimerización con temperatura al calor seco en la resistencia flexural de una resina compuesta en restauraciones semidirectas, se recomienda tener en cuenta los resultados para la mejora las propiedades mecánicas de la resina compuesta en restauraciones semidirectas, logrando así beneficios como, aumento de la resistencia flexural, reducción de la contracción a la polimerización, reducción del tiempo operatorio, minimizar el costo del tratamiento a beneficio del paciente.
2. Con respecto a la resistencia flexural de la resina compuesta sin ser sometida a la pospolimerización se recomienda tener en cuenta los resultados para el uso de la resina compuesta para restauraciones semidirectas, siendo apta clínicamente, tomando su uso con cautela, dejando a consideración del odontólogo.
3. Con referencia a la resistencia flexural de la resina compuesta sometida a pospolimerización con temperatura al calor seco en restauraciones semidirectas se recomienda tener en cuenta los resultados, para ser usado, siendo estas aceptables según las normas ISO y siendo la mejor opción para su uso en restauraciones Semi directas.
4. Teniendo en cuenta la diferencia de la resistencia flexural de una resina compuesta sin ser pospolimerizada con una resina compuesta sometida a la pospolimerización, se recomienda tomar en cuenta los resultados, para el uso de la resina con pospolimerización logrando de esta manera un mejor grado de conversión en la resina compuesta, mejorando las propiedades mecánicas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Keith HS., Yanjie Mai, Harry Kim, Keith CT Tong, Desmond Ng and Jimmy C. M. Hsiao .Review: Resin Composite Filling. *MATERIALS* 2010; 3:1228-1243.
2. Barrancos Mooney, Operatoria Dental, tercera edición. Panamericana cap 21 : 657-662
3. Reis, Loguercio. Materiales dentales directos de los fundamentos a la aplicación clínica .Brasil .Grupo Editorial nacional. 2015
4. Asmussen E, Peutzfeldt A .Mechanical properties of heat treated restorative resins for use in the inlay/onlay technique. *ScandJ Dent Res* 1990; 98: 564-7.
5. Van Dijken J., Ulla Pallese. A randomized 10 years prospective follow-up of clase II nanohibrid and conventional hybrid Resin composites restorations. *J Adhes Dent* 2014; 16:585-592
6. Phillips, Ciencia de los materiales dentales .Madrid. El Sevier 11 edición. 4: 73-84.
7. Macchi, Materiales dentales .Panamericana ,3era edición cap 1 ,pag 19- 27.
8. Steenbecker , Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental y estética adhesiva, Universidad de Valparaizo 2009 , 88 -90 , 135-138
9. Giudici. Polymerization reaction engineering:a personal overview of the state-of-art. *Latin american Applied Research* .2000. 30:351-356

10. CS Pfeifer, JL Ferracane, RL Sakaguchi, and R.R. Braga. Factors Affecting Photopolymerization Stress in Dental Composites. *J Dent Res.* 2008 ; 87(11):1043-1047
11. Carpena Lopes. Direct composite resin restorations: a review of some clinical procedures to achieve predictable results in posterior teeth. *J Esthet restor Dent* 2004;16 Vol 1 : 7-19.
12. Takase Kazuma, Evaluation of glass transition temperature and Dynamic mechanical Properties of autopolymerized hard direct dentures relines resins. 2015 .*Dental Materials journal* 34(2): 211–218
13. W Dresch, S Volpato, JC Gomes, NR Ribeiro ,A Reis ,AD Loguercio . Clinical Evaluation of a Nanofilled Composite Posterior Teeth: 12-month Results, *Operative Dentistry*, 2006, 31-4, 409-417.
14. Apuntes para una breve introduccion a la Resistencia de materiales, Universidad de Valladolid. 2011. pag 47 -52.
15. Aschheim, Kenneth W. A clinical Approach to techniques and materials. *Esthetic Dentistry*, Mosby, 2015, 117 -123.
16. Bikramjit Basu, Mitjan Kalin, *Tribology of Ceramics and Composites* wiley. 2011: pag 26-33.
17. Hervás García Adela; Resinas compuestas, Revisión de los materiales e indicaciones clínicas *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2006; 11: 215-220.
19. Stephen C. Dental composite, Manipulation and properties Universidad de North Carolina 2011.
22. Santana I, Effect of experimental heat Treatment on mechanical Properties of resin composites. *Braz Dent J.* 2009 20 (3) 205-210.

23. Almeida Chetti V. Effect of post curing treatment on mechanical Properties of composite resin .Acta Odontol . Latinoam .2014,Vol 27 :72-76.
24. Poggio C, Evaluation of Vickers Hardness and Depth of cure of six composite resins photo-activated with different polymerization modes. Journal of conservative Dentistry, 2012; Vol 15 : 237-241.
25. Pfeifer , JL Ferracane . Factors affecting Photopolymerization stress in dental composites. *J Dent Res*. 2008 . 87(11):1043-1047.
26. JP Santerre , Relation of dental composite formulations to their degradation and release of hydrolyzed Polymeric – Resin – Derived Products , Crit Rev Oral Biol Med . 2001. 12(2):136-151.
27. Freedman George, Esthetic Dentistry, ELSEVIER , Saint Louis , 2012 .
28. Von Fraunhofer. Dental Materials at a glance. 2da edicion , Wiley .USA ,2013
29. Spreafico, Dietschi. Restauraciones adhesivas no metalicas. Primera edición, Barcelona, Masson, 1998
30. Stanley L. Wend, Jr . Time as a factor in the heat curing of composite resin, Quintessence Int. 1989. 20: 259-263.
31. Lumi Miyazaki Caroline. Heat treatment of a direct composite resin: influencia on flexural strength, Braz Oral Res. 2009; 23 (3): 241-247.
32. Gonzalez Mota E, Mitsuo Silva Oshima H, Henrique Burnet J . Influencia de la polimerización adicional en las propiedades de una resinaOrmocer .Av ,Odontoestomatol 2006 ; 22(5):271-277

ANEXOS

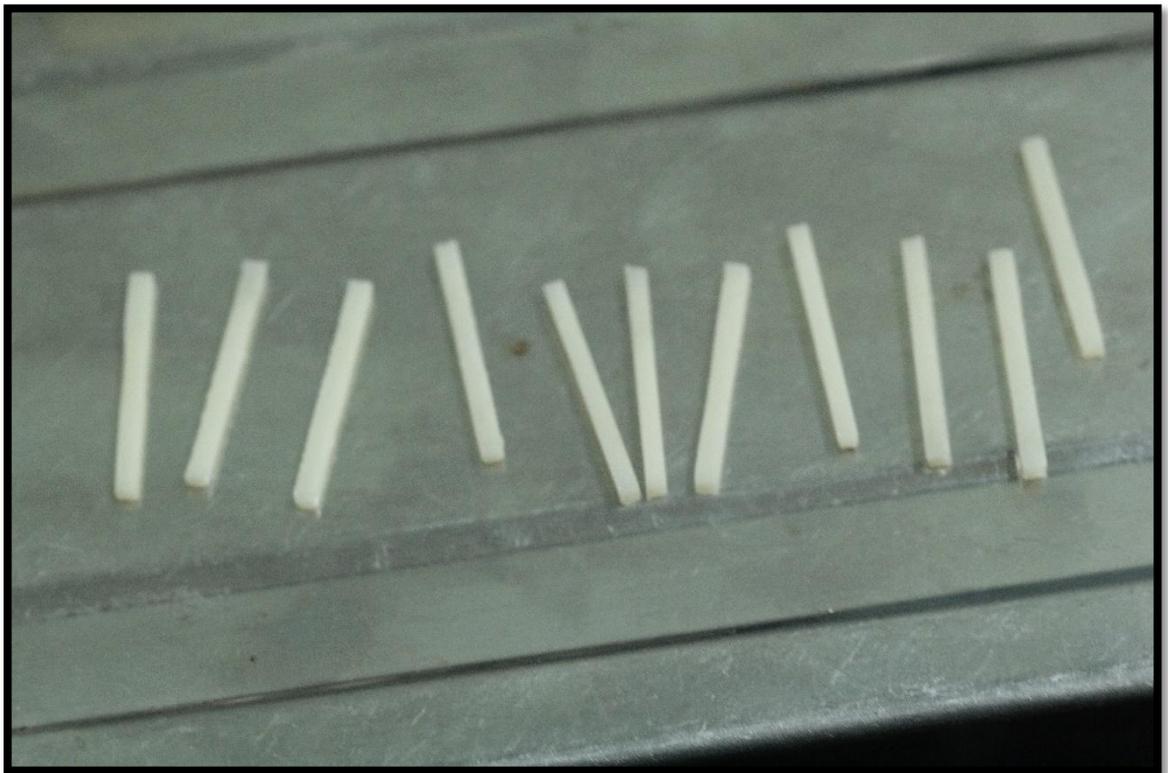
ANEXO N° 01
RESULTADOS DE GRUPO CONTROL

Grupo Control	b	l	h			f		
	ancho	longitud entre apoyo	espesor	Cte.	Cte.	fuerza máxima	Esfuerzo de flexión	
	mm	mm	mm			N	N/mm2	Mpa.
	2.18	20	1.91	3	2	29.48	97.43	97.43
1- control solo foto polimerización	2.13	20	1.9	3	2	30.32	105.52	105.52
2- control solo foto polimerización	2.11	20	2.07	3	2	38.04	123.83	123.83
3- control solo foto polimerización	2.17	20	1.98	3	2	34.45	110.85	110.85
4- control solo foto polimerización	2.15	20	1.85	3	2	34.12	119.70	119.70
5- control solo foto polimerización	2.12	20	1.91	3	2	27.4	95.76	95.76
6- control solo foto polimerización	2.14	20	1.94	3	2	31.79	107.35	107.35
7- control solo foto polimerización	2.1	20	1.97	3	2	40.48	139.78	139.78
8- control solo foto polimerización	2.14	20	1.95	3	2	27.2	91.38	91.38
9- control solo foto polimerización	2.1	20	1.91	3	2	25.67	91.43	91.43
10- control solo foto polimerización	2.18	20	1.95	3	2	31.36	101.52	101.52
	2.134	20	1.943	3	2	32.083	108.7101899	

ANEXO N° 02
RESULTADOS DE GRUPO EXPERIMENTAL

Grupo Experimental	b	l	h			f	R	
	ancho	longitud entre apoyo	espesor	Cte.	Cte.	fuerza máxima	Esfuerzo de flexión	
	mm	mm	mm			N	N/mm2	Mpa
1 control solo foto polimerización +calor seco	2.09	20	1.96	3	2	33.32	116.76	116.76
2 control solo foto polimerización +calor seco	2.06	20	1.84	3	2	33.51	128.75	128.75
3 control solo foto polimerización +calor seco	2.07	20	1.92	3	2	31.71	115.63	115.63
4 control solo foto polimerización +calor seco	2.05	20	1.93	3	2	32.45	120.02	120.02
5 control solo foto polimerización +calor seco	2.06	20	1.9	3	2	36.02	134.02	134.02
6 control solo foto polimerización +calor seco	2.09	20	1.88	3	2	30.71	112.19	112.19
7 control solo foto polimerización +calor seco	2.09	20	1.88	3	2	46.5	169.87	169.87
8 control solo foto polimerización +calor seco	2.03	20	1.92	3	2	41.22	156.29	156.29
9 control solo foto polimerización +calor seco	2.09	20	1.87	3	2	28.46	104.53	104.53
10 control solo foto polimerización +calor seco	2.1	20	1.85	3	2	38.88	142.97	142.97
	2.073	20	1.895	3	2	35.278	130.1029289	

ANEXO N° 03



ANEXO N° 04

