



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE RESINAS
COMPUESTAS NANOPARTICULADAS FUERA Y DENTRO DE LA FECHA
DE VALIDEZ**

**Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos
establecidos para optar por el título de Odontólogo**

**Profesora guía
Dra. Alexandra Mena S.**

**Autor
Carlos Eduardo Lema Murillo**

**Año
2015**

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Dra. Alexandra Patricia Mena Serrano
Máster y PhD en Odontología Restauradora
C.I.: 171316789-6

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

Carlos Eduardo Lema Murillo

C.I.: 171959648-6

DEDICATORIA

A Dios, por sus bendiciones derramadas sobre mí.

A mis padres, por su infinito amor y por ser siempre el pilar fundamental en mi vida enseñándome a cumplir siempre todas mis metas propuestas.

Carlos

AGRADECIMIENTO

A Dios Todopoderoso por las bendiciones recibidas durante toda mi vida.

A mis padres que supieron brindarme su apoyo y amor incondicional en todo momento.

A mis hermanas que siempre estuvieron apoyándome en cada decisión tomada.

A mi tutora de tesis, Dra. Alexandra Mena, por sus conocimientos impartidos a lo largo este trabajo.

A mis profesores, quienes me ayudaron en el crecimiento académico durante toda mi carrera alcanzando así esta meta propuesta.

Gracias a todos por el apoyo infinito.

Carlos

RESUMEN

La odontología restauradora soluciona problemas de pérdida de tejido dentario ya sea por caries, traumatismos u otros tipos de alteraciones, devolviendo su función y estética. La evolución de las resinas compuestas ha conseguido que este material restaurador sea versátil al poder ser utilizado en el sector posterior y anterior por su alta resistencia mecánica y favorable estética. Siendo así las resinas compuestas, como las resinas nanoparticuladas, son ampliamente utilizadas en la práctica diaria. Incluso son utilizadas más allá que para la técnica de restauración directa.

Se realizó un estudio *in vitro*, se utilizó la resina compuesta nanoparticulada (Filtek Z350) que esté fuera de la fecha de validez (FV) y dentro de la fecha de validez (DV), se realizaron 10 cuerpos de prueba para cada grupo experimental de acuerdo a las normas ISSO 4049, para realizar los cilindros de prueba, con una cortadora de plasma en una plancha de acrílico transparente se perforaron tres orificios de 3 mm de diámetro, 6 mm de altura, se colocó una loseta de vidrio bajo la matriz como base y la resina compuesta fue colocada dentro un orificio en dos incrementos, cada incremento fue fotoactivado por 20 s con una lámpara de luz halógena, posteriormente, se procedió a retirar los cilindros de la matriz por deslizamiento. Cada cuerpo de prueba se sometió al test de compresión usando una prensa hidráulica (MTS modelo 5000), con la cual se aplicó a cada uno de los cilindros el test de compresión a una velocidad de desplazamiento fija de 1mm/min, hasta la fractura del espécimen. Los datos obtenidos tras el test de compresión fueron analizados por medio de la prueba T student pudiendo concluir que las resinas nanoparticuladas fuera del tiempo de validez presentan menor resistencia a la compresión que las se encuentran dentro del tiempo de validez.

ABSTRACT

Restorative Dentistry studies and treats problems related to teeth supporting structure loss caused by cavities, trauma or other dental tissue disorders. It restores teeth functions and aesthetics. Nanoparticle-reinforced resin-based dental composites are widely used in daily practice even beyond direct restoration techniques.

An expired Nanoparticle-reinforced resin-based dental composite (Filkek Z350) was used in an in vitro study to evaluate its compression behavior. According to ISO 4049 standards, 10 testing specimens were created for each experimental group to build the testing cylinders. A plasma cutter was used over a 6mm thick transparent acrylic plank to drill 3mm diameter holes. The acrylic plank was then placed over a glass surface and the holes were filled with the resin composite in two layers. Each layer was photo-activated using a halogen lamp in 20 second intervals. Then the resin composite cylinders were slid from the acrylic plank. Each testing specimen went through a compression test applying a fixed 1mm/min speed until it fails or fractures and Data was later analyzed using Student's T-Test obtaining the following results: Expired Nanoparticle-reinforced resin-based dental composite has a lower compression resistance than those within the validity period.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Planteamiento del problema.....	1
1.2	Justificación	2
2	MARCO TEÓRICO	3
2.1	Historia de la odontología restauradora.....	3
2.2	Resinas compuestas.....	4
2.2.1	Composición	4
2.3	Clasificación de las resinas compuestas	6
2.3.1	Clasificación según la viscosidad.....	6
2.3.2	Clasificación según la matriz inorgánica	7
2.4	Resinas Nanoparticuladas	7
2.5	Propiedades mecánicas de las resinas compuestas	8
2.6	Fotoactivación de las resinas compuestas	10
2.7	Polimerización de las resinas	11
2.8	Técnicas de fotoactivación	12
2.9	Biocompatibilidad de las resinas compuestas	14
3	OBJETIVOS	15
3.1	Objetivo general	15
3.2	Objetivos específicos	15
3.2.1	Hipótesis	15
4	MATERIAL Y MÉTODOS	16
4.1	Tipo de estudio.....	16

4.2	Población y muestra.....	16
4.3	Elaboración de los cuerpos de prueba	16
4.4	Evaluación de la resistencia a la compresión	19
4.5	Plan de análisis	21
5	RESULTADOS.....	22
5.1	Análisis de resultados	22
6	DISCUSIÓN	24
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	26
7.1	Conclusiones.....	26
7.2	Recomendaciones	26
	CRONOGRAMA.....	27
	PRESUPUESTO	28
	REFERENCIAS.....	29
	ANEXOS	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación según la matriz inorgánica	7
Tabla 2. Resinas compuestas utilizadas en este estudio.....	16
Tabla 3. Media y desviación estándar (\pm) de la resistencia a la compresión (MPa) de los grupos experimentales	22
Tabla 4. Cronograma	27
Tabla 5. Presupuesto.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Matriz con perforaciones idénticas	17
Figura 2. Colocación de la resina en la matriz.....	17
Figura 3. Fotoactivación de la resina	18
Figura 4. Fotopolimerización final.....	18
Figura 5. Cilindros de resina.....	19
Figura 8. Colocación del cuerpo de prueba	20
Figura 9. Punto de fractura y datos con el torquimetro digital.....	21
Figura 10. Promedio de las resistencia a la compresión de las resinas experimentales	23

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Certificado de la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE)..... 41

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

La odontología restauradora soluciona problemas de pérdida de tejido dentario ya sea por caries, traumatismos u otros tipos de alteraciones, devolviendo su función y estética. (Diaz, 2004)

La evolución de las resinas compuestas ha conseguido que este material restaurador sea versátil al poder ser utilizado en el sector posterior y anterior por su alta resistencia mecánica y favorable estética. Siendo así las resinas compuestas, como las resinas nanoparticuladas, son ampliamente utilizadas en la práctica diaria. Incluso son utilizadas más allá que para la técnica de restauración directa.

La restauración con la técnica indirecta requiere la colocación de un provisional y en algunas ocasiones, con afán de satisfacer al paciente estéticamente hasta que llegue el momento de la cementación de la restauración definitiva, el clínico ha optado por la colocación de la resina compuesta fuera de la fecha de validez como un material provisional; al fin y al cabo este material sería reemplazado en un corto periodo de tiempo. También puede creerse que las resinas fuera de la validez podrían ser empleadas para la elaboración de incrustaciones ya que es un procedimiento laboratorial y no ingresaría en la cavidad oral un material sin polimerizar. (García, Martínez, Vila, Escribano, & Galve, 2006)

Surge así el cuestionamiento de que sucede con la resina compuesta cuando esta se encuentra fuera de la validez indicada por el fabricante. ¿El material perdería sus propiedades mecánicas? ¿Su grado de conversión sería diferente?

La literatura reporta varios casos sobre la polimerización externa. (Silva Flaviane, 2010); (Cohen, 2012); (Gonzaga, Sano, Oliveira, & Benítez, 2010)

Si esto sucedería, es un indicativo de un polímero deficiente, es decir refiere la presencia de monómeros residuales, lo que favorece a la pigmentación de la restauración. Pero lo más alarmante sería la citotoxicidad de la resina fuera de validez. Estudios han demostrado que los monómeros son citotóxicos (Hernández, Cañas, Davidenko, Krael, Pérez, Pérez & Gárciga, 2001); (Melo, Lacerda, Otaviano, Villela & Tirre, 2009); (Safor guía, s.f.); (Restrepo & Ardila, 2010)

Las pruebas de resistencia mecánica son herramientas laborales empleadas para detectar la fortaleza del polímero. Si un polímero es más resistente, puede indicar que su grado de conversión es elevado, es decir hay menor cantidad de monómeros residuales.

1.2 Justificación

Amplia literatura revela el comportamiento de las resinas compuestas ante pruebas de resistencia mecánicas. Sin embargo, poco se conoce si la fecha de validez colocada por el fabricante significa que el material se comporta deficiente después de lo indicado. A partir del pensamiento de que el uso de las resinas compuestas fuera de validez son justificadas como materiales provisionales o como materiales restauradores para la técnica indirecta, este estudio busca revelar lo que ocurre, después de pruebas de compresión, con las resinas nanoparticuladas que han expirado su fecha de uso.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Historia de la odontología restauradora

Dentro del desarrollo de la odontología se han creado materiales que puedan sustituir a los tejidos dentales. Entre los materiales restauradores, la amalgama es un material seguro, duradero y versátil utilizado para la restauración de dientes por más de 150 años. Autores como: (Fuentes & Gil, 2003); (Yeras Moya & García Yeras, 2007); (Singh, Jurel, Tripathi, Agrawal, & Kumari, 2014), relatan la historia de la amalgama como material restaurador.

La amalgama dental contiene una mezcla de metales tales como mercurio, plata, cobre y estaño. Estos metales se unen químicamente para formar una sustancia sólida, estable y segura. Existió la inquietud el contenido de mercurio en la amalgama y sus efectos tóxicos, sin embargo estudios han demostrado que el contenido de mercurio es mínimo como para producir efectos nocivos para la salud para el paciente. (Fuentes & Gil, 2003); (Torres, Iribarra, Ortega, Romo, & Campos, 2002)

Sin embargo, riesgos ocurren durante la manipulación del material por el operador, por lo que se aconseja una manipulación cuidadosa para no aspirar el vapor de mercurio durante la mezcla del material. Según la literatura existen autores que coinciden con un riesgo de la amalgama para el operador. (Ruiz, y otros, 2009); (Ruiz, y otros, 2005)

Este riesgo se ha minimizado considerable con el advenimiento de las cápsulas predosificadas de amalgama.

La desventaja y desuso de la amalgama recae sobre dos factores, la preparación cavitaria y la estética.

La preparación para amalgama requiere de la conformación de una cavidad invasiva, que sacrifica tejido sano para crear retenciones exigentes por el

material. Es decir, va en contra del concepto conservador de la odontología moderna.

Además, ya que la estética es un factor de importancia en los procedimientos restauradores, la amalgama con su aspecto metálico ha sido remplazada por materiales que ofrecen características ópticas similares al diente como las resinas compuestas.

En 1878 se introduce el primer material restaurador translúcido, el cemento de silicato (Inglaterra 1878); (Crispin, 1998). Su baja resistencia al desgaste, fácil pigmentación, además de su acidez que podía producir lesiones pulpares hicieron que el material cayera en desuso y que sean finalmente reemplazados después de la aparición de las resinas acrílicas.

Las resinas acrílicas son insolubles a los fluidos orales, de fácil manipulación y bajo costo. (Ralph & Esquivel, 2004); (Crispin, 1998). Sin embargo presentaban baja resistencia a la abrasión, mala estabilidad de color, la absorción de agua, contracción de polimerización elevada, baja resistencia al desgaste y a la abrasión. (Crispin, 1998)

Luego en 1962, el Dr Ray Bowen desarrolla las resinas compuestas. Este material requiere de la composición de dos fases de componentes químicamente dispares para la elaboración de un material final con propiedades superiores a la de los materiales antecesores (Carvalho, Camargo, & Andriani, 2003). La evolución de las resinas compuestas parte desde este tipo de material resinoso.

2.2 Resinas compuestas

2.2.1 Composición

La resina compuesta odontológica está formada por la matriz orgánica, la matriz inorgánica y el agente de unión. (Reis & Loguercio, 2012)

Matriz orgánica:

La matriz orgánica de las resinas compuestas está constituida por: monómeros, inhibidores, modificadores de color y sistema iniciador / activador.

Los monómeros son el principal componente de la matriz orgánica y forman la parte plástica, fácil de moldear, para reponer la estructura dentaria perdida. Dentro de los monómeros más utilizados se destacan: Bis-GMA (bisfenol glicidil metacrilato) y el UDMA (dimetacrilato de uretano), que son monómeros de alto peso molecular; y los monómeros TEGDMA (dimetacrilato de trietilenglicol) y EDGMA (dimetacrilato de etilenglicol), de bajo peso molecular. (Reis & Loguercio, 2012)

Para evitar la polimerización espontánea de los monómeros y alargar la vida útil de las resinas, se agrega a la composición del material una pequeña cantidad de inhibidores como el BHT (hidroxitolueno butílico) y la hidroquinona. (Reis & Loguercio, 2012)

Los modificadores de color y óxidos metálicos, mimetizan las estructuras dentarias respetando las características ópticas del esmalte y la dentina (Reis & Loguercio, 2012).

El sistema iniciador/activador de los monómeros dimetacrilato, formado por los fotoiniciadores como la canforquinona (CQ) o la fenil propadiona (PPD) y por una amina alifática, se activan con la luz visible correspondiente a la longitud de onda de 400 a 500 nm (luz azul) desencadenando la formación de radicales libres y así comenzar con la polimerización. (Reis & Loguercio, 2012).

Matriz inorgánica:

La incorporación de partículas de carga inorgánica, cuarzo, sílice coloidal y vidrio, tiene la función de aumentar las propiedades mecánicas de las resinas

compuestas y reducir la cantidad de matriz orgánica, minimizando la contracción de polimerización, el coeficiente de expansión térmico lineal y sorción de agua. (Reis & Loguercio, 2012).

Agente de unión:

La unión química de la matriz inorgánica con la orgánica se obtiene con el agente de unión, material a base de silano (Reis & Loguercio, 2012).

2.3 Clasificación de las resinas compuestas

2.3.1 Clasificación según la viscosidad

Resinas de alta viscosidad (condensables):

Contiene un valioso porcentaje de carga cerámica superior al 80%, resistencia al desgaste variable, alto módulo de elasticidad, alta rugosidad superficial, estética aceptable, alta viscosidad, están indicadas para la parte posterior en cavidades clase I, y II. (Castañeda, 2009)

En cuanto a la manipulación se utiliza la técnica de incremento único y escultura, la obtención del punto de contacto es fácil por ser un material más pesado, al ser polimerizados en una sola vez puede generar tensión de contracción y causar fractura y/o imperfecciones marginales, conocido como contracción de polimerización.

Resinas de baja viscosidad (flow):

Resinas "Flow", son resinas con baja cantidad de carga, una matriz resinosa menos viscosa (diluyentes), tiene mejor desempeño en cuanto a la compresión y la tracción, su fluidez es más elevada que una resina de micropartículas y menor que la de un sellante de fosas y fisuras.

Contienen baja viscosidad, bajo módulo elástico, alta contracción de polimerización, poca resistencia al desgaste. Se recomienda el uso de resinas con mayor resistencia al desgaste sobre estas. Se indica usarlo como material intermediario, en restauraciones mínimas y como agente cementante, aunque poseen muchas contraindicaciones clínicas. (Castañeda, 2009)

2.3.2 Clasificación según la matriz inorgánica

Esta clasificación es de acuerdo al tamaño de la partícula inorgánica. Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación según la matriz inorgánica

TIPO	TAMAÑO DE PARTÍCULA	INDICACIÓN
Macropartículas	15 a 100 μm	Áreas sin esfuerzo masticatorio
Micropartículas.	0.01 y 0.05 μm	Áreas sin esfuerzo masticatorio
Híbridas	0,7 μ	Universal
Híbridas de pequeñas partículas	0,01 a 3,5 μm	Sector Posterior
Microhíbridas	0.4 μm	Universal
Nanoparticuladas	0,6 y 10 μm	Universal

Fuente: (Rodríguez & Pereira, 2008); (Silva & Nochi, 2008)

2.4 Resinas Nanoparticuladas

Nano se denomina un prefijo matemático para magnitudes por debajo de micro, las nanopartículas tienen un diámetro aproximado de 10 a 100 nm. Existen dos formas para conseguir estas partículas. Primero se puede reducir el tamaño de

las partículas grandes mediante el tamizado y el desgaste. La otra opción es fabricar nanopartículas de átomos o moléculas con cristalización sol-gel controlada mediante pirólisis por flameado. Ambas técnicas presentan un problema en cuanto a la formación del aglomerado. Las nanopartículas con ausencia de tratamiento se aglutinan de inmediato transformándose en una micropartícula normal (500 nm o 0,5 micrón), disminuyendo así las propiedades de la partícula nano. Para evadir este fenómeno se inactiva la superficie de la nanopartícula de forma química para conseguir su aislamiento. (Bertoldi, 2010)

Otra dificultad de las nanopartículas es que aisladas no se comportan como un sólido al ser agregadas a la matriz, sino iguales a un líquido. La fluidez del material se reduciría, por ello son mezcladas con micropartículas.

Con los nanorellenos se logra alcanzar una carga de 87% en peso, demostrando una contracción de solo 1,57%, las nanopartículas producen un efecto de red en la matriz resinosa que aumenta las propiedades de resistencia a la abrasión, a la estabilidad marginal y a la tensión. Fabricantes han empleado partículas micrométricas combinándolas con las nanométricas, muchos de ellos las utilizan como partículas de andamiaje a las mismas nanométricas pero aglomeradas formando así los denominados “nanocluster” (3M/Espe, Filtek Supreme) que tienen un tamaño promedio de 0,075 micrón. En el momento de combinar nanopartículas con partículas de tamaño promedio 0,7 μm en un mismo composite, se lo llama composite nanohíbrido. (Ortega, 2005); (Studervant, Heymann, & Roberson, 1999)

El mínimo tamaño de las nanopartículas permite que la luz las atraviese sin un reflejo. Por este motivo se les puede incorporar en la composición de los composites sin alterar la opacidad/translucidez de los mismos (Ortega, 2005).

2.5 Propiedades mecánicas de las resinas compuestas

Las resinas compuestas deben ser resistentes a fuerzas mecánicas.

Dureza

Según Hajmasy (2012) nos indica que es la resistencia mecánica que un material opone a la penetración mecánica de un cuerpo de ensayo más duro.

En la prueba de Vickers se usa una máquina calibrada para aplicar una carga compresiva predeterminada, con un penetrador piramidal de diamante de base cuadrada y ángulos entre caras de 136° apoyando sobre la superficie del material bajo prueba. Esta prueba se utiliza principalmente para medir materiales frágiles. Es por eso que fue usada para medir la dureza de la estructura dentaria. (Hajmasy, 2012); (Filho, Filho, Silva, & Sinhoreti, 2008); (Málaga Rivera, 2006); (Baldión, Vaca, Álvarez, & Agaton, 2010)

Módulo Elástico

Será similar al material a sustituir, por ende la rigidez de este material sería parecido a las estructuras y las deformaciones elásticas frente a cargas externas, de la misma magnitud en el diente y el material. (Ruiz, y otros, 2003); (Baldión, Vaca, Álvarez, & Agaton, 2010)

El módulo elástico del esmalte (45 gigapascales) es mayor al de la dentina (18 gigapascales), por lo tanto la dentina es más flexible, beneficiando así la absorción de tensiones. El módulo elástico correcto en una resina es el que más se aproxima al de la dentina. (Veranes, Ramírez, Krael, Martin, & Álvarez, 2003)

Resistencia al desgaste

La resistencia de la resina de oponerse al desgaste superficial por el roce con la pieza dental antagonista, ciertos elementos como las cerdas del cepillo y a los alimentos, lleva a la pérdida de la anatomía y disminuye la longevidad del composite. Esto depende del tamaño y contenido de las partículas de carga, su relación de contacto oclusal y la ubicación de la restauración en la arcada. El módulo elástico de la resina es menor que el de las partículas de relleno, son

más resistentes al desgaste y comprimen la matriz en los momentos de realizar presión, causando su desprendimiento exponiendo la matriz al desgaste. (Rodríguez & Pereira, 2008); (Ortega, 2005)

Resistencia a la compresión

La relación directa, con los rellenos de partículas pequeñas, la distribución del tamaño de las partículas tienen mayor área superficial que ayudan a una mayor distribución de esfuerzos, por lo tanto mayor resistencia a la compresión, las partículas de relleno grandes, aumentarán la concentración de esfuerzos, presentando una baja resistencia a la compresión. (Veranes, Ramírez, Krael, Martin, & Álvarez, 2003). Ciertos autores han comprobado la resistencia a la compresión en las resinas obteniendo resultados favorables. (Hidalgo J. J., 2000); (Huayhua, 2013); (Huayhua, 2013); (Baldión, Vaca, Álvarez, & Agaton, 2010)

2.6 Fotoactivación de las resinas compuestas

¿Qué significa el grado de conversión? Son los monómeros convertidos en polímeros, se relaciona con las propiedades físicas del composite. Las resinas fotoactivadas muestran un alto índice de conversión, el uso de métodos complementarios por calor logra mayor grado de conversión, que se utiliza en restauraciones indirectas. (Silva & Nochi, 2008); (Horning, Gomes, Gomes, Jon, & Dominguez, 2012)

Termoactivación es la polimerización adicional utilizando calor o un ambiente inerte, generalmente asociado a un aparato específico. Tiene la función de mejorar las propiedades físicas y mecánicas de las resinas compuestas cuando son indicadas en la técnica indirecta. Es el sistema más utilizado en la complementación de la polimerización de restauraciones indirectas después de la foto activación inicial. Algunos autores también recomiendan la polimerización adicional por calor de agua en “Baño de María” (Razak, Harrison, 1997; Bagis,

Rueggerberg, 2000), a 100°C por 5 minutos (Razak, Harrison, 1997), o a través de la autoclave (Gregory et al., 1992; Correa, 2000).

Con respecto a la contracción de la polimerización, el problema de las resinas compuestas son los monómeros de la matriz que se localizan separados antes de la polimerización. Al polimerizar la resina, se establecen uniones covalentes entre sí reduciendo la distancia. (Rodríguez & Pereira, 2008); (Souza, Clavijo, Ampuero, & Susin, 2008)

Las tensiones se ocasionan durante la etapa pre-gel, ya que la resina aún puede fluir. Al alcanzar el punto de gelación la resina ya no fluiría y las tensiones en su intento de disiparse generarán deformaciones externas, que no afectarían la interface adhesiva si presenta superficies libres suficientes. Puede darse una fractura cohesiva de la resina si la adhesión no ha sido buena y no existen superficies libres. (Rodríguez & Pereira, 2008)

2.7 Polimerización de las resinas

La conversión de monómeros a polímeros permite que el material resinoso semifluido pase a ser lo suficientemente rígido como para soportar las cargas masticatorias (Portela, Vasconcelos, & Branco, 2005)

La reacción de la polimerización inicia con la excitación de los fotoiniciadores por presencia de luz con longitud de onda entre 400 a 500 nm.

El grado de polimerización de una matriz de composite puede estar determinado por algunas variables como:

Tipo de lámpara:

Existen varios tipos de lámparas para fotoactivación de las resinas compuestas: LUZ HALÓGENA, ARCO DE PLASMA, LÁSER, LED (Light Emitting Diode). (Rovira, 2006)

Según Mills et al. (1999), en un estudio sobre el grado de conversión de polimerización demostraron que las lámparas de luz halógena producen mejor polimerización que la fuente de luz (LEDs).

Autores como: Jandt et al. (2000), Dunn y Bush, Knezevic et al. (2002), Kurachi et al. (2001) y Tarle et al. (2002), demostraron que cuando las resinas son fotopolimerizadas con luz halógena y con luz LEDs existió menor valor en el grado de conversión de los monómeros en polímeros, en la dureza superficial y en la resistencia a compresión.

Con respecto al espesor del material existen artículos que indican que la luz emitida por diodos (LED) trabaja mejor al fotopolimerizar en profundidad. (Cohen, 2012)

Por otra parte el uso inadecuado de las lámparas será un factor de riesgo para la estabilidad del color del material, por lo tanto, una disminución en la intensidad de salida de la luz producirá una disminución en el grado de conversión del monómero por lo cual afectaría la estabilidad de color de la resina compuesta. Esto se atribuye a la degeneración del adhesivo resinoso del relleno y a su solubilidad de la matriz de resina (López, O., Acebedo, J., Joya, L. & López, A., 2011).

2.8 Técnicas de fotoactivación

Varias técnicas de fotoactivación se han propuesto para minimizar la contracción y el bajo factor de conversión de las resinas compuestas. Hay una relación lineal entre contracción de polimerización e intensidad de luz. (Rovira, 2006)

Soft start (Two-step)

Este tipo de fotoactivación consiste en activar la resina con una baja intensidad inicial para luego aumentar y así permitir una mayor fluidez de la resina antes de que esta llegue al punto de gelificación, disminuyendo el estrés de contracción

residual en la restauración adherida, lo que resulta en una mejora de la adaptación marginal y menor formación de gaps. Propiedades tales como microdureza, módulo elástico, fuerza de adhesión y grado de conversión han experimentado mejoras con el uso de esta técnica. (Rovira, 2006)

Ramping (Ramp cure)

Esta técnica ha sido diseñada con el mismo objetivo que el soft start, para obtener una lenta y continuada conversión durante la polimerización de las resinas de composite, utilizando un aumento gradual de la intensidad de la luz hasta llegar a los valores convencionales de intensidad de luz. A diferencia del soft start el cambio de intensidad es gradual de 100 a 800 mW/cm² durante los primeros 15-20 segundos seguido de alta intensidad para el resto de fotopolimerización. (Rovira, 2006) ref. (Hofmann, N. & Hunecke, A., 2006); (Hofmann, N1., Markert, T., Hugo B, Klaiber B., 2004).

Pulse activation (Pulse delay)

La técnica Soft start se caracteriza por un intervalo de espera entre la emisión inicial de luz de baja intensidad y la exposición final de alta intensidad. El tiempo de espera es de 2 a 5 segundos. Además, en las muestras estudiadas el grado de conversión y la fuerza tensil fue superior usando la técnica pulse activation. Reduciendo la velocidad de polimerización controlando la intensidad de luz durante las fases iniciales, mejora la adaptación marginal. Los estudios demuestran que la fuerza tensil y la rigidez de las muestras polimerizadas mediante pulse activation son comparables a los resultados obtenidos usando emisiones de luz continua. (Rovira, 2006)

Cuando no ocurre una polimerización adecuada puede ocurrir problemas como:

Sensibilidad operatoria, decoloración, baja resistencia a la compresión, desgaste excesivo, carie recurrente, citotoxicidad por monómero residual, etc.

2.9 Biocompatibilidad de las resinas compuestas

Según Toledano (2003) la característica de la biocompatibilidad de los composites con el tejido pulpar depende de su fase matriz, ya que el relleno suele ser químicamente inerte. Algunos estudios defienden que la filtración bacteriana en los márgenes de estas restauraciones es la única responsable de los signos inflamatorios y las lesiones pulpares. No obstante, según constan estudios recientes, la pulpa toxicidad es el resultado de la combinación de dos efectos: la penetración bacteriana y la toxicidad de material en sí. En los composites, los productos tóxicos derivan de las resinas sin polimerizar que quedan en las restauraciones de composites; estos tóxicos provocan una depresión local de las células inmunes del tejido pulpar.

La solubilidad se produce cuando las resinas se ponen en contacto con un medio húmedo. Los composites eliminan más sustancias en presencia de solventes orgánicos. El ratio y la cantidad de sustancias provenientes de los composites, en el medio oral, alcanza un valor intermedio entre los que obtendrían en agua y alcohol. Existen dos importantes mecanismos que pueden condicionar la eliminación de sustancias desde los materiales poliméricos al medio: los monómeros sin reaccionar junto con los aditivos son eliminados tras la polimerización, o bien, puede darse el caso de la formación de compuestos tras la degradación o erosión de los composites, con el tiempo. (Toledano, 2003) Ref. (Vaca, y otros, 2003)

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Comparar la resistencia a la compresión de las resinas compuestas de nanopartículas fuera y dentro de la fecha de validez.

3.2 Objetivos específicos

- Evaluar el grado de resistencia a la compresión de la resina compuesta nanoparticulada dentro de la validez.
- Evaluar el grado de resistencia a la compresión de la resina compuesta nanoparticulada fuera de la validez.

3.2.1 Hipótesis

La resina compuesta nanoparticulada fuera de la validez presentará valores de resistencia a la compresión menores que la resina dentro de la validez.

4 MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 Tipo de estudio

El presente estudio es una investigación experimental *in-vitro*, transversal.

Es experimental ya que es una investigación caracterizada por la manipulación artificial del factor de estudio por el investigador.

Es transversal ya que se realiza en un momento determinado, porque las muestras solo se analizarán una vez durante la investigación.

4.2 Población y muestra

Este estudio utilizó la resina compuesta nanoparticulada Filtek Z350 (3M ESPE, EEUU) fuera de la fecha de validez (FV) y dentro de la fecha de validez (DV) según el fabricante (Tabla 2).

Tabla 2. Resinas compuestas utilizadas en este estudio

Lote	Nombre, Marca y Procedencia	Composición	Fecha de validez	Grupo
N324595	Filtek Z350 (3M ESPE, EEUU)	bis-GMA, UDMA, TEGDMA y bis-EMA	08 – 2014	Dentro de la validez
N126359	Filtek Z350 (3M ESPE, EEUU)	bis-GMA, UDMA, TEGDMA y bis-EMA	10 - 2012	Fuera de la validez

4.3 Elaboración de los cuerpos de prueba

Se realizaron 10 cuerpos de prueba para cada grupo experimental de acuerdo a las normas ISSO 4049 (ISO Standards, s.f.).

Con ayuda de un cortador de plasma, en una plancha de acrílico transparente se realizaron tres orificios de 3 mm de diámetro, 6 mm de altura (Figura 1).

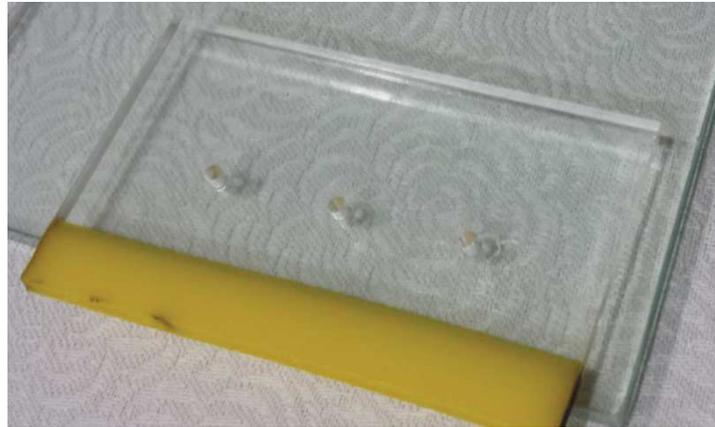


Figura 1. Matriz con perforaciones idénticas

Para realizar los cilindros de cuerpos de prueba, se colocó una loseta de vidrio bajo la matriz como base y la resina compuesta fue colocada dentro un orificio de la matriz en dos incrementos con la ayuda de un gutaperchero (Figura 2).



Figura 2. Colocación de la resina en la matriz

Cada incremento fue fotoactivado por 20 s con una unidad de luz halógena (Litex 680^a, Dentamerica, USA) con intensidad de 500mW/cm² como lo indica el fabricante (Figura 3).

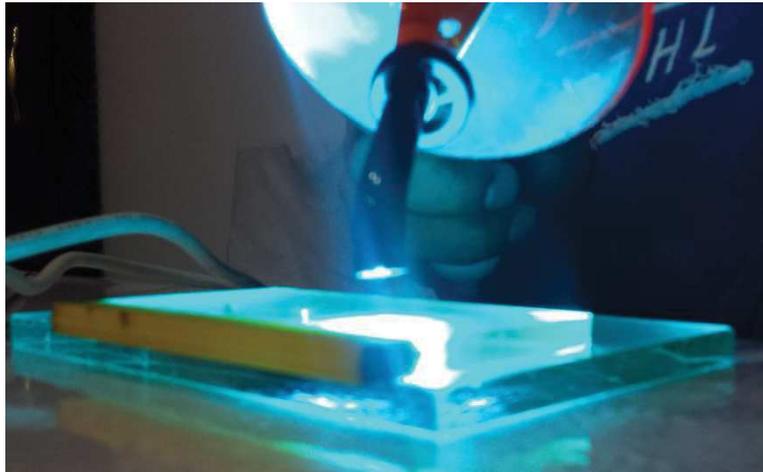


Figura 3. Fotoactivación de la resina

Antes de polimerizar el último incremento, la parte superior de la matriz fue cubierta con una loseta de vidrio para crear una superficie plana. Luego se fotopolimerizó durante 20 s más (Figura 4).

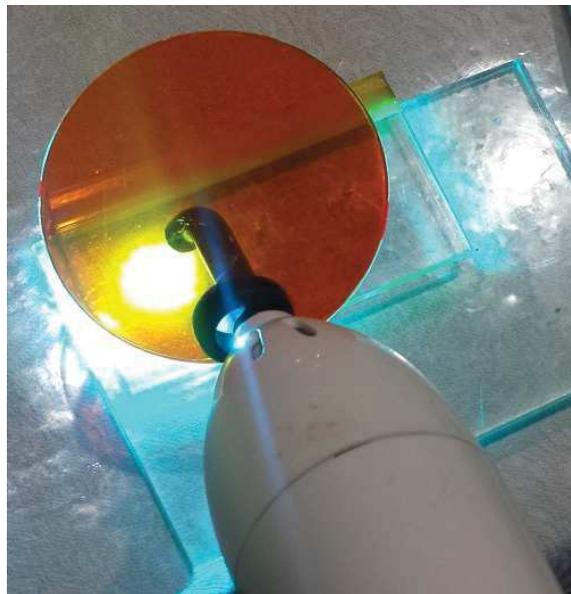
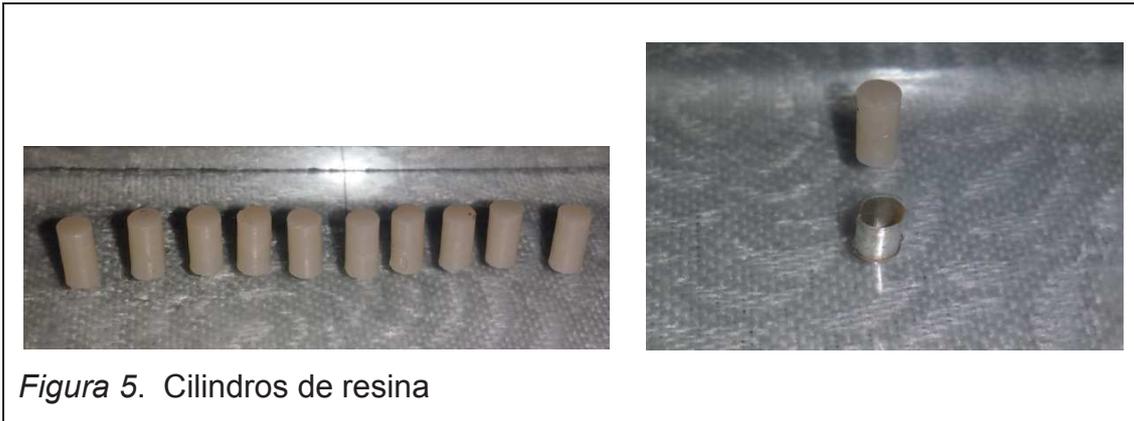


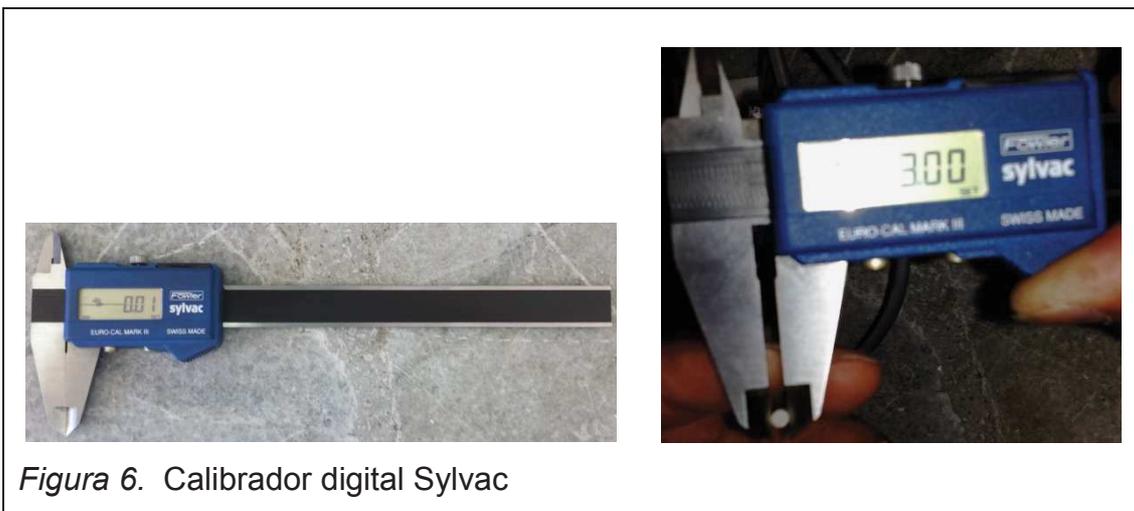
Figura 4. Fotopolimerización final

Posteriormente, se procedió a retirar los cilindros de la matriz por deslizamiento (Figura 5).



4.4 Evaluación de la resistencia a la compresión

Luego se procedió a verificar el diámetro de cada uno de los cuerpos de prueba a ser sometidos a la compresión con un calibrador digital (Electronic Calier - Fowler Sylvac) (Figura 6).



Cada cuerpo de prueba se sometió al test de compresión (Newton) usando una prensa hidráulica (MTS modelo 5000), perteneciente al laboratorio de mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Ejercito (ESPE) (Figura 7). La velocidad de compresión fue de 1mm/min.



Se dispuso cada cuerpo cilíndrico en forma diametral en la platina de carga (Figura 8), para luego ser comprimidas hasta su fractura (Figura 9).





Figura 7. Punto de fractura y datos con el torquimetro digital

Los datos fueron transformado en MPa (megapascal) utilizando la siguiente fórmula: $RC = F / A^2$, donde RC es la resistencia a la compresión (MPa), F es la registrada fuerza (N) y A^2 es el área del cilindro elevada al cuadrado.

4.5 Plan de análisis

Los datos fueron analizados con respecto a los diámetros de los cilindros con la prueba de muestras independientes, esta prueba se compone de dos partes en primer lugar la Prueba de Levene para determinar si existe o no similitud de las muestras y luego se realiza la Prueba T student para determinar si los promedios son similares.

Y con la Prueba T: Comparación de resistencia de las muestras para establecer la significancia q puede existir en cada grupo de estudio.

5 RESULTADOS

5.1 Análisis de resultados

Los datos fueron procesados en el programa SPSS 21.

El área promedio de los cuerpos de prueba fue de 2,99570 para la resina dentro del tiempo de validez y de 2,99840 para la resina fuera del tiempo de validez. La Prueba T student determinó que los promedios son similares.

Según la prueba de Levene [Sig. = 0,118 > 0,05 (95% de confiabilidad)] los diámetros no son influyentes para los datos obtenidos en la fractura.

En cuanto a la resistencia a la compresión, la resina dentro del tiempo de validez posee una mayor resistencia a la fractura que la resina fuera del tiempo de validez (Tabla 3 y Figura 10).

Tabla 3. Media y desviación estándar (\pm) de la resistencia a la compresión (MPa) de los grupos experimentales

	Resina dentro del tiempo de validez	Resina fuera del tiempo de validez
Resistencia a la compresión MPa	84 \pm 1,5	69 \pm 1,5

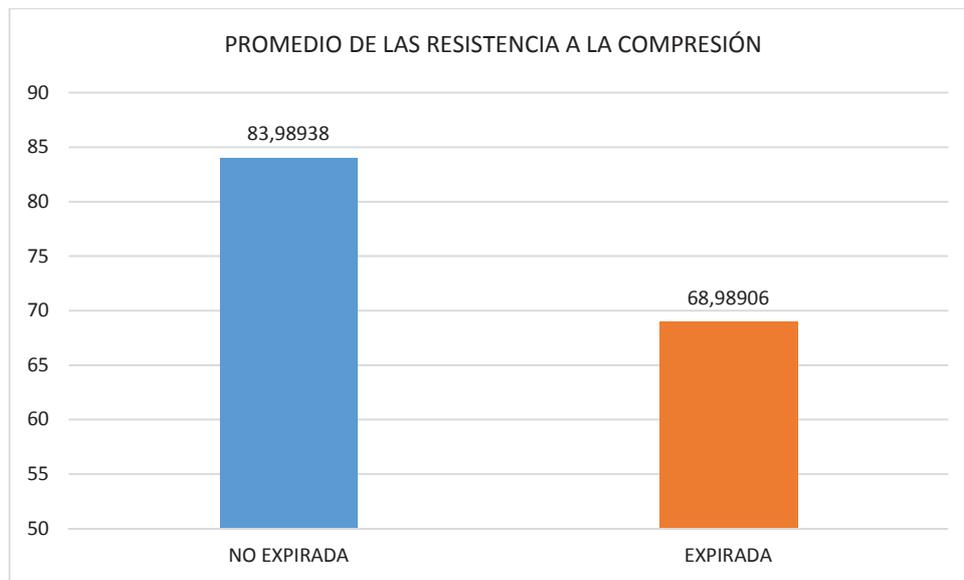


Figura 8. Promedio de las resistencia a la compresión de las resinas experimentales

6 DISCUSIÓN

Las pruebas de resistencia a la compresión se utilizan para la evaluación de las propiedades mecánicas de los materiales de restauración. En un estudio realizado por Garcia, Roselino, Pires-de-Souza & Consani (2004) se comprobó que la resistencia de un material resinoso se ve afectada si se encuentra fuera de su tiempo de validez ya que sus propiedades se vieron alteradas, de igual manera según D'Alpino, Vismara, Mello, Di Hipólito, González & Graeff (2014), en su estudio indicaron que el envejecimiento acelerado disminuyó las propiedades mecánicas como la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión entre otras en comparación de las resinas que estaban dentro del tiempo de validez, concordando con el estudio de D'Alpino, Vismara, González & Graeff (2014).

Por lo tanto dichos estudios muestra similitud con los resultados obtenidos en nuestra investigación ya que el grupo control correspondiente a una resina fuera del tiempo de validez presentó menor resistencia a la compresión manteniendo nuestra hipótesis.

Los estudios han demostrado una relación directamente proporcional entre las propiedades mecánicas y el grado de conversión del polímero (Mallat, 2002): (E-CENTRO, s.f.); (Brindis, 2002). Es decir, mientras el grado de conversión de la resina compuesta sea mayor, sus propiedades mecánicas serán mejores (Cohen, 2012); (Filho y otros, 2008). El presente estudio demostró una disminución significativa de la resistencia a la compresión en la resina compuesta fuera de la validez, con ese resultado se podría deducir que el grado de conversión de este material expirado es menor.

Un menor grado de conversión significa que existe mayor cantidad de monómero residuales. Estudios demuestran que los monómeros residuales de la resina son liberados a la cavidad bucal pudiendo causar efectos tóxicos a los tejidos bucales (Toledano, 2003); (Hernández y otros, 2014). Shehata, Durner, Eldenez, Van

Landuyt, Styllou, Rothmund, Hickel, Scherthan, Geurtsen, Kaina, Carell & Reichl (2013), evaluaron la citotoxicidad y la genotoxicidad de las restauraciones de resinas compuestas y demostraron una exposición a monómeros de resina dental afectando a células de la cavidad oral, lo cual concuerda con Bal, Sönmez, Bavbek & Akçaboy (2011) afirmando que los materiales a base de resina caducados presentan menor viabilidad celular que los no vencidos. Esta información de citotoxicidad junto a los obtenidos en nuestro estudio alertan a descartar por completo el uso de resinas fuera de la validez.

Estudios proponen alternativas para conformar un mejor polímero aumentando el tiempo de polimerización (Portela et al., 2005); (Cohen, 2012) o aumentando la intensidad de la luz (Portela et al., 2005); (Machado et al., 2011); (Chandurkar et al., 2014).

Se sugiere realizar más estudios en evaluar estos factores, para determinar cómo influyen en el comportamiento mecánico, en la toxicidad, el tiempo y el tipo de polimerización de las resinas fuera del tiempo de validez.

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

Dentro de las limitaciones del presente estudio se puede concluir que las resinas nanoparticuladas fuera del tiempo de validez tienen menor resistencia a la compresión que las se encuentran dentro del tiempo de validez.

7.2 Recomendaciones

El uso de las resinas compuestas fuera de la fecha de validez podría ser recomendado únicamente en el entrenamiento preclínico de los alumnos, es decir para uso fuera de boca.

Se recomienda realizar otros estudios para evaluar las demás propiedades mecánicas de las resinas para confirmar el pobre desempeño de las resinas fuera de la validez.

PRESUPUESTO

Tabla 5. Presupuesto

RUBROS	VALOR
Equipos	\$250.00
Materiales y Suministros	\$65.00
Viajes Técnicos	\$50.00
Subcontratos y servicios (Ej. Estadístico)	\$215.00
Recursos Bibliográficos y Software	\$100.00
Entrega final de la tesis (borradores y empastado)	\$100.00
Transferencia de resultados (Publicaciones o eventos)	\$0
Total	\$780.00

REFERENCIAS

- Bal, B., Sönmez, N., Bavbek, B., & Akçaboy, C. (2011). *Cytotoxicity of composite resins before and after expiration date. Preliminary report*. Obtenido de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21735869>
- Baldión, P., Vaca, D., Álvarez, C., & Agaton, D. (2010). *Estudio comparativo de las propiedades mecánicas de diferentes tipos de resina compuesta*. Obtenido de <http://www.rcio.org/index.php/rcio/article/view/15/21>
- Bertoldi, H. (2010). Nanotecnología en la formulación de nuevos composites. *Red dental*, 10(5). Obtenido de <http://www.red-dental.com/ot006301.htm>
- Bottino, M. A. (2008). *Nuevas tendencias 1: Odontología estética*. Brasil: Editorial Artes Médicas Latinoamericanas.
- Brenna, F. (2010). *Odontología restauradora: Procedimientos terapéuticos y perspectivas de futuro*. España: Editorial Elsevier Masson.
- Brindis, E. (2002). *Propiedades Básicas de los Polímeros*. Obtenido de <http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/libros/index/assoc/HASHdff3.dir/doc.pdf>
- Carillo, C. (2011). Are Composite Resin Restoration safe and inert. . *Revista ADM.*, 25-29.
- Carvalho, M., Camargo, C., & Andriani, C. (2003). *Estética odontológica: nuevageneracion*. Argentina: Editorial Artes Médicas Latinoamerica.
- Castañeda, J. (2009). *Apuntes del módulo 4 de la Especialidad de estética dental y rehabilitación oral: De la Universidad Mayor de San Simón*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos81/resinas-compuestas/resinas-compuestas3.shtml#780#ixzz3lQrvHoIT>

- CCRSERI / CCRSM. (2008). *Materiales de obturación dental Amalgamas y materiales alternativos*. Obtenido de <http://copublications.greenfacts.org/es/amalgamas-dentales/amalgamas-dentales-greenfacts.pdf>.
- Chain, M. C., & Baratieri, L. N. (2001). *Restauraciones estéticas con resinas compuestas en dientes posteriores*. Buenos Aires: Artes Médicas Latinoamerica.
- Chandurkar, A., Metgud, S., Yakub, S., Kalburge, V., & Biradar, B. (2014). *Comparative Evaluation of the Effects of Light Intensities and Curing Cycles of QTH, and LED Lights on Microleakage of Class V Composite Restorations*. Obtenido de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24783142>
- Cohen, M. I. (2012). *Estudio comparativo in vitro de la profundidad de polimerización de resinas compuestas fluidas polimerizadas por luz L.E.D versus luz halógena, a través de resinas compuestas previamente endurecidas*. Obtenido de http://www.tesis.uchile.cl/bitstream/handle/2250/111665/Caro_m.pdf?sequence=1
- Craig, R. G. (2004). *Dental materials: properties and manipulations*. Michigan: Mosby.
- Crispin, B. J. (1998). *Resinas Compuestas*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos81/resinas-compuestas/resinas-compuestas3.shtml#780#ixzz3IQrvHoIT>
- D'Alpino, P., Vismara, M., González, A., & Graeff, C. (2014). *Free radical entrapment and crystallinity of resin composites after accelerated aging as a function of the expiration date*. Obtenido de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24814184>
- D'Alpino, P., Vismara, M., Mello, L., Di Hipólito, V., González, A., & Graeff, C. (2014). *Resin composite characterizations following a simplified protocol*

of accelerated aging as a function of the expiration date. Obtenido de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24747096>

Diaz, J. (2004). *Estudio comparativo in Vitro de la resistencia adhesiva de tres Resinas Compuestas con nanorelleno.* Chile: Facultad de Odontología, Universidad de Chile.

Dunn, W. J., & Bush, A. C. (01 de Marzo de 2002). A comparison of polymerization by light-emitting diode and halogen-based light-curing units. 33(3), 335-341.

E-CENTRO. (s.f.). *El grado de polimerización, La correlación con las propiedades físicas, Tipos de grado de polimerización.* Obtenido de http://centrodeartigo.com/articulos-utiles/article_105267.html

Elorza, P. A., Hortua, D. A., Silva, C. A., & Montes, D. A. (2010). *Estudio comparativo de las propiedades mecánicas de diferentes tipos de resina compuesta.* Obtenido de <http://www.rcio.org/index.php/rcio/article/view/15/21>

Filho, E. B., Filho, P. F., Silva, C. H., & Sinhoretí, M. A. (2008). *Evaluación de la dureza knoop de resina compuesta en función de la variación de la técnica de polimerización complementaria.* Obtenido de http://www.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652008000100005

Flores Ortega, R. (2005). *Estudio comparativo in vitro de la resistencia al desgaste de 3 resinas compuestas de nanotecnología y 3 resinas compuestas convencionales.* Obtenido de http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2005/ortega_r/sources/ortega_r.pdf

Fuentes, I. M., & Gil, R. R. (2003). *Mercurio y salud en la odontología.* Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102003000200018>

Garces, Rivera, M., Navarro, S., Cardona, G., Antury, R., & Correa, A. (2012). *Evaluación de color de una resina compuesta sumergida a medios líquidos con y sin alcohol durante 24 horas.* Obtenido de

http://www.imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?method=showDetail&id_articulo=93333&id_seccion=2638&id_ejemplar=9143&id_revista=157

García, A., Martínez, M., Vila, J., Escribano, A., & Galve, P. (2006). Reinas compuestas. Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 11(2), 15-20.

Garcia, F., Roselino, M., Pires-de-Souza, C., & Consani, S. (2010). *Evaluation of the conversion degree, microhardness, and surface roughness of composite resins used after their expiration date*. Obtenido de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21062711>

Gómez, C. (2013). *Estudio in vitro sobre la estabilidad cromática de las resinas compuestas dentales*. Obtenido de http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=21&ved=0CFQQFjAKOAO&url=http%3A%2F%2Fgredos.usal.es%2Fjspui%2Fbitstream%2F10366%2F123184%2F1%2FTFM_C.GomezPolo.pdf&ei=Nh5IVL2COcyWgwTf-IHQcw&usg=AFQjCNHrXjNPIbGwk3wliZBm65WWvQDQCw

Gonzaga, F., Sano, K., Oliveira, V., & Benítez, A. (2010). *Estudio comparativo de la microdureza de composites en relación a la fuente de luz, profundidad de polimerización y tiempo*. Obtenido de <http://www.actaodontologica.com/ediciones/2010/4/art2.asp>

Hajmasy, A. (2012). Aspectos interesantes sobre el composite. *Quintessence técnica*.

Henostroza, G. (2010). *Adhesión en Odontología Restauradora*. España: Editorial Médica Ripano.

Hernández, D., Méndez, J., & Díaz, A. (2014). *Efectos genotóxicos de las resinas en odontología: Revisión de literatura*. Obtenido de http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0213-12852014000100004&script=sci_arttext

Hidalgo J. J., A. M. (2000). *Estudio de la resistencia a la fractura por compresión de un compómero, un cemento de ionómero de vidrio convencional y una*

resina compuesta sometidos a un proceso de "envejecimiento artificial".

Obtenido de <http://www.uv.es/pascuala/ejdr/Art00021.htm>

Hofmann, N., & Hunecke, A. (enero de 2006). Influence of Curing Methods and Matrix Type on the Marginal Seal of Class II Resin-based Composite Restorations In Vitro. *Operative Dentistry*, 31(1), 97-105.

Hofmann, N., Markert, T., Hugo, B., & Klaiber, B. (Febrero de 2004). Effect of high intensity vs. soft-start halogen irradiation on light-cured resin-based composites. Part II: Hardness and solubility. *Am J Dent.*, 17(1), 38-42.

Horning, D., Gomes, J. C., Gomes, O. M., Jon, L. Y., & Dominguez, J. A. (2012). *Evaluación del grado de conversión de resinas compuestas después de foto activación con Lámparas Led.* Obtenido de <http://www.rcio.org/index.php/rcio/article/view/107/219>

Huayhua, E. (2013). *Estudio comparativo in vitro de la resistencia compresiva de resinas compuestas microhíbridas y nanohíbridas.* Obtenido de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/3073/1/huayhua_re.pdf

ISO Standards. (2009). *Dentistry - Polymer-based restorative materials.* (ISO; Geneva; Switzerland) Obtenido de http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=42898

Jandt, K. D., Mills, R. W., Blackwell, G. B., & Ashworth, S. H. (enero de 2000). Depth of cure and compressive strength of dental composites cured with blue light emitting diodes (LEDs). 16(1), 41-47.

Kinomoto Y1, T. M. (2000). *Polymerization contraction stress of resin composite restorations in a model Class I cavity configuration using photoelastic analysis.* Obtenido de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14743526>

Knezevic, A., Tarle, Z., Meniga, A., Sutalo, J., Pichler, G., & Ristic, M. (Junio de 2001). Degree of conversion and temperature rise during polymerization

of composite resin samples with blue diodes. *J Oral Rehabil. J Oral Rehabil.*, 28(6), 586-591.

Kurachi, C., Tuboy, A. M., Magalhaes, D. V., & Bagnato, V. S. (Julio de 2001). Hardness evaluation of a dental composite polymerized with experimental LED-based devices. *Dent Mater.*, 17(4), 309-315.

Lahoud, V. (2002). *Factores determinantes que ejercen influencia sobre el rendimiento clínico de restauraciones con resina*. Obtenido de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/odontologia/2002_n10/facto_deter.htm

Lanata, E. J. (2005). *Operatoria dental*. Argentina: Grupo Guía S.A.

Lanata, E. J. (2008). *Atlas de Operatoria Dental*. Paraguay: Alfaomega.

López, O., Acebedo, J., Joya, L., & López, A. (s.f.). *Evaluación de la intensidad de salida de la luz de las lámparas de fotocurado de una clínica dental*. Obtenido de <http://www.rcio.org/index.php/rcio/article/view/40/84>

Machado, C., Souza, A., Sá Leitão Pinheiro, F., Costa, B., Meira de Vasconcelos, A., & Gama, A. (2011). *Efecto de la unidad de luz y de la profundidad de polimerización sobre la microdureza de un composite*. Obtenido de <http://www.actaodontologica.com/ediciones/2012/1/art4.asp>

Málaga Rivera, J. A. (2006). *Comportamiento in vitro de la dureza en dos resinas compuestas, expuestas en peróxido de carbamida al 10% con carbopol / Behaviour in vitro of the hardness in two composite resins exposed in carbamide peroxide at 10% of carbopol*. Obtenido de <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IscScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=619716&indexSearch=ID>

Mallat, E. (2002). *Grado de conversión de los coposites: Qué es, qué importancia tiene y qué factores influyen en él*. Obtenido de http://www.clinicamallat.com/05_formacion/art_cien/odon_con/odc04.pdf

- Marchan, S., White, D., Smith, W., Coldero, L., & Dhuru, V. (2009). Comparison of the mechanical properties of two nano-filled composite materials. *Rev Clin Pesq Odontol*, 5(3), 241-246.
- Mejía, K., & Mena, D. (2012). *Opacidad y translucidez de diferentes resinas de acuerdo a su tamaño de partícula y su aplicación clínica*. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/6361/1/500472.2012.pdf>
- Melo, M., Lacerda, R., Otaviano, F., Villela, M., & Tirre, M. (2009). *Evaluación de Citotoxicidad y Conversión del Monómero de Cuatro Adhesivos Ortodónticos*. Obtenido de http://www.ijodontostomat.com/2009_v3n2_001.pdf
- Micali, B., & Basting, R. (2004). Micali B, y Basting R. Effectiveness of composites resin polymerization using light-emitting diodes (LED) or halogen-based light-curing units. *Brazil Oral Res*, 18(3), 266-70.
- Mills, R. W., Jandt, K. D., & Ashworth, S. H. (24 de Abril de 1999). Dental composite depth of cure with halogen and blue light emitting diode technology. *Br Dent J.*, 186(8), 388-391.
- Nicoluzzi, A., Ribeiro, M., Candido Dos Reis, A., Rabelo, J., & Candido, S. (2008). *Influencia del envejecimiento artificial acelerado sobre la resistencia a compresión de resinas compuestas*. Obtenido de http://www.actaodontologica.com/ediciones/2009/1/envejecimiento_artificial_acelerado_resinas_compuestas.asp
- Ortega, R. (2005). *Estudios comparativo in vitro de la resistencia al desgaste de 3 resinas compuestas de nanotecnología y 3 resinas compuestas convencionales*. Obtenido de http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2005/ortega_r/sources/ortega_r.pdf
- Pizarro Echeverría, S. A. (2006). *Estudio Comparativo In Vitro De La Microfiltración Marginal De Restauraciones Indirectas De Resina Compuesta Cementadas con cemento de polimerización dual y con resina*

fluida. Obtenido de http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2006/od-echeverria_s/pdfAmont/od-echeverria_s.pdf

Polo Gómez, C. (2013). *Estudio in vitro sobre la estabilidad cromática de las resinas compuestas dentales*. Obtenido de http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=21&ved=0CFQQFjAKOAO&url=http%3A%2F%2Fgredos.usal.es%2Fjspui%2Fbitstream%2F10366%2F123184%2F1%2FTFM_C.GomezPolo.pdf&ei=Nh5IVL2COcyWgwTf-IHQcw&usg=AFQjCNHrXjNPIbGwk3wliZBm65WWvQDQCw

Portela, A., Vasconcelos, M., & Branco, R. (2005). *Estudio de profundidad de polimerización de resinas compuestas utilizando dos tipos de lámparas de fotopolimerización*. Obtenido de <http://www.dentsply.es/Noticias/clinica3108.htm>

Ralph, H., & Esquivel, J. (2004). *Resinas Compuestas*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos81/resinas-compuestas/resinas-compuestas3.shtml#780#ixzz3lQrvHoIT>

Reis, A., & Loguercio, A. (2012). *Materiales dentales directos de los fundamentos a la aplicación clínica*. Sao Paulo, Brasil: Livraria Santos.

Revolledo, E. D. (2013). *Estudio comparativo in vitro de la resistencia compresiva de resinas compuestas microhíbridas y nanohíbridas*. Obtenido de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/3073/1/huayhua_re.pdf

Rodríguez Mejía, K. L., & Huertas Mena, D. (2012). *Opacidad y translucidez de diferentes resinas de acuerdo a su tamaño de partícula y su aplicación clínica*. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/6361/1/500472.2012.pdf>

Rodríguez, G., & Pereira, S. (2008). *Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas*. Obtenido de http://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/evolucion_tendencias_resinas_compuestas.asp

- Rovira, M. (2006). Lámparas de fotopolimerización: Estado actual. *Rev Oper Dent Endod*. Obtenido de http://www.infomed.es/rode/index.php?option=com_content&task=view&id=67&Itemid=32
- Ruiz, Ceballos, Fuentes, Osario, Toledano, & García-Godoy. (2003). *Propiedades mecánicas de resinas compuestas modificadas o no con poliácidos*. Obtenido de <http://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v19n6/original4.pdf>
- Ruiz, J. A., Pérez, J. I., Gómez, G. J., Carmona, M. E., Zapata, L. A., & Carmona, R. (2009). *Riesgo en el manejo de la amalgama dental en las entidades odontológicas medianas y pequeñas en el departamento de Antioquia, Colombia*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=12011791010>
- Ruiz, J., Parra, C. M., Sánchez, H., Escobar, J. D., Correa, M., & Ortiz, B. (2005). *Manejo de la amalgama dental en consultorios odontológicos pequeños y medianos de Medellín, Itagüí, Envigado, Sabaneta y Bello*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-386X2005000100006&script=sci_arttext
- Safor guía. (s.f.). *La toxicidad de los materiales dentales*. Obtenido de http://www.saforguia.com/bellezaysalud/tabid/358/titular/la_toxicidad_de_los_materiales_dentales/idnoticia/16974/default.aspx
- Shehata, M., Durner, J., Eldenez, A., Van Landuyt, K., Styllou, P., Rothmund, L., . . . Reichl, F. (2013). *Cytotoxicity and induction of DNA double-strand breaks by components leached from dental composites in primary human gingival fibroblasts*. Obtenido de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23915819>
- Silva Flaviane, R. G. (11 de 02 de 2010). *Estudio comparativo de la microdureza de composites en relación a la fuente de luz, profundidad de polimerización y tiempo*. Obtenido de <http://www.actaodontologica.com/ediciones/2010/4/art2.asp>

- Silva, H., & Nochi, E. (2008). *Odontología Restauradora, salud y estética*. (2da. ed.). Editorial Panamericana.
- Singh, R., Jurel, S., Tripathi, S., Agrawal, K., & Kumari, R. (2014). *Mercury and other biomedical waste management practices among dental practitioners in India*. Obtenido de http://scholar.google.com.ec/scholar?q=amalgama+articulo+cientifico+scielo&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar&sa=X&ei=u_xGVJmxE46_sQSwp4KACQ&ved=0CBgQgQMwAA
- Souza, N. C., Clavijo, V. G., Ampuero, B. L., & Susin, A. H. (2008). *Influencia de la fotopolimerización gradual en el estrés de contracción en restauraciones de resina compuesta*. Obtenido de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0001-63652008000300027&script=sci_arttext
- Studervant, J., Heymann, H., & Roberson, T. (1999). *Operatoria Dental. Arte y Ciencia*. (3ra. ed.). Madrid, España: Editorial Hardcourt Brace.
- Tarle, Z., Meniga, A., Knezevic, A., Sutalo, J., Ristic, M., & Pichler, G. (Julio de 2002). Composite conversion and temperature rise using a conventional, plasma arc, and an experimental blue LED curing unit. *J Oral Rehabil.*, 29(7), 662-667.
- Toledano, M. (2003). *Arte y ciencia de los materiales odontológicos*. Madrid: Lexus.
- Torres, M. A., Iribarra, R., Ortega, A., Romo, F., & Campos, F. O. (2002). *Riesgos de Intoxicación con Biomateriales en Odontología. Primera Parte*. Obtenido de http://www.revistadentaldechile.cl/Temas%20noviembre%202002/PDFs_noviembre_2002/Riesgos%20de%20Intoxicacion....pdf
- Urcan, E., Scherthan, H., Styllou, M., Haertel, U., Hickel, R., & Reichl, F. (2010). *Induction of DNA double-strand breaks in primary gingival fibroblasts by exposure to dental resin composites*. Obtenido de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20004467>

- Vaca, Ceballos, Fuentes, Osorio, Toledano, & García-Godoy. (2003). *Sorción y solubilidad de materiales formulados con resina*. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.4321/S0213-12852003000600004>
- Veranes, Y., Davidenko, N., & Garcia, R. (2007). *estudio de la radiopacidad y color de formulaciones de composites dentales fotopolimerizables*. Obtenido de <http://cencomed.sld.cu/socbio2007/trabajos/pdf/t004.pdf>
- Veranes, Y., Ramírez, G., Krael, R., Martin, J. M., & Álvarez, R. (2003). Estudio aerosil spernat D 10 como relleno de preparaciones de resinas compuestas. *revista cubana de química*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos81/resinas-compuestas/resinas-compuestas3.shtml#1662#ixzz3lQwvLiXF>
- Yeras Moya, Y., & García Yeras, M. (2007). *Criterios actuales del uso de la amalgama como material*. Obtenido de <http://www.medicentro.sld.cu/index.php/medicentro/article/viewFile/732/747>

ANEXOS

Anexo 1. Certificado de la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE)

Sangolquí a 09 de Octubre del 2014

Mediante el presente se CERTIFICA que el Sr. Carlos Eduardo Lema Murillo con CI: 1719596486 realizó pruebas de COMPRESIÓN en muestras de Resina Nanoparticulada de uso dental en el Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Atentamente

