



UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
DIRECCION DE INVESTIGACION Y POSTGRADO

**COMPARACIÓN DE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL DE RESTAURACIONES
DE RESINAS NANORELLENO (FILTEK Z350) SEGÚN LAS DIFERENTES
TÉCNICAS DE PULIDO: ESTUDIO IN VITRO.**

Proyecto de Tesis para optar al Grado de Cirujano Dentista.

Autor: Pi-Shan Lai Tsai

Docente Guía: Dr. Patricio Cabezas O.

Profesor Responsable: Dra. Alexandra Torres A.

CONCEPCIÓN, CHILE

2016

天行健 君子以自強不息。

《易經乾卦象曰》

As heaven maintains its vigorous movement,
a gentlemen should constantly strive for self-improvement.

(Yì Jīng Proverb)

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a todos los docentes que han participado en mi formación profesional en la Universidad Andrés Bello, Sede Gran Concepción, en especial al Docente guía, Dr. Patricio Cabezas O. y Profesora Responsable de la presente investigación, Dra. Alexandra Torres A, quienes me han brindado constante apoyo, conocimiento y ayuda para el desarrollo de esta tesis.

Además quisiera dar las gracias al Profesor Juan Quijada de la Facultad de Marina Mercante de la Universidad Andrés Bello, Sede Gran Concepción, por su gran entusiasmo y colaboración para la calibración y obtención de las mediciones requeridas en esta investigación.

Por otro lado, también quisiera agradecer a mi familia y círculo de amigos más cercanos, quienes han sido un pilar fundamental para poder desarrollar esta tesis; gracias por soportarme en los minutos de estrés, por sus constantes palabras de aliento y el apoyo incondicional recibido.

Por último, quisiera darle las gracias a la Diosa Wǔ Pǐn Fūrén por todo, gracias por darme una gran familia, amigos increíbles, una buena educación y por todos los favores y deseos concedidos.

A todos ellos muchas gracias.

TABLA DE CONTENIDOS

	Pag
RESUMEN	9
ABSTRACT	11
1. PRESENTACIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL ESTUDIO	13
2. MARCO REFERENCIAL	15
2.1 Resinas Compuestas	15
2.2 Acabado y Pulido	23
2.3 Rugosidad Superficial	27
3. MARCO EMPÍRICO	32
4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.	40
5. OBJETIVO DE ESTUDIO.	40
5.1 Objetivos Generales	40
5.2 Objetivos Específicos	40
6. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.	41
7. VARIABLES DE ESTUDIO.	42
8. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.	43
8.1 Tipo de Estudio	43
8.2 Población de Estudio	44
8.2.1 <i>Unidad de Análisis</i>	44
8.2.2 <i>Muestra</i>	44
8.2.3 <i>Selección de Muestra</i>	46
8.3 Recolección de Datos	47
8.4 Consideraciones Éticas	52
8.5 Procesamiento de los datos	53
9. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	54
9.1 Análisis descriptivo de los resultados de las mediciones de la rugosidad superficial con los distintos sistemas de pulido.	54

9.2 Comparación de Rugosidad Superficial entre Grupo Control y diferentes sistemas de pulido.	58
9.3 Comparación de Rugosidad Superficial entre Sistemas de Pasos Únicos.	59
9.4 Comparación de Rugosidad Superficial entre los Sistemas Multipasos.	60
9.5 Comparación de Rugosidad Superficial entre los Sistemas más efectivos Paso único y Multipasos.	61
9.6 Comparación de Rugosidad Superficial entre Sistemas Multipasos y Sistemas Combinados.	62
9.7 Comparación Rugosidad Superficial entre los Grupos con Sistemas Combinados.	63
9.8 Cuadros Resumen: Análisis Descriptivo.	64
9.9 Cuadros Resumen: Análisis Inferencial.	65
9.10 Cuadro de Categorización de la Eficacia de Pulido de los distintos Sistemas.	66
10. DISCUSIÓN	68
11. CONCLUSIONES	72
12. SUGERENCIAS	75
13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
14. ANEXOS	80

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 1: Imagen de las partículas nanométrica y la aglomeración de ellas, denominadas nanoclusters.	17
IMAGEN 2: Molécula bifuncional de vinilsilano.....	19
IMAGEN 3: Unión entre partículas de relleno y matriz orgánica por medio del agente de enlace. Partículas- Agente de enlace- Bis-GMA.	19
IMAGEN 4: Proceso de fotoiniciación de la canforoquinona en la fotopolimerización.	21
IMAGEN 5: Comparación de la lisura superficial generada con los diferentes tipos de relleno de resina y su variación en las propiedades ópticas de reflexión de la luz y pulido superficial.	22
IMAGEN 6: Rugosímetro electrónico rotulado.....	28
IMAGEN 7: Espátula XTS Goldstein Flexi Thin #2, Hu Friedy con Composite Z350 (3M)	47
IMAGEN 8: Fotopolimerización de capas incrementales de resina Z350 con lámpara Coltolux LED, Coltene.....	47
IMAGEN 9: Grupo 2: Sistema de Pulido Sof-Lex (3M, ESPE).....	48
IMAGEN 10: Grupo 3: Gomas de Pulido KENDA C.G.I	48
IMAGEN 11: Grupo 4: Fresas de Pulido.....	48
IMAGEN 12: Grupo 5: Astrobrush (Ivoclar Vivadent)	48
IMAGEN 13: Grupo 6: Permaseal (Ultradent).....	48
IMAGEN 14: Grupo 7: Discos Sof-Lex + gomas KENDA	49
IMAGEN 15: Grupo 8: Discos Sof-Lex + Astrobrush	49
IMAGEN 16: Grupo 9: Gomas KENDA + Astrobrush	49
IMAGEN 17: Grupo 10: Discos Sof-Lex + Gomas KENDA + Astrobrush	49
IMAGEN 18: Rugosímetro SURFTEST – III Mitutoyo (Tokio, Japón).	49

ÍNDICE TABLAS

TABLA 1: Estado Superficial según la clase de rugosidad superficial presentada.....	29
TABLA 2: Definición Conceptual de las Variables Independientes	42
TABLA 3: Definición Conceptual de la Variable Dependiente.....	42
TABLA 4: Distribución aleatoria de los grupos de estudio.	46
TABLA 5: Distribución de cantidad de mediciones de las muestras piloto.....	50
TABLA 6: Tabla de Registro de Datos Grupo 1	51
TABLA 7: Cuadro Resumen de Rugosidad superficial con distintos sistemas de pulido (N = 25)	54
TABLA 8 : Comparación de Rugosidad Superficial de distintos sistemas de pulido y Grupo Control (N= 25)	58
TABLA 9: Comparación Eficiencia entre Sistemas de Paso Único (N= 25)	59
TABLA 10: Comparación de Rugosidad entre Sistemas Multipasos (N= 25) ..	60
TABLA 11: Comparación de Rugosidad entre los Sistemas más efectivos Paso Único y multipasos (N= 25).....	61
TABLA 12: Comparación de Rugosidad entre Sistemas Multipasos y Sistemas Combinaciones (N= 25)	62
TABLA 13: Comparación de los Grupos con mayor efectividad de pulido (N= 25)	63
TABLA 14: Cuadro Resumen de Análisis Descriptivo.....	64
TABLA 15: Cuadro de Resumen de Análisis Inferencial*	65
TABLA 16: Categorización según Eficacia de Pulido de acuerdo a los resultados de este estudio	67

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: Expresión gráfica de rugosidad superficial con picos y valles, que por medio de fórmula aritmética se obtiene la línea media.....	27
GRÁFICO 2: Comparación de la rugosidad superficial de resinas híbridas y microhíbridas según las diferentes técnicas de pulido.....	33
GRÁFICO 3: Rugosidad Superficial según grupos de estudio	57

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Carta para la autorización del Director de Escuela	81
ANEXO 2: Carta al Comité de Bioética	82
ANEXO 3: Carta Compromiso del Investigador.....	83
ANEXO 4: Protocolo Presentación a Comité de Trabajo.....	85
ANEXO 5: Certificación del Comité de Bioética.....	89
ANEXO 6: Curriculum Vitae del Investigador	90
ANEXO 7: Cronograma	92

RESUMEN

Antecedentes: Actualmente existe una gran variedad de sistemas de pulido de resinas, pero sin un consenso respecto a qué técnica brinda menor rugosidad superficial, por lo que al momento de realizar el pulido, el odontólogo debe guiarse sólo por indicaciones del fabricante. No existen estudios con respecto a la relación de estas resinas nanorelleno (Filtek Z350) y la rugosidad superficial generada al combinar sistemas de pulido o al aplicar sellador de resina (Permaseal).

Justificación: Se requiere mejorar la eficacia del pulido en las restauraciones de resina, para poder identificar la técnica que permita producir una superficie con menos rugosidad superficial, aumentando la longevidad del material y por ende el éxito del tratamiento.

Objetivo: Determinar la efectividad de diferentes técnicas de pulido sobre la rugosidad superficial de resina nanorelleno (Filtek Z350).

Material y Métodos: Estudio experimental in vitro, transversal y analítico, cuyas muestras estuvo constituida por 50 cilindros de resina nanorelleno (Filtek Z350). Se clasificaron en 10 grupos de estudio; un grupo control y 9 grupos tratados: Sof-Lex, KENDA C.G.I., Fresas de Pulido, Astrobrush, Permaseal, Sof-Lex + KENDA C.G.I, Sof-Lex + Astrobrush, KENDA + Astrobrush y Sof-Lex + KENDA C.G.I + Astrobrush. Se evaluó la rugosidad superficial de cada muestra 5 veces con el rugosímetro SURFTEST- III, Mitutoyo.

Para el análisis de los datos, se utilizó un software estadístico SPSS v.24, evaluando la eficacia de pulido de los distintos sistemas, mediante técnicas de análisis descriptivos e inferenciales, con uso de T-Student para evaluación de diferencias de medias de las distintas muestras vs grupo control. Finalmente, se construyó una matriz con los distintos valores medios de las rugosidades superficiales obtenidas.

Resultados Observados: Al finalizar el estudio se pudo determinar que el sistema menos eficaz de pulido correspondió al grupo de fresas (0.99 μm) y el mejor sistema correspondió a los discos Sof-Lex (0.44 μm). El grupo Sof-Lex + Astrobrush, como combinación de sistemas de pulido, resultó el de menor rugosidad superficial (0.18 μm).

Palabras claves: Resina Compuesta, Pulido Dental, Propiedades de Superficie.

(Fuente: Descriptores en Tesauros DeCS y MeSH)

ABSTRACT

Background: Now a days there are a lot of different polishing systems for resin composite, but there isn't any consent about which system provides a lower superficial roughness, so it is necessary for the dentist to read the manufacturers indications. There are no studies that relates the superficial roughness of nanoparticles resin (Filtek Z350) with different combinations of polishing systems and the application of resin sealer (Permaseal).

Justification: It is required to improve the efficacy of polishing, so that it can be identified the technique which provides less superficial roughness, increasing the material's longevity and the success of the restoration.

Purpose: Determine the effectiveness of different polishing techniques over the superficial roughness of nanofilled resin (Filtek Z350).

Materials and Method: This experimental, transversal and analytic study, consisted in 50 samples of nanofilled resin (Filtek Z350) that were classified in to 10 groups: a control group and 9 groups that were treated with: Sof- Lex, KENDA C.G.I., Polishing drills, Astrobrush, Permaseal, Sof-Lex + KENDA C.G.I., Sof-Lex + Astrobrush, KENDA + Astrobrush or Sof-Lex + KENDA C.G.I + Astrobrush. The superficial roughness was measured 5 times per sample with the profilometer SURFTEST- III, Mitutoyo.

To analyze the data, it was used the statistics software SPSS v.24, evaluating the polishing efficacy of different systems, it was applied descriptive and inferential studies techniques, using T-Student to evaluate the difference of medias of the different samples vs control group. Finally, it was constructed a matrix with the different middle value of the obtained superficial roughness.

Observed Results: It was possible to determine that the worst polishing system was the polishing drill group (0.99 μm) and the best one was Sof-Lex Discs (0.44 μm). The Sof-Lex + Astrobrush group was the group with combination of systems that had the lowest superficial roughness (0.18 μm).

Keywords: Composite Resins, Dental Polishing, Surface Properties.

(Source: Descriptors to DeCS Thesaurus).

1. PRESENTACIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL ESTUDIO.

Antecedentes

La resina compuesta es el material más utilizado en la actualidad debido a sus variadas propiedades e indicaciones clínicas. Al ser una restauración conservadora, es sensible a diversos factores¹, por lo que el principal foco de atención durante la confección de éstas son la adhesión y estratificación de las capas de resina, evitando así filtraciones marginales y contracción de polimerización. Pero se le brinda menor atención al acabado y pulido final, lo cual también es importante para el éxito de la rehabilitación².

Oliveira y col (2010) observaron que superficies de resina sin pulir presentaban el doble de rugosidad superficial y menor microdureza³ que las resinas pulidas. Aumentando así el acumulo de placa, caries secundarias, alteraciones periodontales y mayor degradación extrínseca, entre otras⁴. Además, según Sirin y col (2013)⁵ y Scheibe y col (2009)⁶, las resinas pulidas permiten la eliminación de la capa inhibida por oxígeno, lo cual disminuye la producción de tinciones y mejora la estética a mediano y largo plazo.

Actualmente existe una gran variedad de sistemas de pulido de resinas, pero sin un consenso respecto a qué técnica brinda menor rugosidad superficial, por lo que al momento de realizar el pulido uno debe guiarse según las indicaciones de fabricante.

Según fabricante, las resinas nanorelleno, Filtek Z350 (3M ESPE) deben ser pulidas con Discos Sof-Lex (3M ESPE)⁷. Pero un estudio realizado por Erdemir y col (2012) demostró que con esta técnica genera mayor rugosidad superficial que superficies pulidas con otros sistemas (Poli-Pro Disks y Hiluster Plus System) e incluso más rugosas que las resinas sin pulir⁸. Resultados

similares fueron observados en el estudio de Endo y col (2010), en donde las superficies con menor rugosidad superficial fue de los sistemas Venus Supra (Heraeus), seguido por el Sistema Shofu y por último Discos Sof-Lex (3M ESPE)⁹.

Cilli y col (2009)¹⁰ han indicado que el uso de adhesivos dentinarios como paso final permite la obtención de una superficie más suave y glaseada, pero según Goncalves y col (2012), esto solo genera una mayor rugosidad superficial de la resina.¹¹

No existen estudios con respecto a la relación de estas resinas nanorelleno (Filtek Z350) y la rugosidad superficial generada al aplicar sellador de resina (Permaseal), el cual también se utiliza durante la terminación de la restauración, es por esto que esta investigación busca relacionar las diferentes técnicas de pulido y la rugosidad superficial producida, para así identificar cuál de estos sistemas es más eficaz y poder aplicarlo en la clínica.

Justificación

Esta investigación se fundamenta en la necesidad clínica de mejorar la eficacia de pulido en las restauraciones, por lo que se busca identificar la técnica que permita obtener una superficie con menos rugosidad superficial, aumentando la longevidad del material y por ende el éxito del tratamiento.

Su aplicación en el ámbito de la odontología permite optimizar recursos, disminuyendo los fracasos prematuros de las restauraciones, además de otorgar mayor respaldo científico a los diversos pasos clínicos que se deben respetar al confeccionar una restauración directa con resina.

2. MARCO REFERENCIAL.

Esta investigación se fundamenta en 3 pilares conceptuales: Resinas compuestas, acabado y pulido y la rugosidad superficial.

2.1 Resinas Compuestas

Las resinas compuestas son materiales bifásicos, cuyos componentes corresponden a 2 materiales insolubles y químicamente diferentes, una matriz orgánica y un relleno inorgánico, los cuales están unidos por un agente de enlace de silano que permite otorgarles características mecánicas y ópticas necesarias para la restauración de piezas dentarias¹²⁻¹³.

La composición general de los composites está dado por:

1. Matriz Orgánica: Son monómeros aromáticos de alto peso molecular, los cuales constituyen la parte activa y pilar principal de las resinas compuesta al tener el potencial de polimerización ya sea por procedimientos químicos o físicos.¹²

Estas pueden estar conformadas solo por Bisfenol A Metacrilato de Glicidilo (Bis-GMA) o en combinación con Dimetacrilato de Uretano (UDMA) o Trimetilenglico dimetacrilato (TEGDMA).

El Bis-GMA es el monómero más utilizado en la actualidad al poseer una mayor rigidez y estabilidad dimensional junto con una menor toxicidad, exotermia y contracción de polimerización¹⁰. Sin embargo, su alto peso molecular es un factor limitante, ya que aumenta la viscosidad del material y por ende dificulta su manipulación clínica. Es por ello que se puede combinar con UDMA, el cual a pesar de poseer un peso molecular similar al Bis-GMA, tiene mayor flexibilidad, mejores propiedades ópticas y menor viscosidad en comparación con ésta. ^{12,14}

Para superar estas deficiencias, el Bis-GMA se puede diluir con monómero de menor viscosidad, TEDGMA. Esto mejorará la manipulación del material, aumentando la flexibilidad y disminuyendo su viscosidad. Además de poseer un mayor grado de conversión de polimerización que el Bis-GMA.¹⁵

2. Relleno Inorgánica: Constituye alrededor del 50 al 80% del volumen final.¹⁶ Corresponden a partículas de diversas formas y tamaños tanto de cuarzo, como de sílice, silica pirolítica, cristales o vidrio de bario, silicatos de litio y aluminio, los cuales se pueden obtener por trituración, molienda, etc.^{12,14,16} Estos al ser mezclados con la fase orgánica mejoran las propiedades físico-mecánicas de la matriz, brindando mayor estabilidad dimensional y disminución de la contracción de polimerización, absorción de agua y expansión térmica. Además de proporcionar radiopacidad, mejor manipulación y estética al material.¹⁴⁻¹⁵

El tamaño y cantidad de las partículas son fundamentales para determinar las características de la resina, en donde las podemos clasificar según:

Tamaño de partículas:

- **Macropartículas:** 10-50 μm . Debido al gran tamaño de sus partículas presenta buenas propiedades mecánicas, pero pobre estética al tener superficies rugosas, poco brillo superficial y mayor pigmentación, por lo que se encuentra actualmente en desusos.^{14 y 17}
- **Pequeñas:** No menores a 1 μm
- **Microparticulados:** 0.01- 0.04 μm . Indicado en piezas anteriores debido a su alta estética, fácil pulido y brillo superficial, pero pobres propiedades mecánicas¹⁷.
- **Nanoparticulados/ Nanorelleno:** 0.005 μm . Son partículas menores a 10 nm, que se distribuye de forma individual o agrupada en nanoclusters de 75 nm. Son altamente translúcidos con propiedades de pulido superior. A diferencia de las de microrelleno, mantienen las propiedades físicas y de resistencia al desgaste, equivalentes a las resinas híbridas. Por lo que se aplica en el sector anterior como posterior.^{14 y 17}

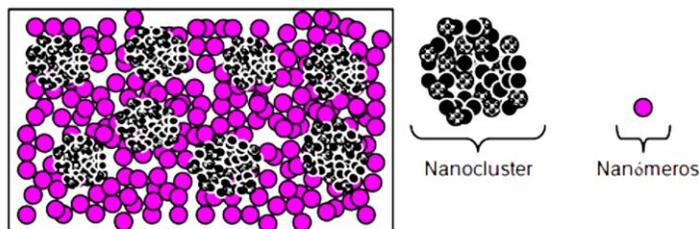


IMAGEN 1: Imagen de las partículas nanométrica y la aglomeración de ellas, denominadas nanoclusters.

Como se puede observar a menor tamaño se obtiene mejores propiedades ópticas, pero peores propiedades mecánicas, por lo que se desarrollaron mezclas de tamaño para poder combinar ambas propiedades, obteniendo la siguiente clasificación:

- **Híbridos:** Macropartícula y Micropartícula. Su tamaño oscila entre 0.6 - 1 μm .¹⁵ Brindan excelentes propiedades como: gran variedad de colores y con ello capacidad de mimetización, superficie con mejor pulido, menor contracción de polimerización y adecuada resistencia.¹⁸
- **Microhíbridos:** Partículas pequeñas y Micropartículas. Tamaño alrededor de 0.4 - 0.7 μm . Poseen excelentes propiedades físicas y un buen acabado y pulido. La combinación de partículas de menor tamaño, posibilita la incorporación de alto porcentaje de relleno, alrededor del 67%, por lo que es uno de los más utilizados en la actualidad ya que permite restaurar tanto el sector anterior como posterior de las piezas dentarias¹⁸.
- **Nanohíbridas:** Partículas pequeñas y Nanopartículas.

3. Agente de enlace o acople:

Corresponde a compuestos orgánicos de silano que permiten la unión del relleno con la matriz. El vinilsilano es una molécula bifuncional con un grupo silano (Si-OH) en un extremo y un grupo metacrilato (C=C) en el otro.

4. Sistema de activación:

La polimerización corresponde a un proceso químico en donde existe la conversión de monómeros a polímeros, cuya función principal está dado por la matriz orgánica.¹²

Para la polimerización se requiere de un iniciador, peróxido de benzoílo, que debe ser activado a su vez para generar radicales libres e iniciar la reacción, rompiendo el doble enlace de la matriz orgánica (grupo metilmetacrilato).^{14, 16}.

Existen diferentes sistemas de activación de resinas compuestas, en donde se varía el activador empleado:

- Activación química o de Autocurado: Amina terciaria aromática, dimetil paratoluidina o ácido sulfiníco.

- Activación Física:
 - **Fotopolimerización:** Utilización del fotoiniciador, canforoquinona, el cual presenta un amplio rango de absorción luminosa, 420-500 nm espectro de luz visible y cuyo peak de absorción es a los 465 nm. Este tipo de polimerización es más eficiente que las de autocurado, al generar menor cantidad de monómero residual y cuenta con un proceso de polimerización más rápida. A pesar de ser más eficiente, este tipo de polimerización nunca logra una conversión del 100%, ya que solo se obtiene alrededor del 73-74% de grado de polimerización.^{12 y}

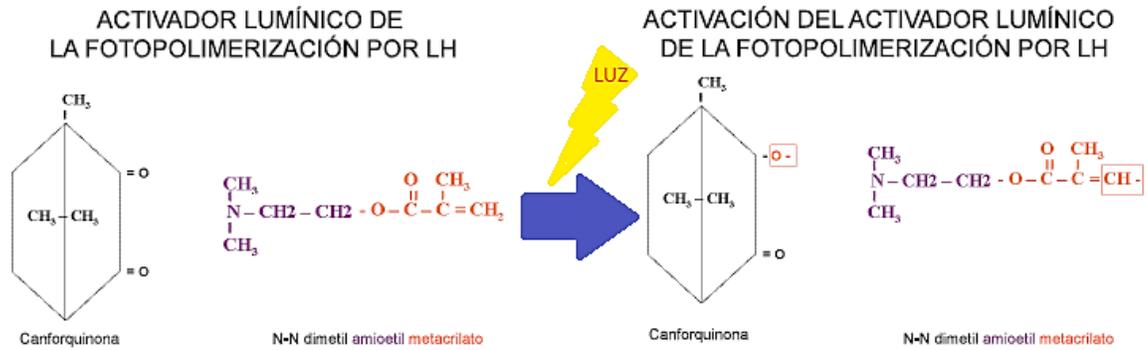


IMAGEN 4: Proceso de fotoiniciación de la canforquinona en la fotopolimerización.

- **Termopolimerización:** Activación por medio de calor, en donde la temperatura supera los 100°C, por lo que solo se emplea en laboratorios para confección de restauraciones indirectas de inlays u onlays. Este tipo de polimerización provee de mejores propiedades mecánicas y mayor resistencia a desgaste.¹⁴

Otros compuestos:

5. Inhibidores de la polimerización: Impide la autopolimerización del composite durante su almacenamiento, lo cual confiere su vida útil. Actualmente se utilizan sustancias derivadas de fenoles.
6. Estabilizadores del color: Utilizados en los composites de autocurado, los cuales son sensibles a la decoloración, por lo que se les incorpora benzofenonas, benzotriazoles o fenilsalicilatos.

Entre una de las resinas más utilizadas en la clínica es la resina Filtek Z350 (3M ESPE), correspondiente a una nanoresina fotoactivada por luz visible, indicada tanto para restauraciones anteriores como posteriores.

Su matriz orgánica está compuesta por Bis-GMA, UDMA y pequeñas cantidades de TEGDMA, lo cual facilita su manipulación clínica.

El relleno contiene una combinación de partículas de nanosílice no aglomeradas de 20 nm con nanoclusters de zirconio/sílice, estos últimos son partículas de 5-20 nm aglomeradas, que actúan como una sola unidad dándoles la característica de alta carga de relleno y alta resistencia, por lo que estos composites de nanorelleno tienen características mecánicas parecidas a los híbridos, con una capacidad de pulido similar a las de microrelleno.¹⁹

Al someter las resinas híbridas y microhíbridas a procesos de abrasión, lo primero que se desgastan es la matriz orgánica, dejando una sobre proyección de partículas de relleno que con el paso del tiempo se desprenden dejando “cráteres”, lo cual afecta las propiedades de pulido. En el caso de las resinas con microrelleno, sus partículas primarias (40nm) se desgastan a la misma velocidad que las resinas que las rodea. Esto mismo ocurre con las resinas nanoparticuladas, en donde su tamaño nanométrico reducen los espacios intersticiales de las partículas de relleno, permitiendo tener mayor carga, mejores propiedades físicas y mejor pulido en comparación con otros materiales de diferente relleno.¹⁹⁻²⁰

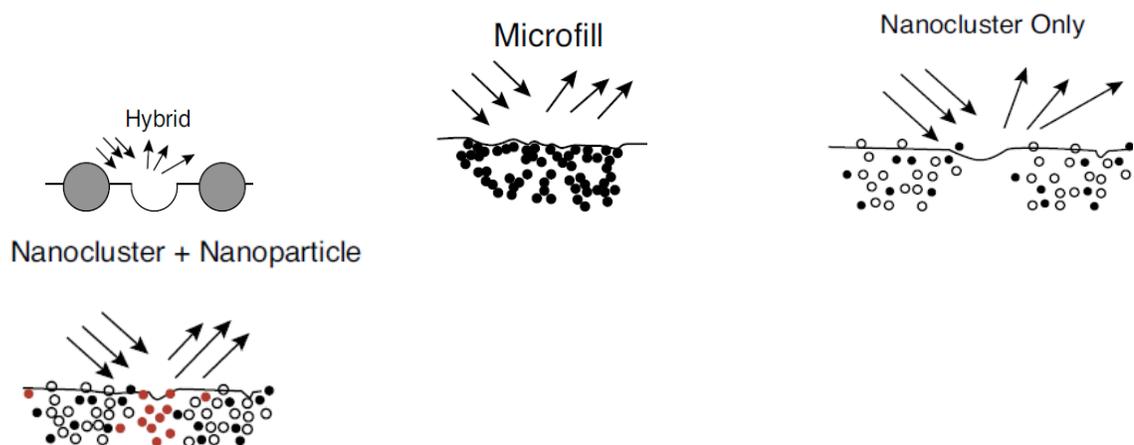


IMAGEN 5: Comparación de la lisura superficial generada con los diferentes tipos de relleno de resina y su variación en las propiedades ópticas de reflexión de la luz y pulido superficial.

2.2 Acabado y Pulido

Corresponde al paso final de la confección de las restauraciones, en donde el acabado se refiere a la eliminación de excesos grotescos y la obtención de la anatomía deseada²¹⁻²², esto puede ser por medio de desgaste de la superficie de la restauración por otro material de mayor dureza²³, ya sea rayando, tallando, pincelando o friccionando.²⁴ Mientras que el pulido se refiere a la reducción de la rugosidad o remoción de las rayas producidos por los instrumentos de acabado.²¹⁻²² Además de ser el proceso mediante el cual se obtiene el lustre y brillo de la superficie del material.²⁴

Los objetivos del acabado y pulido aparte de eliminar excesos y rugosidades superficiales también sirve para la remoción de la capa inhibida por oxígeno que se genera en la restauración, pudiendo llegar a media 15 μm y producir una rugosidad superficial de 2.5 μm .²⁵

La finalidad de estos procesos corresponde a disminuir la rugosidad superficial para evitar así el acúmulo de placa sobre ellas, previniendo alteraciones periodontales, caries secundarias, tinciones, etc.²⁶ Para ello las partículas abrasivas deben tener mayor dureza que el composite, ya que sino solo se eliminaría la matriz orgánica, dejando expuestas a las partículas de relleno.²³

Existen diversas técnicas de pulidos, dentro de los cuales podemos encontrar los siguientes sistemas:

1. Fresas Multicuchillos: Fresas de carburo-tungsteno que poseen más de 12 hojas de corte. A mayor cantidad de hojas menor cantidad de material desgastado, por lo que fresas de 12 hojas se utilizan más para la eliminación de excesos e iniciar el proceso de acabado; las de 18 hojas empleados para alisar y pulir, mientras que las de 24 hojas otorga brillo a la restauración.
2. Puntas y gomas de pulido: Presentan una base gomada sintética que está impregnado con abrasivos de óxido de aluminio y en algunos casos diamantes de grano variado, los cuales se diferencian por color. Son utilizados para alisar y sacar brillo.

Ejemplo: **KENDA C.G.I.**²⁷ (KENDA Dental Polisher). Presentan 3 colores con diferentes granos, los cuales se deben pasar del más grueso hasta el más fino.

- i. Blanco: Grano grueso
- ii. Verde: Grano mediano
- iii. Rosado: Grano Fino

Enhance (Denstpaly): Discos, copas o gomas siliconadas de resina de uretano de dimetacrilato impregnado con óxido de aluminio, previamente montado y de un solo uso. Puede además aplicarse con pasta de pulido.²⁸

Pogo (Denstplay): Discos, copas o gomas siliconadas de resina dimetacrilato de uretano polimerizado con polvo fino de diamante y óxido de sílice puesto sobre un mandril plástico. Están diseñados para el pulido

final de todo tipo de restauraciones en resina, desechable y de un solo uso.²⁹

3. Discos Abrasivos flexibles: Discos de papel o plásticos recubiertos con óxido de aluminio que igual se diferencian en granos y por color. Se montan sobre mandriles metálicos.³⁰

Ejemplo: **Sof-Lex™** (3M ESPE)³¹ Papel de uretano que con confiere flexibilidad. Posee 4 granos de diferentes colores.

- i. Negro: Grueso. Remueve excesos.
- ii. Azul Fuerte: Mediano (40 μm). Alisa superficies lisas.
- iii. Azul: Fino (24 μm). Alisado final y suavizar.
- iv. Azul Claro: Superfino (8 μm). Da brillo.

4. Piedras diamantadas finas, extrafinas y ultrafinas: Piedras con fragmentos de diamantes de variado tamaño, los cuales también se diferencian según color.³⁰

- i. Rojo: Grano Fino de 45 μm .
- ii. Amarillo: Extrafino de 25 μm .
- iii. Blanco: Ultrafino de 15 μm .

5. Cepillos pulidores: Cepillos o escobillas previamente tratadas que contienen dimetacrilato de uretano impregnadas con partículas de diamantes abrasivos.

Ejemplos: **Astrobrush** (Ivoclar Vivadent)³²: Sus cepillos están fabricados de poliamida de carburo de silicio incorporado como sustancia abrasiva, por lo que no requiere utilizar pastas abrasivas de forma adicional, sino que se debe humedecer la superficie a pulir.

6. Selladores de composite: Sellador fotopolimerizable de base de metacrilato sin carga, el cual reduce las microfiltraciones de los composites al tener baja viscosidad y excelente penetración. Otorga una terminación más brillante a la resina, dándole una apariencia de “glaseado”.

Ejemplo: **Permaseal** (Ultradent)³³. Este agente de unión y sellador de composite, tiene la capacidad de penetrar las porosidades superficiales generadas durante el acabado y pulido.

Antes de ser aplicado, la superficie pulida debe ser grabada con ácido fosfórico al 35% por 20 seg. Posterior a su lavado y secado se debe aplicar este sellador de composite y aplicar aire de forma suave, después cubrirlo con glicerina y fotopolimerizar por 20 seg. Luego lavar con un chorro de spray-agua para remover la glicerina que permitirá la completa polimerización del material. Así se obtendrá una resina “glaseada”.

2.3 Rugosidad Superficial

La rugosidad superficial corresponde a un conjunto de irregularidades de una superficie real producida durante su fabricación. Éstas se expresan como picos y valles de una superficie, el cual se distribuye de forma aleatoria, por lo que se requiere de parámetros estadísticos para cuantificar esta rugosidad.³⁴⁻³⁵

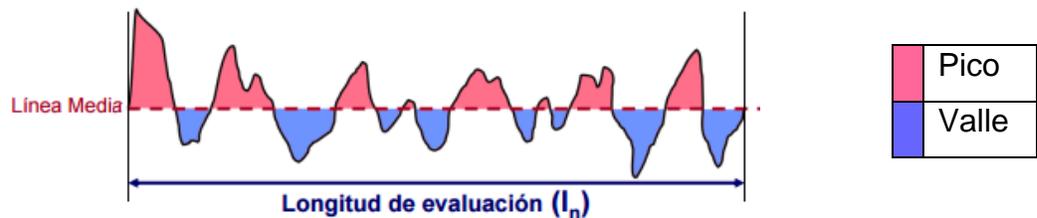


GRÁFICO 1: Expresión gráfica de rugosidad superficial con picos y valles, que por medio de fórmula aritmética se obtiene la línea media.

Dentro de los parámetros más utilizados para la expresión de rugosidad se encuentra la Rugosidad Media (R_a), el cual corresponde a una media aritmética de valores absolutos de la desviación de la central base de medición en una muestra longitudinal.³⁴⁻³⁶

$$R_a = \frac{\sum \text{Área de Picos} + \sum \text{Área de Valles}}{l_n}$$

Fórmula 1: Media aritmética para la obtención de R_a .

Para determinar la rugosidad superficial se utiliza un instrumento denominado rugosímetro, el cual determina electrónicamente el perfil de la pieza en una sección transversal, midiendo la profundidad media (R_a) y expresándolo en micras (μm).

El rugosímetro está compuesto³⁴ por:

1. Aguja: Punta fina d diamante o carburo de tungsteno
2. Captador: Registra los movimientos verticales de la aguja.
3. Motorización: Arrastra y empuja la aguja sobre la superficie.
4. Electrónica: Registra los datos captados en donde es procesado y permite la obtención de los datos.

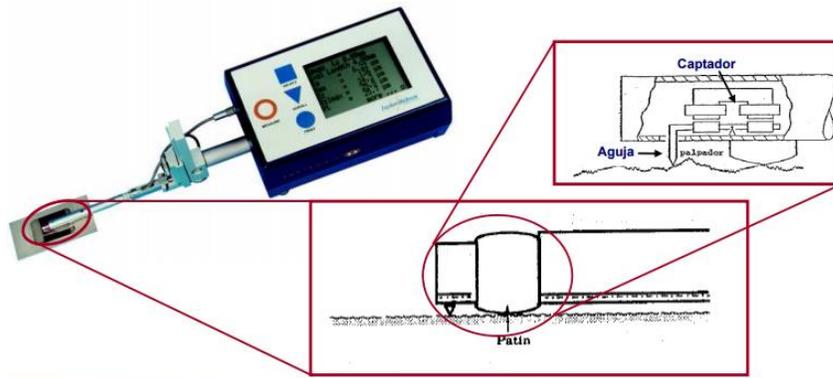


IMAGEN 6: Rugosímetro electrónico rotulado.

El proceso de medición dura pocos segundos, en donde la aguja palpadora realiza un barrido de la superficie en línea recta. Estos movimientos son transferidos en impulsos eléctricos que son registrados gráficamente. La muestra recorrida puede alcanzar desde 0.08 a 25 mm. ^{34 y 37}

Según el R_a obtenido, se puede ver la clase de rugosidad que presenta la superficie en estudio, la cual podemos distinguir en la siguiente tabla.^{34 y 37}

TABLA 1: Estado Superficial según la clase de rugosidad superficial presentada

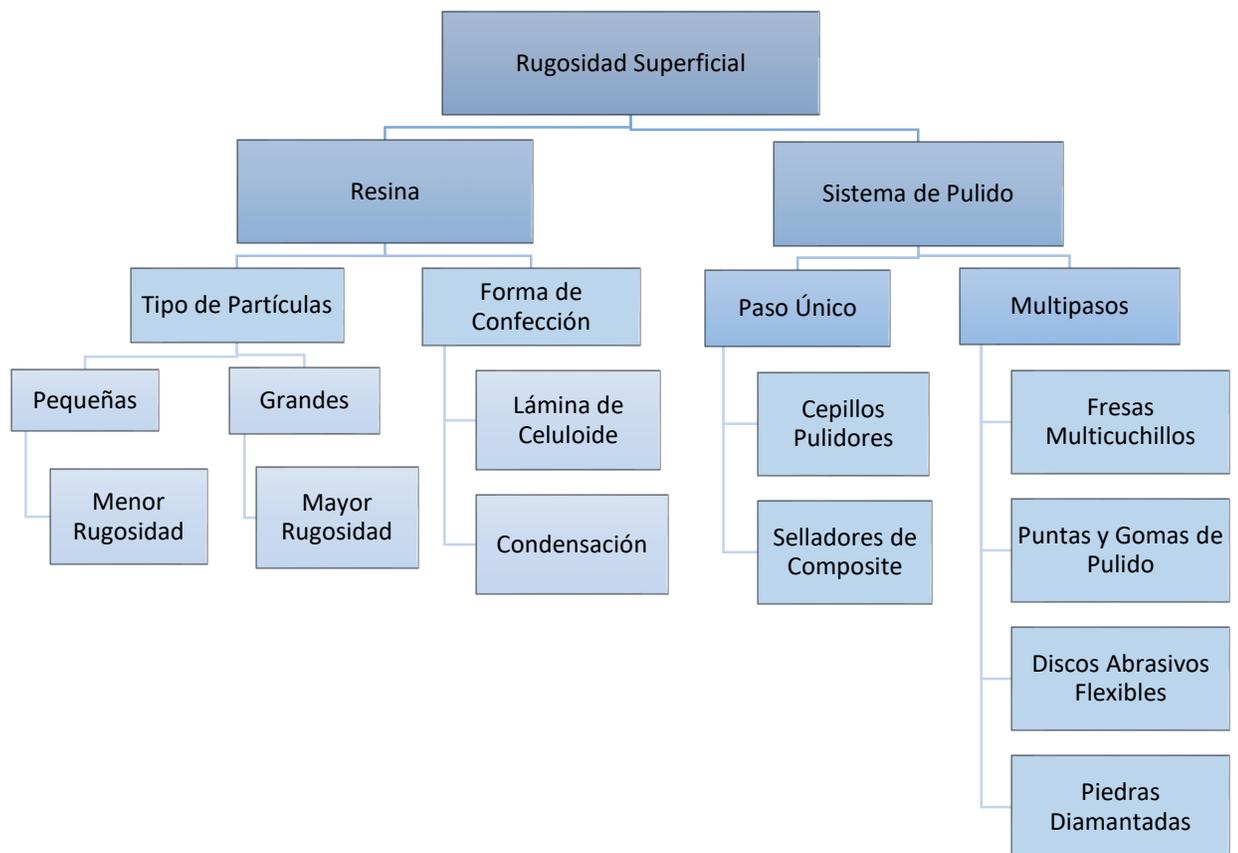
Clase de Rugosidad	Rugosidad R_a (μm)	Estado Superficial
N1	0.025	Acabado finísimo, especular. No se visualizan marcas.
N2	0.05	
N3	0.1	
N4	0.2	
N5	0.4	Acabado muy fino. Marcas no visibles e imperceptibles al tacto
N6	0.8	
N7	1.6	Marcas apreciable visualmente, pero no ante el tacto
N8	3.2	
N9	6.3	
N10	12.5	Marcas se visualizan y se perciben al tacto.
N11	25	
N12	50	

Fuente: Rubio H. Apunte de clases: Rugosidades Superficiales. Diseño mecánico. [Internet] Universidad Carlos III de Madrid. [1 de Mayo de 2016] Disponible en: http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/disenio-mecanico-1/material_clase/ocw_rugosidades

En el ámbito odontológico, según Chung³⁸ la superficie de la resina se vería clínicamente más suave cuando la R_a fuera menor a $1 \mu\text{m}$, pero valores mayores a $0.2 \mu\text{m}$ exceden de lo que es considerado clínicamente aceptable para restauraciones de resinas compuestas, debido al acúmulo de placa que estas rugosidades implicaría. Pero según Bollen³⁸ y col no existen diferencias en el acúmulo de placa sobre superficies de $0.7 - 1.4 \mu\text{m}$ de R_a .

En resumen, se debe tener en cuenta que la rugosidad superficial de las diferentes resinas compuestas se debe principalmente a las diferencias de tamaño, dureza y distribución del relleno inorgánico.²¹ Según Ryba y col, a mayor tamaño de las partículas de relleno, mayor sería la rugosidad superficial producida luego del pulido. También demostraron que al remover una pequeña cantidad de matriz, el relleno de mayor tamaño podía ser removido durante el proceso de pulido, por lo que las resinas con menor tamaño de partículas sería más fácil producir una superficie más pulida.³⁹

Acorde al marco teórico, estos 3 pilares: resina compuesta, sistemas de pulido y rugosidad superficial, se relacionan entre sí debido a que las partículas de resina y el tipo de sistema de pulido pueden afectar la rugosidad superficial de la resina, como se puede observar en el siguiente mapa conceptual.



Mapa Conceptual 1: Relación de los 3 ejes pilares de esta investigación

Los estudios anteriores confeccionaban sus muestras con lámina de celuloide, por lo que el grupo control siempre presentaba menor rugosidad superficial. Además, este accionar es poco empleado en el ámbito clínico odontológico, ya que las resinas deben ser aplicadas de forma incremental para evitar su contracción de polimerización.

En consecuencia, esta investigación plantea el uso de las resinas de menor tamaño, nanoparticulado (Filtek Z350, 3M ESPE), los cuales deberán ser confeccionados en capas incrementales y sometidos a los diferentes sistemas de pulido para así evaluar la eficacia de pulido de las diferentes técnicas, acercándose lo más posible a la realidad diaria odontológica.

3. MARCO EMPÍRICO.

Según el perfil técnico de la empresa 3M ESPE, realizaron estudios de rugosidad superficial en muestras de resina híbrida (Filtek Z250 Restaurador Universal), los cuales fueron preparados en moldes y posteriormente polimerizados. La mitad recibió tratamiento con un papel de lija de grano de 320 de agresividad y la otra mitad no. Por medio del Perfilómetro, Taylor Hobson Surtronic 3, obtuvieron el R_a inicial de cada muestra. Posterior a ello, cada una de ellas fueron pulidas según las indicaciones de fabricante y se tomaron nuevamente las medidas.

Los resultados obtenidos fueron que en ambas muestras, tanto con grano 320 como sin ella, obtuvieron una superficie más suave utilizando Discos Sof-Lex.³¹, lo cual demostraba la eficiencia de pulido de sus discos.

Este estudio contribuiría a esta investigación, ya que nos da como antecedente que el sistema de pulido Sof-Lex sería efectivo en la reducción de la rugosidad superficial en comparación con muestras sin tratamiento.

Esto mismo fue corroborado según Berastegui y col³¹, quienes realizaron estudios con resinas híbridas y de microrelleno, observando que los valores de mayor rugosidad se daban en resinas híbridas (a excepción de las muestras pulidas con diamante, en donde se obtuvo mayor rugosidad con las resinas microparticuladas). Además se observó que la menor rugosidad superficial fue en las muestras pulidas con discos Sof-LexTM, seguido por fresas de carburo-tungsteno de 12-30 hojas, fresas de carburo-tungsteno de 8 hojas, piedras de Arkansas y por último, con la mayor rugosidad superficial, las fresas diamantadas.

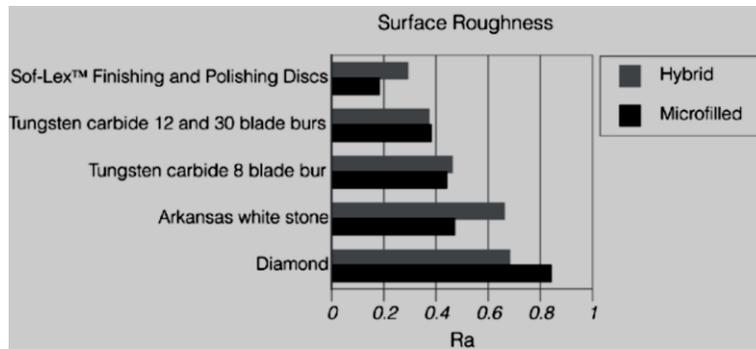


GRÁFICO 2: Comparación de la rugosidad superficial de resinas híbridas y microhíbridas según las diferentes técnicas de pulido.

La investigación de Berastegui y col³¹ ha demostrado que a menor partícula de relleno, menor rugosidad superficial, lo cual determina para esta investigación el uso de un composite de nanorelleno. De igual forma demuestra que la incorporación en el pulido con discos Sof-Lex, es más eficiente que el uso de fresas diamantadas, por lo tanto deben ser incorporados en esta investigación.

A diferencia de los estudios anteriores, Edemir y col²¹, el año 2012 realizaron en Turquía un estudio: *“Effects of polishing systems on the Surface roughness of tooth cored materials.”*, cuyo objetivo era evaluar la rugosidad superficial de diferentes materiales: Vidrio Ionómero Convencional: Fuji IX GP (GC), Compómeros: Dyract Extra (Dentsply), Composite Microhíbrido: Gradia Direct (GC) y Nanorelleno: Filtek Supreme XT (3M ESPE) los cuales fueron pulidos con diferentes sistemas, Sof-Lex (3M ESPE), Discos Polipro (Premier Dental Products) y el Sistema Hiluster^{Plus} (Gloss and Hiluster). Para ello realizaron un estudio analítico, prospectivo, transversal, experimental, confeccionando 112 muestras de 10 x 2 mm por medio de moldes cilíndricos metálicos y en ambos extremos tiras de lámina de celuloide. Los materiales restauradores eran presionados dentro del molde con un vidrio de 1 mm. El vidrio Ionómero convencional se dejó fraguar por 1 hora, mientras que los demás materiales fotopolimerizables se les aplicaron fuente de luz de

600mW/cm² por 40 seg. Posteriormente se dejó inmerso en agua por 7 días a una temperatura de 37°C. 7 muestras se dejaron como control, los cuales no recibieron pulido y las demás fueron distribuidos de forma aleatoria para ser pulidos con Sof-Lex, Discos Polipro y Sistema Hiluster^{Plus} por 30 seg. Después fueron lavados, secados y sumergidos nuevamente en agua por 7 días antes de realizar las mediciones de rugosidad superficial (R_a). El rugosímetro utilizado correspondió al Taylor Hobson Sutrinic 3⁺, cuya aguja recorrió 0,8 mm de distancia a una velocidad de 0.1 mm/s.

Los resultados obtenidos mostraron que la superficie más lisa de todos los materiales fue obtenido en el grupo control, por medio de las láminas de celuloide. Y la más rugosa fue del vidrio Ionómero convencional ($R_a 1.36 \pm 0.77$), mientras que presentaron diferencias insignificante entre compómeros y las resinas tanto Microhíbridos como nanorelleno (1.08 ± 0.83).

Con respecto a este último, a diferencia del estudio realizado por la empresa 3M ESPE, las resinas nanorelleno Filtek Supreme presentaron mayor rugosidad superficial con el sistema de pulido Sof-Lex (2.05 ± 0.92) y menor con Hiluster^{Plus} (0.74 ± 0.41). Esta diferencia se pudo deber a que este último sistema además de contener partículas de óxido de aluminio, también presentaba pequeños trozos de diamantes, los cuales al tener mayor dureza que el aluminio pudo rayar la superficie del composite, en vez de generar el desalojo de las partículas de relleno inorgánico.²¹

El estudio de Edemir y col³¹ es de relevancia para esta investigación ya que utilizaron una resina de nanorelleno, el cual obtuvo mayor rugosidad superficial con el sistema Sof-Lex, lo cual contradice los estudios anteriores, por lo que fundamentaría aún más el uso de las resinas de menor tamaño y otros sistemas de pulido como los que se van a utilizar en esta investigación.

Estudios más recientes, realizado en Irán en el año 2015 por Sadeghi y col⁴⁰, correspondientes a un estudio analítico, prospectivo, transversal y experimental, *“The Influence of Surface Polish and Beverages on the Roughness of Nanohybrid and Microhybrid Resin Composites”*, cuyo objetivo era determinar el grado de rugosidad superficial después del pulido de resinas microhíbrido (Gradia direct, GC) y nanohíbrido (Ice, SDI) en varias soluciones por medio de un estudio analítico, prospectivo, transversal, experimental.

Se confeccionaron 54 muestras de cada tipo de resina a los cuales se los subdividió de forma aleatoria en 3 grupos de 18 cada uno, un grupo control que no presentaba pulido, un grupo con Discos Sof-Lex (3M ESPE) y otro con Gomas siliconadas Enhance (Dentsply).

Por medio de este estudio se corroboró las conclusiones obtenidas de estudios previos, en donde las resinas sin pulir, confeccionadas con lámina de celuloide presentaban una superficie más lisa que las pulidas (Gradia direct: 0.315 ± 0.005 ; Ice: 0.158 ± 0.003). Además que los composites nanohíbridos presentaban una superficie con menor rugosidad en comparación con las microhíbridas.

A diferencia del estudio realizado por Edemir y col³¹ (2012), en este estudio el Ra del sistema de pulido Enhance (Gradia direct: 0.858 ± 0.004 ; Ice: 0.534 ± 0.005) era mayor que la Ra obtenidos por discos Sof-Lex (Gradia direct: 0.620 ± 0.004 ; Ice: 0.320 ± 0.003) y esto se pudo deber a que los discos tienen la capacidad de remover igual cantidad de matriz orgánica como de relleno inorgánico, mientras que Enhance tiene mayor facilidad de adaptación anatómica en piezas posteriores.⁴⁰

Sadeghi y col⁴⁰ aportarían a esta investigación otro sistema de pulido a considerar, las gomas de pulido, que según ellos serían menos efectivo que los

discos, pero que la forma de las gomas utilizadas también deben ser consideradas al minuto de realizar el pulido, debido a su capacidad de adaptarse a las superficies irregulares. Además de confirmar que el tamaño de partícula si es un factor influyente en la rugosidad superficial oclusal.

Resultados parecidos fueron obtenidos en la investigación realizada por Schmitt y col⁴¹, Brazil 2015, estudio analítico, prospectivo, transversal, experimental, en el estudio denominado *“Polishing techniques Effect on Microhybrid, nanohíbrid and nanofilled composite color and surface roughness stability.”*, donde tenían como objetivo verificar la influencia de técnicas de pulido de un paso y multipasos y su relación con la rugosidad superficial de diferentes resinas compuestas. Para ello utilizaron resinas de nanorelleno: Filtek Supreme XT (3M ESPE), 2 resinas nanohíbridas: TetricEvoCeram (Ivoclar Vivadent) y Ceram X Duo (Dentsplay) y una resina microhíbrida: Amelogen (Ultradent).

Se fabricaron 120 muestras con dimensiones de 7 mm de diámetro y 2 mm de alto. Las muestras fueron divididas en 12 grupos de 10 muestras cada una, en donde se clasificó según tipo de resina y sistema de pulido, los cuales fueron: Sin pulir, PoGo y Sof-Lex. El estudio de la rugosidad superficial fue medido con el rugosímetro Surf-Corder (Kosaka Lab. SE 1700).

Al igual que en la ficha técnica de 3M ESPE y algunos investigadores como Berastegui y col y Sadeghi y col, los resultados obtenidos en este estudio fue que los valores más bajos de Ra fueron de las resinas con nanorelleno (Filtek Supreme, 3M ESPE) en combinación con el sistema de pulido multipasos, Sof-Lex. Esto se podría explicar por su composición nanométrica que permite reducir el espacio intersticial entre las partículas de relleno y la matriz, además de la formación de nanoclusters por medio de la nanotecnología, lo cual ha permitido una íntima unión química entre ambas estructuras, los cuales al

utilizar los discos con granos de óxido de aluminio de forma decreciente no se disocian, permitiendo la promoción de superficies lisas y pulidas, generando un desgaste uniforme entre matriz y relleno.⁴¹

Este estudio realizado por Schmitt y col⁴¹ es relevante para esta investigación, ya que igual utiliza una resina nanoparticulada y plantea que los sistemas multipasos son más eficientes.

Según Goncalves y col⁴², Brazil 2012, en su artículo "*Evaluation of the roughness of composite resins submitted to different Surface treatments*", cuyo objetivo era evaluar la rugosidad superficial de resinas luego de ser pulidas con discos y la posterior aplicación de capas de adhesivo. Para ello utilizaron Resinas híbridas (Filtek Z250, 3M ESPE) y Nanopartículas (Filtek Supreme XT, 3M ESPE).

En este estudio analítico, prospectivo, transversal, experimental, se confeccionó 30 muestras de cada tipo de resina, los cuales se subdividieron en 3 grupos de estudio, un grupo control, un grupo pulido con discos (Sof-Lex, 3M ESPE) y por último un grupo con adhesivo (Adper™ Scotchbond Multipurpose, 3M ESPE). Los resultados obtenidos mostraron que ambos grupo control presentaban la menor rugosidad superficial (Z250: 0.1023 ± 0.0464 ; Supreme: 0.1083 ± 0.0241), y no presentaron diferencias estadísticamente significativas con el grupo tratado con discos Sof-Lex (Filtek Z250 (0.1360 ± 0.0131 ; Supreme Filtek ^{XT}: $0.1160 \pm 0.0252 \mu\text{m}$). Caso contrario fue lo observado en los grupos a los cuales se les aplicó adhesivo (Z250: 0.2325 ± 0.1484 ; Supreme: 0.2266 ± 0.0622).

Esta diferencia de Ra se pudo deber a que la capa adhesiva genera una capa inhibida por oxígeno, lo cual produce una capa de resina no polimerizada

con abundante monómero y burbujas de aire, produciendo una superficie extremadamente rugosa.⁴²

El estudio de Goncalves y col⁴² es de gran relevancia para esta investigación, ya que realizó estudios con adhesivo, el cual se utiliza en varias ocasiones durante el actuar odontológico para dar forma a las restauraciones y su utilización será uno de los factores a considerar durante la confección de las muestras.

Resultados contrarios fueron los obtenidos en el estudio de Lopes y Col⁴³ (Brazil 2012) en su investigación "*Effect of different Surface penetrating sealants on the roughness of a nanofiller composite resin*"⁴³. El objetivo de este estudio analítico, prospectivo, transversal, experimental era evaluar la efectividad de diferentes selladores de resina en resinas compuestas nanoparticuladas.

Para ello, confeccionaron 40 muestras de 6 x 3 mm de Filtek Z350 (3M ESPE) y lo subdividieron en 4 grupos, un grupo control que no recibió tratamiento, dos grupo con resina selladora sin relleno: Fortify™ (Bisco) y BisCover™ LV (Bisco). Y por último estaba la resina selladora con microrelleno (Fortify Plus, Bisco).

A diferencia de los resultados obtenidos por Goncalves⁴², las muestras sometidas a tratamiento con resinas selladoras sin relleno presentaron la menor rugosidad superficial (Fortify: 0.08 ± 0.01 ; Biscover LV 0.08 ± 0.05), incluso menor que la del grupo control (0.11 ± 0.02). Mientras que el sellador con relleno presentó mayor rugosidad (0.21 ± 0.10), esto se debió a la ruptura de los enlaces débiles que mantienen unido las partículas con la matriz, por lo que permitió la pérdida del microrelleno y la obtención de una superficie rugosa.

Lopes y col⁴³ aportaron en esta investigación las bases para determinar qué tipo de sellador de resina a utilizar, ya que la presencia de relleno puede

afectar la rugosidad superficial, por lo que en esta investigación solo se empleará un sellador sin relleno.

Como es posible observar, la mayoría de los estudios realizados sobre la eficacia de los diversos sistemas de pulido, han mostrado una menor rugosidad superficial en los sistemas Sof-Lex (3M ESPE), pero estas investigaciones se realizaron principalmente en resinas híbridas (Filtek Z250), siendo pocos los estudios con nanorelleno, en cuyo caso los investigadores utilizaron Filtek Supreme, pero no se ha presentado con resinas de nanorelleno Filtek Z350, el cual es ampliamente utilizado en las clínicas y a diferencia del anterior, presenta menor peso molecular (65%), mientras que el Supreme tiene 80%, sin considerar que a pesar que los dos son nanorelleno, las partículas del Z350 varían entre 5-20 nm, mientras que el Supreme 3 – 40nm, lo cual podría afectar el resultado final obtenido.⁴⁴

No se han presentado estudios comparativos del Ra de los diferentes sistemas de pulido y los selladores de resina, ya que solo se han presentado investigaciones que comparan el Ra entre las diferentes marcas comerciales de selladores.

4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

¿Cuál es la eficacia de las diferentes técnicas de pulido sobre la rugosidad superficial de resina nanorelleno (Filtek Z350)?

5. OBJETIVO DE ESTUDIO.

5.1 Objetivos Generales

Determinar la eficacia de diferentes técnicas de pulido sobre la rugosidad superficial de resina nanorelleno (Filtek Z350).

5.2 Objetivos Específicos

- Conocer la eficacia de pulido con discos Sof-Lex (3M ESPE) sobre las resinas Filtek Z350 (3M ESPE).
- Evaluar la eficacia de pulido de las gomas de pulido KENDA C.G.I. (KENDA Dental Polisher) sobre las resinas Filtek Z350 (3M ESPE).
- Identificar la eficacia de las fresas de pulido (Grano Rojo, Amarillo y Blanco) sobre las resinas Filtek Z350 (3M ESPE).
- Establecer la eficacia de los cepillos Astrobrush (Ivoclar Vivadent) sobre las resinas Filtek Z350 (3M ESPE).
- Determinar la eficacia de los selladores de resina, Permaseal (Ultradent), sobre las resinas Filtek Z350 (3M ESPE).
- Identificar el sistema de pulido que brinde menor rugosidad superficial en las resinas Filtek Z350 (3M ESPE).

- Comparar la rugosidad superficial entre los diferentes sistemas de pulido y el grupo control.
- Establecer relación entre cantidad de pasos del sistema de pulido y rugosidad superficial.

6. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.

- Todas las muestras pulidas presentarán menor rugosidad superficial que las muestras control, sin tratamiento.
- Los sistemas de pulido multipasos generarán una superficie con menor rugosidad superficial, en comparación con aquellos sistemas de un solo paso.
- El sistema de pulido multipasos Sof-Lex (3M ESPE), brindará menor rugosidad superficial sobre las resinas de nanorelleno (Filtek Z350, 3M ESPE).
- La combinación de diferentes sistemas de pulido otorgará menor rugosidad superficial que cada uno de ellos por separado.

7. VARIABLES DE ESTUDIO.

TABLA 2: Definición Conceptual de las Variables Independientes					
Variable	Definición Conceptual	Dimensión	Definición Nominal	Indicadores	Instrumento
Sistema de Pulido	Sistema que permite la reducción de la rugosidad superficial y mediante el cual se obtiene lustre y brillo de la superficie del material.	Sof-Lex (3M ESPE)	Discos de papel de uretano flexibles, recubiertos con óxido de aluminio de diferentes granos	Azul Fuerte: Grano Mediano (40 μm) Azul: Grano Fino (24 μm) Azul Claro: Grano Superfino (8 μm)	Observación Clínica
		Kenda C.G.I. (Kenda Dental Polisher)	Base gomada sintética impregnado con óxido de aluminio de diferentes granos	Blanco: Grano Grueso Verde: Grano Mediano Rosado: Grano Fino	Observación Clínica
		Fresas de Pulido	Piedras con fragmentos de diamantes de variado tamaño	Rojo: Grano Fino (45 μm) Amarillo: Grano Extrafino (25 μm) Blanco: Grano Ultrafino (15 μm)	Observación Clínica
		Astrobrush (Ivoclar Vivadent)	Cepillo de poliamida de carburo de silicio	Cepillo	Observación Clínica
		Permaseal (Ultradent)	Sellador fotopolimerizable de base de metacrilato sin carga	Sellador sin carga	Observación Clínica

Fuente: Comparación de la rugosidad superficial de restauraciones de resina nanorelleno (Filtek Z350) según las diferentes técnicas de pulido: Estudio In Vitro. Lai P. Universidad Nacional Andrés Bello. Tesis para optar al título de Cirujano Dentista.

TABLA 3: Definición Conceptual de la Variable Dependiente					
Variable	Definición Conceptual	Dimensión	Definición Nominal	Indicadores	Instrumento
Rugosidad Superficial	Conjunto de irregularidades de una superficie real producida durante su fabricación	Profundidad Media (Ra)	Suma de las áreas de Picos y Valles dividida por la distancia correspondiente	Rugosidad medido en μm	Rugosímetro

Fuente: Comparación de la rugosidad superficial de restauraciones de resina nanorelleno (Filtek Z350) según las diferentes técnicas de pulido: Estudio In Vitro. Lai P. Universidad Nacional Andrés Bello. Tesis para optar al título de Cirujano Dentista.

8. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

8.1 Tipo de Estudio

Esta investigación correspondió a un estudio Experimental in vitro: grupo experimental/ control; transversal, analítico (comparativo).

Corresponde a un estudio experimental in vitro, con asignación aleatoria de las muestras; grupo experimental y control, donde se trabajó con muestras de resinas, con la finalidad de determinar la eficacia de pulido de éstas por medio de la manipulación de la variable independiente, es decir, el sistema de pulidos y así poder identificar la rugosidad superficial generada (variable dependiente).

8.2 Población de Estudio

8.2.1 Unidad de Análisis: Se analizaron muestras cilíndricas de resina nanoparticuladas (Filtek Z350, 3M ESPE), de 8 mm de diámetro y 1 cm de alto.

8.2.2 Muestra: Para la selección de las muestras se consideraron los siguientes criterios.

- Criterios de Inclusión:
 - Toda muestra de resina nanoparticulada confeccionada con resina Filtek Z350, 3M ESPE.
 - Toda muestra con forma cilíndrica de 8 mm de diámetro y 1 cm de alto.
 - Toda muestra confeccionada por capas incrementales de resina Filtek Z350.
 - Toda muestra en donde el adhesivo utilizado fuese adhesivo Adaper™ Single Bond 2 (3M ESPE).
 - Toda muestra fotopolimerizada por 20 seg. con Lámpara de fotocurado de 1.000 mW/cm² (Lámpara Coltolux LED, Coltene).

- Criterios de Exclusión:
 - Toda muestra confeccionada con otro tipo de resina que no fuese nanoparticulado Filtek Z350, 3M ESPE.
 - Toda muestra que no cumpliera la forma cilíndrica (8 mm de diámetro y 1 cm de alto)
 - Toda muestra confeccionado con técnicas no incrementales de resina Filtek Z350.
 - Toda muestra en donde se haya utilizado otro tipo de adhesivo que no fuese Adaper™ Single Bond 2 (3M ESPE).
 - Toda muestra fotopolimerizada por mayor o menor tiempo a 20 segundos.
 - Toda muestra fotopolimerizada con lámparas de fotocurado que no fueran con la Lámpara Coltolux LED, Coltene a 1.000 mW/cm².
 - Toda muestra que presentara fracturas o burbujas en su superficie.

8.2.3 Selección de Muestra

El tamaño muestral fue de 50 muestras que se clasificaron en 10 grupos de estudio, en donde cada grupo fue constituido por 5 muestras, los cuales se seleccionaron de forma aleatoria.

TABLA 4: Distribución aleatoria de los grupos de estudio.

Grupo Estudio	Tratamiento	Cantidad Muestra
G1	Control	5
G2	Sof- Lex (3M, ESPE)	5
G3	Kenda C.G.I. (Kenda Dental Polisher)	5
G4	Fresas de Pulido	5
G5	Astrobrush (Ivoclar Vivadent)	5
G6	Permaseal (Ultradent)	5
G7	Sof-Lex + Kenda C.G.I	5
G8	Sof-Lex + Astrobrush	5
G9	Kenda C.G.I + Astrobrush	5
G10	Sof-Lex + Kenda C.G.I+ Astrobrush	5
	Total	50

Fuente: Comparación de la rugosidad superficial de restauraciones de resina nanorelleno (Filtek Z350) según las diferentes técnicas de pulido: Estudio In Vitro. Lai P. Universidad Nacional Andrés Bello. Tesis para optar al título de Cirujano Dentista.

El tamaño de la muestra se determinó mediante el criterio de significancia estadística, donde el tamaño muestral debió poseer una distribución cercana a la normal, es decir, mayor o igual a 30 casos.

8.3 Recolección de Datos

8.3.1.1 Procedimiento clínico

Las 50 Muestras de resina nanoparticulado (Filtek Z350, 3M ESPE) se confeccionaron a partir de una llave de silicona cilíndrica de 8 mm de diámetro y 1 cm de alto. Para la aplicación y correcta compactación de composite en los cilindros, se utilizó una espátula de composite (Espátula XTS Goldstein Flexi-Thin #2, Hu Friedy).



IMAGEN 7: Espátula XTS Goldstein Flexi Thin #2, Hu Friedy con Composite Z350 (3M)

En las últimas capas incrementales se utilizó un pincel con adhesivo Adaper™ Single Bond 2 (3M ESPE) para lograr un correcto modelado de la superficie final. Se fotopolimerizó cada incremento por 20 seg, con una lámpara LED de fotocurado de 1.000 mW/cm² (Lámpara Coltolux LED, Coltene).



IMAGEN 8: Fotopolimerización de capas incrementales de resina Z350 con lámpara Coltolux LED, Coltene.

Las muestras ya polimerizadas fueron retiradas de la llave de silicona y distribuidos de forma aleatoria simple en 10 grupos de 5 muestras cada una y se les aplicaron las diferentes técnicas de pulido según indicación de fabricante, siempre pasando del grano mayor al menor. La técnica de pulido fue realizada en movimientos anteroposteriores por 30 seg; se identificó la zona anterior con una muesca. En cada cambio de grano se lavó las muestras con un chorro de spray-agua por 5 segundos.

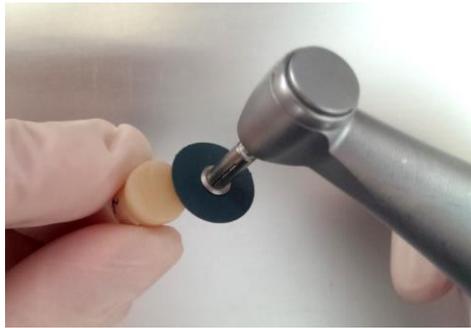


IMAGEN 9: Grupo 2: Sistema de Pulido Sof-Lex (3M, ESPE)



IMAGEN 11: Grupo 3: Gomas de Pulido KENDA C.G.I



IMAGEN 10: Grupo 4: Fresas de Pulido



IMAGEN 13: Grupo 5: Astrobrush (Ivoclar Vivadent)



IMAGEN 12: Grupo 6: Permaseal (Ultradent)

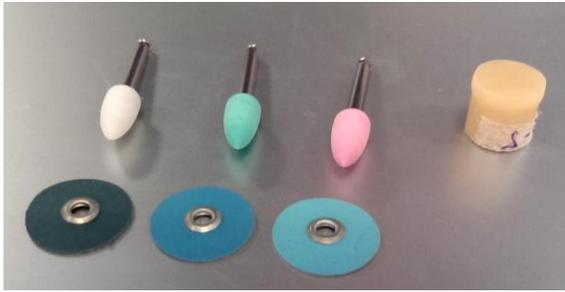


IMAGEN 15: Grupo 7: Discos Sof-Lex + gomas KENDA



IMAGEN 14: Grupo 8: Discos Sof-Lex + Astrobrush



IMAGEN 17: Grupo 9: Gomas KENDA + Astrobrush



IMAGEN 16: Grupo 10: Discos Sof-Lex + Gomas KENDA + Astrobrush

En el caso del Pearmaseal, se aplicó una fina capa de material sobre la muestra y se pinceló de forma homogénea, posteriormente se aplicó suavemente un chorro de aire y fotopolimerizó por 20 seg.

La rugosidad superficial (R_a) fue determinada por medio del rugosímetro (SURFTTEST-III, Mitutoyo. Tokyo, Japón), cuya punta de diamante recorrió 0.08 mm de la muestra, a una velocidad de 2 mm/ seg y a una temperatura ambiental de 20°C. Se realizó 5 mediciones por cada muestra, los cuales fueron medidos en μm .



IMAGEN 18: Rugosímetro SURFTTEST – III Mitutoyo (Tokio, Japón).

8.3.1.2 Prueba Piloto

Con la finalidad de velar por la exactitud de las mediciones, se realizó una calibración con experto interobservadores, donde los resultados debieron presentar una concordancia de medidas igual o mayor a $r = 0.90$ (correlación de Pearson). En esta investigación se presentó una correlación interobservadores de un 99,4%.

En este estudio piloto se tomaron el 10% de las mediciones a realizar en las muestras, es decir, de las 200 mediciones, se realizaron 30 mediciones con el rugosímetro SURFTEST-III (Mitutoyo Tokyo, Japón).

TABLA 5: Distribución de cantidad de mediciones de las muestras piloto.

Grupo Estudio	Cantidad de Mediciones	10% de las mediciones
G1	25	2.5 ≈ 3
G2	25	2.5 ≈ 3
G3	25	2.5 ≈ 3
G4	25	2.5 ≈ 3
G5	25	2.5 ≈ 3
G6	25	2.5 ≈ 3
G7	25	2.5 ≈ 3
G8	25	2.5 ≈ 3
G9	25	2.5 ≈ 3
G10	25	2.5 ≈ 3
Total	250	30

Fuente: Comparación de la rugosidad superficial de restauraciones de resina nanorelleno (Filtek Z350) según las diferentes técnicas de pulido: Estudio In Vitro. Lai P. Universidad Nacional Andrés Bello. Tesis para optar al título de Cirujano Dentista.

8.3.2 Descripción y Aplicación de los Instrumentos Recolectores de Datos

La recolección de datos fue realizada por medio de una planilla, según grupos de estudio, en donde se indicaron la rugosidad superficial medida con el rugosímetro: SURFTEST-III (Mitutoyo Tokyo, Japón)

TABLA 6: Tabla de Registro de Datos Grupo 1					
Grupo	Medición Rugosidad (μm)				
	1	2	3	4	5
G1- 1					
G1- 2					
G1- 3					
G1- 4					
G1- 5					

Fuente: Comparación de la rugosidad superficial de restauraciones de resina nanorelleno (Filtek Z350) según las diferentes técnicas de pulido: Estudio In Vitro. Lai P. Universidad Nacional Andrés Bello. Tesis para optar al título de Cirujano Dentista.

8.4 Consideraciones Éticas

Esta investigación se realizó en base a los criterios establecidos por la Facultad de Odontología de la Universidad Andrés Bello y que tienen su sustento teórico en los Criterios éticos de Nebraska, desarrollados por Prestice y Antonson, 1987.

1. **Valor:** Esta investigación tiene gran valor al identificar la técnica de pulido que brinde menor rugosidad superficial, permitiendo así disminuir la retención de placa, pigmentos y por ende aumentando la longevidad del material y disminución de probabilidad de retratamientos. Además de que permitiría optimizar los recursos.
2. **Validez Interna:** Se utilizó una metodología válida, por medio de procedimientos e instrumentos confiables. Los resultados obtenidos tienen aplicación tanto teórica como práctica, ya que los valores fueron tabulados para identificar la eficacia de pulido de las diversas técnicas, las cuales pueden ser utilizadas en el ámbito clínico.
3. **Selección Equitativa del Sujeto:** Esta investigación trabajó con muestras de resina confeccionadas según los criterios de inclusión y exclusión, los cuales fueron clasificados de forma aleatoria simple en diversos grupos de estudio.
4. **Proporción Favorable de Riesgo-Beneficio:** Esta investigación fue netamente experimental, In Vitro, por lo que el ser humano no se vio expuesto a daños ni perjuicios.

Los resultados obtenidos fueron totalmente beneficiosos para el ámbito odontológico.

8.5 Procesamiento de los datos

Los datos recolectados fueron procesados por medio del programa SPSS versión 24.

Los análisis descriptivos fueron determinados mediante medidas de resumen, tendencia central y medidas de variabilidad, entre otras.

Previo al análisis inferencial y dada la naturaleza cuantitativa de este estudio, se realizó un análisis de normalidad (K-S), cuyo resultado mostraron para todas las variables en estudio, valores superiores a 0.05, lo cual definió para el análisis inferencial el uso de estadísticas paramétricas.

Para evaluar las diferencias estadísticas entre las medidas de rugosidad de distintos sistemas de pulidos, se utilizó pruebas de T-Student para muestras pareadas.

9. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

9.1 Análisis descriptivo de los resultados de las mediciones de la rugosidad superficial con los distintos sistemas de pulido.

TABLA 7: Cuadro Resumen de Rugosidad superficial con distintos sistemas de pulido (N = 25)

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10
Estadísticos	Control	Sof-Lex	KENDA	Fresas	Astrobrush	Permaseal	Sof-Lex +KENDA	Sof-Lex + Astrobrush	KENDA + Astrobrush	Sof-Lex +KENDA +Astrobrush
Media	0.98	0.44	0.58	0.99	0.55	0.64	0.46	0.18	0.38	0.38
Mediana	1.00	0.40	0.60	1.10	0.60	0.60	0.40	0.20	0.40	0.40
Moda	1.00	0.30	0.50	1.10	0.60	0.60	0.40	0.20	0.40	0.30
Desv. Típ.	0.17	0.12	0.15	0.28	0.17	0.19	0.10	0.06	0.07	0.09
Rango	0.70	0.30	0.40	1.00	0.80	0.60	0.30	0.20	0.30	0.40
Mínimo	0.60	0.30	0.40	0.40	0.20	0.40	0.30	0.10	0.20	0.20
Máximo	1.30	0.60	0.80	1.40	1.00	1.00	0.60	0.30	0.50	0.60

Fuente: Comparación de la rugosidad superficial de restauraciones de resina nanorelleno (Filtek Z350) según las diferentes técnicas de pulido: Estudio In Vitro. Lai P. Universidad Nacional Andrés Bello. Tesis para optar al título de Cirujano Dentista.

La Tabla N°7 muestra los resultados de las mediciones de la rugosidad superficial en las distintas muestras de resina Filtek Z350, medidas a través del rugosímetro y expresado en μm .

Las características principales son:

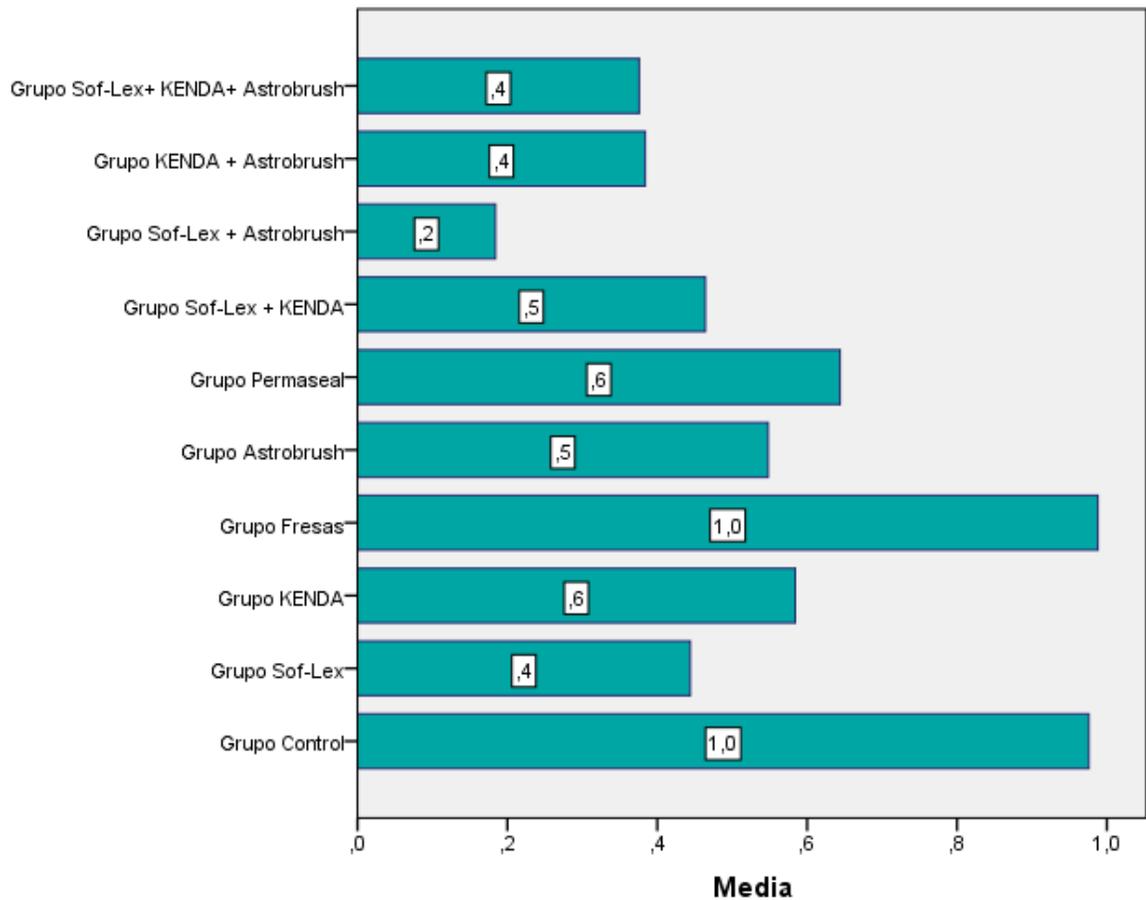
- Grupo 1 o Grupo Control: Presentó una rugosidad superficial promedio de $0.98 \mu\text{m}$ con una desviación estándar de ± 0.17 . El valor mínimo observado fue de $0.6 \mu\text{m}$ y máximo de $1.3 \mu\text{m}$, con un rango de 0.7 .

- Grupo 2 o Grupo Sof-Lex: Presentó una rugosidad superficial promedio de 0.44 μm con una desviación estándar de ± 0.12 . El valor mínimo observado fue de 0.3 μm y máximo de 0.6 μm , con un rango de 0.3.
- Grupo 3 o Grupo KENDA: Presentó una rugosidad superficial promedio de 0.58 μm con una desviación estándar de ± 0.15 . El valor mínimo observado fue de 0.4 μm y máximo de 0.8 μm , con un rango de 0.4.
- Grupo 4 o Grupo Fresas de Pulido: Presentó una rugosidad superficial promedio de 0.99 μm con una desviación estándar de ± 0.28 . El valor mínimo observado fue de 0.4 μm y máximo de 1.4 μm , con un rango de 1.0.
- Grupo 5 o Grupo Astrobrush: Presentó una rugosidad superficial promedio de 0.55 μm con una desviación estándar de ± 0.17 . El valor mínimo observado fue de 0.2 μm y máximo de 1.0 μm , con un rango de 0.8.
- Grupo 6 o Grupo Permaseal: Presentó una rugosidad superficial promedio de 0.64 μm con una desviación estándar de ± 0.19 . El valor mínimo observado fue de 0.4 μm y máximo de 1.0 μm , con un rango de 0.6.
- Grupo 7 o Grupo Sof-Lex + KENDA: Presentó una rugosidad superficial promedio de 0.46 μm con una desviación estándar de ± 0.1 . El valor mínimo observado fue de 0.3 μm y máximo de 0.6 μm , con un rango de 0.3.

- Grupo 8 o Grupo Sof-Lex + Astrobrush: Presentó una rugosidad superficial promedio de $0.18 \mu\text{m}$ con una desviación estándar de ± 0.06 . El valor mínimo observado fue de $0.1 \mu\text{m}$ y máximo de $0.3 \mu\text{m}$, con un rango de 0.2 .
- Grupo 9 o Grupo KENDA + Astrobrush: Presentó una rugosidad superficial promedio de $0.38 \mu\text{m}$ con una desviación estándar de ± 0.07 . El valor mínimo observado fue de $0.2 \mu\text{m}$ y máximo de $0.5 \mu\text{m}$, con un rango de 0.3 .
- Grupo 10 o Grupo Sof-Lex + KENDA + Astrobrush: Presentó una rugosidad superficial promedio de $0.38 \mu\text{m}$ con una desviación estándar de ± 0.09 . El valor mínimo observado fue de $0.2 \mu\text{m}$ y máximo de $0.6 \mu\text{m}$, con un rango de 0.4 .

El gráfico N°3 muestra la distribución de las medias de las distintas rugosidades superficiales obtenidas en los grupos de estudio, el grupo control y fresas presentaron los valores más altos y el grupo Sof-Lex + Astrobrush los valores más bajos.

GRÁFICO 3: Rugosidad Superficial según grupos de estudio



Fuente: Comparación de la rugosidad superficial de restauraciones de resina nanorelleno (Filtek Z350) según las diferentes técnicas de pulido: Estudio In Vitro. Lai P. Universidad Nacional Andrés Bello. Tesis para optar al título de Cirujano Dentista.

9.2 Comparación de Rugosidad Superficial entre Grupo Control y diferentes sistemas de pulido.

TABLA 8 : Comparación de Rugosidad Superficial de distintos sistemas de pulido y Grupo Control (N= 25)

Comparación Grupos	Media	Desviación típ.	Intervalo de confianza		Valor T-Student
			Inferior	Superior	
Control - Sof-Lex	0,53	0,21	0,45	0,62	0,00*
Control - KENDA	0,39	0,22	0,3	0,48	0,00*
Control - Fresas	-0,01	0,28	-0,13	0,1	0,83
Control - Astrobrush	0,43	0,26	0,32	0,54	0,00*
Control - Permaseal	0,33	0,24	0,23	0,43	0,00*
Control - Sof-Lex + KENDA	0,51	0,2	0,43	0,59	0,00*
Control - Sof-Lex + Astrobrush	0,79	0,17	0,72	0,86	0,00*
Control – KENDA + Astrobrush	0,59	0,21	0,51	0,68	0,00*
Control - Sof-Lex+ KENDA+ Astrobrush	0,6	0,18	0,53	0,67	0,00*

Fuente: Comparación de la rugosidad superficial de restauraciones de resina nanorelleno (Filtek Z350) según las diferentes técnicas de pulido: Estudio In Vitro. Lai P. Universidad Nacional Andrés Bello. Tesis para optar al título de Cirujano Dentista.

La Tabla N°8 muestra la comparación de las medias de rugosidad superficial entre el grupo control y los distintos sistemas de pulido.

En ella se destaca que los sistemas de pulidos Sof-Lex, KENDA, Astrobrush, Permaseal y las combinaciones de estos sistemas presentan diferencias de pulido estadísticamente significativas comparadas con el grupo control.

En cambio, el grupo de fresas no presentó diferencias estadísticamente significativas.

9.3 Comparación de Rugosidad Superficial entre Sistemas de Pasos Únicos.

TABLA 9: Comparación Eficiencia entre Sistemas de Paso Único (N= 25)

Comparación Grupos	Media	Desviación típ.	Intervalo de confianza		Valor T-Student
			Inferior	Superior	
Astrobrush - Permaseal	-0,10	0,25	-0,20	0,01	0,07

Fuente: Comparación de la rugosidad superficial de restauraciones de resina nanorelleno (Filtek Z350) según las diferentes técnicas de pulido: Estudio In Vitro. Lai P. Universidad Nacional Andrés Bello. Tesis para optar al título de Cirujano Dentista.

Con la finalidad de evaluar la rugosidad superficial entre diferentes técnicas de un solo paso, se comparó el Grupo Astrobrush con el grupo Permaseal, cuyo valor medio de rugosidad fue de $0.55 \mu\text{m}$ y $0.64 \mu\text{m}$ respectivamente; ambos sistemas no presentaron diferencias estadísticamente significativas.

9.4 Comparación de Rugosidad Superficial entre los Sistemas Multipasos.

TABLA 10: Comparación de Rugosidad entre Sistemas Multipasos (N= 25)

Comparación Grupos	Media	Desviación típ.	Intervalo de confianza		Valor T-Student
			Inferior	Superior	
Sof-Lex - KENDA	-0,14	0,13	-0,19	-0,09	0,00*
Sof-Lex - Fresas	-0,54	0,25	-0,65	-0,44	0,00*
KENDA - Fresas	-0,40	0,27	-0,52	-0,29	0,00*

Fuente: Comparación de la rugosidad superficial de restauraciones de resina nanorelleno (Filtek Z350) según las diferentes técnicas de pulido: Estudio In Vitro. Lai P. Universidad Nacional Andrés Bello. Tesis para optar al título de Cirujano Dentista.

La tabla 10 muestra la eficacia de pulido entre los sistemas multipasos (Sof-Lex, KENDA y Fresas), observándose diferencias estadísticamente significativas entre los valores medios de cada uno de los sistemas.

9.5 Comparación de Rugosidad Superficial entre los Sistemas más efectivos Paso único y Multipasos.

TABLA 11: Comparación de Rugosidad entre los Sistemas más efectivos Paso Único y multipasos (N= 25)

Comparación Grupos	Media	Desviación típ.	Intervalo de confianza		Valor T-Student
			Inferior	Superior	
Astrobrush - Sof-Lex	0,10	0,20	0,02	0,19	0,02

Fuente: Comparación de la rugosidad superficial de restauraciones de resina nanorelleno (Filtek Z350) según las diferentes técnicas de pulido: Estudio In Vitro. Lai P. Universidad Nacional Andrés Bello. Tesis para optar al título de Cirujano Dentista.

La tabla 11 muestra los resultados de la evaluación de la eficacia de pulido entre sistemas de paso único y multipasos, se comparó a los grupos con menor media de rugosidad de cada categoría.

Es posible observar que existen diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de paso único (Astrobrush) y de multipasos (Sof-Lex).

9.6 Comparación de Rugosidad Superficial entre Sistemas Multipasos y Sistemas Combinados.

TABLA 12: Comparación de Rugosidad entre Sistemas Multipasos y Sistemas Combinaciones (N= 25)

Comparación Grupos	Media	Desviación típ.	Intervalo de confianza		Valor T-Student
			Inferior	Superior	
Sof-Lex - Sof-Lex + KENDA	-0,02	0,12	-0,07	0,03	0,40
Sof-Lex - Sof-Lex + Astrobrush	0,26	0,14	0,20	0,32	0,00*
Sof-Lex - KENDA + Astrobrush	0,06	0,17	-0,01	0,13	0,09
Sof-Lex - Sof-Lex+ KENDA+ Astrobrush	0,07	0,12	0,02	0,12	0,01
KENDA - Sof-Lex + KENDA	0,12	0,14	0,06	0,18	0,00*
KENDA - Sof-Lex + Astrobrush	0,40	0,15	0,34	0,46	0,00*
KENDA - KENDA + Astrobrush	0,20	0,18	0,13	0,27	0,00*
KENDA - Sof-Lex+ KENDA+ Astrobrush	0,21	0,14	0,15	0,27	0,00*

Fuente: Comparación de la rugosidad superficial de restauraciones de resina nanorelleno (Filtek Z350) según las diferentes técnicas de pulido: Estudio In Vitro. Lai P. Universidad Nacional Andrés Bello. Tesis para optar al título de Cirujano Dentista.

Al evaluar la eficacia de pulido de los sistemas multipasos y la combinación de Sistemas, se pudo observar que no existe diferencias estadísticamente significativas de pulido entre el Grupo 2 (Sof-Lex) y el Grupo 7 (Sof-Lex + KENDA), Grupo 2 (Sof-Lex) y Grupo 9 (KENDA + Astrobrush).

A diferencia de los resultados anteriores, tanto los Grupo 2 (Sof-Lex) y el Grupo 8 (Sof-Lex + Astrobrush), Grupo 2 (Sof-Lex) y Grupo10 (Sof-Lex + KENDA+ Astrobrush), Grupo 3 (KENDA) y Grupo 7 (Sof-Lex + KENDA), Grupo 3 (KENDA) y Grupo 8 (Sof-Lex + Astrobrush), Grupo 3 (KENDA) y Grupo 9 (KENDA + Astrobrush) y el Grupo 3 (KENDA) y Grupo10 (Sof-Lex + KENDA+ Astrobrush), si presentaron diferencias estadísticamente significativas.

9.7 Comparación Rugosidad Superficial entre los Grupos con Sistemas Combinados.

TABLA 13: Comparación de los Grupos con mayor efectividad de pulido (N= 25)

Comparación Grupos	Media	Desviación típ.	Intervalo de confianza		Valor T-Student
			Inferior	Superior	
Sof-Lex + KENDA - Sof-Lex + Astrobrush	0,28	0,12	0,23	0,33	0,00*
Sof-Lex + KENDA - KENDA + Astrobrush	0,08	0,13	0,03	0,13	0,01
Sof-Lex + KENDA - Sof-Lex+ KENDA+ Astrobrush	0,09	0,13	0,03	0,14	0,00*
Sof-Lex + Astrobrush - KENDA + Astrobrush	-0,20	0,08	-0,23	-0,17	0,00*
Sof-Lex + Astrobrush - Sof-Lex+ KENDA+ Astrobrush	-0,19	0,09	-0,23	-0,15	0,00*
KENDA + Astrobrush - Sof-Lex+ KENDA+ Astrobrush	0,01	0,13	-0,05	0,06	0,76

Fuente: Comparación de la rugosidad superficial de restauraciones de resina nanorelleno (Filtek Z350) según las diferentes técnicas de pulido: Estudio In Vitro. Lai P. Universidad Nacional Andrés Bello. Tesis para optar al título de Cirujano Dentista.

Con la finalidad de evaluar si existen diferencias en la media de la rugosidad superficial entre diferentes sistemas combinados, se compararon los grupo 7 (Sof-Lex + KENDA), grupo 8 (Sof-Lex + Astrobrush), grupo 9 (KENDA + Astrobrush) y grupo 10 (Sof-Lex + KENDA + Astrobrush).

Se observó que presentan diferencias de rugosidad superficial estadísticamente significativas entre los grupos:

- Grupo 7 (Sof-Lex + KENDA) y Grupo 8 (Sof-Lex + Astrobrush)
- Grupo 7 (Sof-Lex + KENDA) y Grupo 9 (KENDA + Astrobrush)
- Grupo 7 (Sof-Lex + KENDA) y Grupo 10 (Sof-Lex + KENDA + Astrobrush)

- Grupo 8 (Sof-Lex + Astrobrush) y Grupo 9 (KENDA + Astrobrush)
- Grupo 8 (Sof-Lex + Astrobrush) y Grupo 10 (Sof-Lex + KENDA + Astrobrush)

En cambio, el Grupo 9 (KENDA + Astrobrush) no presentó diferencias estadísticamente significativas con el Grupo 10 (Sof-Lex + KENDA + Astrobrush).

9.8 Cuadros Resumen: Análisis Descriptivo.

TABLA 14: Cuadro Resumen de Análisis Descriptivo				
	Grupos	Media	Desv. Típ.	Coef. Variación
G1	Control	0,98	0,17	0,17
G2	Sof-Lex	0,44	0,12	0,27
G3	KENDA	0,58	0,15	0,26
G4	Fresas	0,99	0,28	0,28
G5	Astrobrush	0,55	0,17	0,31
G6	Permaseal	0,64	0,19	0,30
G7	Sof-Lex + KENDA	0,46	0,1	0,22
G8	Sof-Lex + Astrobrush	0,18	0,06	0,33
G9	KENDA + Astrobrush	0,38	0,07	0,18
G10	Sof-Lex + KENDA + Astrobrush	0,38	0,09	0,24

Fuente: Comparación de la rugosidad superficial de restauraciones de resina nanorelleno (Filtek Z350) según las diferentes técnicas de pulido: Estudio In Vitro. Lai P. Universidad Nacional Andrés Bello. Tesis para optar al título de Cirujano Dentista.

El cuadro resumen del análisis descriptivo compara las medias de rugosidad superficial según los distintos grupos estudiados, observándose mejor eficacia en los Grupo 8 (Sof-Lex + Astrobrush), Grupo 9 (KENDA + Astrobrush) y Grupo 10 (Sof-Lex + KENDA + Astrobrush), cuyos valores corresponden a 0.18 μm , 0.38 μm y 0.38 μm respectivamente.

El Grupo con menor eficacia de pulido fue el Grupos 4, Fresas de pulido, con un valor medio de rugosidad de 0.99 μm .

En el análisis de coeficiente de variación que compara la variabilidad entre los distintos grupos de estudio, se puede destacar que las muestras con valores más homogéneos de eficacia de pulido fueron en el Grupo 9 (KENDA + Astrobrush) con valores 0.18. Mientras que el de mayor coeficiente fue el Grupo 8 (Sof-Lex + Astrobrush) con valor de 0.33.

Asociados a la efectividad del pulido se observa que los grupos con mejor pulido tienen mayor coeficiente de variación.

9.9 Cuadros Resumen: Análisis Inferencial.

TABLA 15: Cuadro de Resumen de Análisis Inferencial*

Grupos	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10
G1	-----	X	X		X	X	X	X	X	X
G2	X	-----	X	X	X	X		X		X
G3	X	X	-----	X			X	X	X	X
G4		X	X	-----	X	X	X	X	X	X
G5	X	X		X	-----		X	X	X	X
G6	X	X		X		-----	X	X	X	X
G7	X		X	X	X	X	-----	X	X	X
G8	X	X	X	X	X	X	X	-----	X	X
G9	X		X	X	X	X	X	X	-----	
G10	X	X	X	X	X	X	X	X		-----

Llamada*: X: Diferencias Estadísticamente Significativas

Fuente: Comparación de la rugosidad superficial de restauraciones de resina nanorelleno (Filtek Z350) según las diferentes técnicas de pulido: Estudio In Vitro. Lai P. Universidad Nacional Andrés Bello. Tesis para optar al título de Cirujano Dentista.

La Tabla de resumen 15 muestra las diferencias estadísticamente significativas con el grupo control y entre grupos. Cabe destacar que la mayoría de los grupos presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí, siendo el grupo 8 (Sof-Lex + Astrobrush), el grupo con total diferencia con los demás sistemas de estudio, lo que evidencia la mayor eficacia de pulido de este grupo con el resto.

9.10 Cuadro de Categorización de la Eficacia de Pulido de los distintos Sistemas.

Con la finalidad de categorizar la eficacia de pulido de los distintos grupos de estudio, se determinó por medio de análisis de percentil que los grupos con rugosidad media superior a $0.5 \mu\text{m}$ son considerados como sistemas de poca eficacia, los cuales se pueden subdividir a su vez en:

- Deficiente Eficacia: Sistemas con Rugosidad media superior a $0.74 \mu\text{m}$, en el cual es posible encontrar al Grupo Control ($0.98 \mu\text{m}$) y Fresas ($0.99 \mu\text{m}$).
- Mediana Eficacia: Sistemas con Rugosidad media entre 0.73 a $0.5 \mu\text{m}$. Constituido por los Grupos KENDA ($0.58 \mu\text{m}$), Astrobrush ($0.55 \mu\text{m}$) y Permaseal ($0.64 \mu\text{m}$).

En cambio, los grupos con rugosidades medias inferiores a 0.5 μm son considerados como sistemas eficaces:

- Alta Eficacia: Sistemas con Rugosidad media entre 0.49 a 0.25 μm . Aquí es posible encontrar a los grupos Sof-Lex (0.44 μm), Sof-Lex + KENDA (0.46 μm), KENDA + Astrobrush (0.38 μm) y Sof-Lex + KENDA + Astrobrush (0.38 μm).
- Muy Alta Eficacia: Sistemas con Rugosidad media inferior a 0.24 μm . En esta categoría se encuentra la combinación de sistemas Sof-Lex + Astrobrush (0.18 μm).

TABLA 16: Categorización según Eficacia de Pulido de acuerdo a los resultados de este estudio

Deficiente	Mediana	Alta	Muy Alta
G1: Control	G3: KENDA	G2: Sof-Lex	G8: Sof-Lex + Astrobrush
G4: Fresas	G5: Astrobrush	G7: Sof-Lex + KENDA	
	G6: Permaseal	G9: KENDA + Astrobrush	
		G10: Sof-Lex + KENDA + Astrobrush	

Fuente: Comparación de la rugosidad superficial de restauraciones de resina nanorelleno (Filtek Z350) según las diferentes técnicas de pulido: Estudio In Vitro. Lai P. Universidad Nacional Andrés Bello. Tesis para optar al título de Cirujano Dentista.

10. DISCUSIÓN

Los resultados en esta investigación muestran que existen diferencias en las rugosidades superficiales obtenidas entre diferentes sistemas de pulido de resina nanorelleno (Filtek Z350). En donde, el sistema que brinda mayor media de rugosidad superficial corresponde al grupo de fresas de pulido ($0.99 \mu\text{m}$) y el de menor media en los sistemas unitarios fue el Grupo Sof-Lex ($0.44 \mu\text{m}$), estos resultados son similares a los obtenidos por Brastegui y col³¹.

Las diferencias observadas entre estos dos sistemas se puede deber a que las fresas de pulido son utilizadas principalmente para dar un acabado anatómico adecuado, por lo que elimina los excesos gruesos de la superficie por medio de sus partículas de diamante, donde la fresa ultrafina posee un grano de $15 \mu\text{m}$. Además éste sistema no presenta flexibilidad, por lo que no se puede adaptar a la superficie en estudio, lo cual pudo haber influido en la obtención de los resultados. En cambio, el Sistema Sof-Lex al ser discos de papel flexibles, cubierto por óxido de aluminio tienen mayor capacidad de adaptación a distintas superficies y su último disco (superfino) posee un grano de tamaño inferior al de las fresas, siendo de tan solo $8 \mu\text{m}$.

Al comparar las medias de rugosidades superficiales entre los diferentes sistemas de pulido y el grupo control, es posible observar que todos los sistemas presentan eficacia de pulido a excepción del grupo de Fresas ($0.99 \mu\text{m}$), el cual presentó hasta mayor rugosidad superficial que el grupo control ($0.98 \mu\text{m}$).

Cabe destacar que de los sistemas estudiados, el grupo con mayor diferencia estadísticamente significativa en comparación con el grupo control fue el Sistema Sof-Lex. Estos resultados concuerdan con el estudio realizado por Goncalves y col⁴² (2012).

En general, casi todos los sistemas presentan menor rugosidad superficial que el grupo control, ya que son capaces de eliminar la capa inhibida por oxígeno, reduciendo así la cantidad de monómeros no polimerizados, los cuales favorecen la presencia de burbujas de aire y aumentan la rugosidad superficial.

Los sistemas de pulido de pasos únicos presentan diferencias estadísticamente significativas con el grupo control, es decir que reducen la rugosidad superficial de las resinas luego de ser aplicadas.

Resultados similares fueron obtenidos por Lopes y col⁴³ (2012), en donde al igual que en este caso, el grupo de selladores de resina (Permaseal) presentaron menor media de rugosidad superficial (0.64 μm) que el grupo control (0.98 μm). Esta diferencia de medida se pudo deber a que el sellador, Permaseal, posee baja viscosidad, propiedad ideal para penetrar en las superficies porosas, reduciendo la micro filtración, rugosidad superficial y obteniendo una superficie final glaseada.

Por otro lado, el sistema Astrobrush también redujo significativamente la rugosidad superficial en comparación con el grupo control, esto pudo deberse a que su cepillo impregnado con sustancias abrasivas de diamante permitió desgastar ciertas irregularidades superficiales.

A pesar de que estos sistemas de un solo paso presentan variaciones en las medias de rugosidad superficial obtenidas, no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre sí ($p > 0.05$).

Al observar los resultados obtenidos entre los sistemas multipasos, esta investigación a diferencia del estudio realizado por Edemir y col²¹ en el año 2012, demostró que el sistema Sof-Lex presenta mejor eficacia de pulido (0.44 μm) que las gomas de pulido KENDA (0.58 μm), cuya diferencia es estadísticamente significativa ($p < 0.05$). Resultados similares a esta investigación fueron obtenidos en los estudios de Sadeghi y col⁴⁰ (2015) y Schmitt y col⁴¹ (2015). Esto puede deberse a que los discos Sof-Lex poseen tamaño de granos de óxido de aluminio más variados en comparación con el grupo KENDA, siendo el disco azul claro de menor tamaño de grano que las gomas rosadas.

Se pudo determinar que si existe relación entre la cantidad de pasos del sistema de pulido y la rugosidad superficial. Según los resultados obtenidos en esta investigación, se pudo observar que el sistema Multipasos Sof-Lex presentó diferencias estadísticamente significativas en comparación con el sistema de paso único Astrobrush (Tabla 11). Esto pudo deberse a que al pasar de forma ordenada los granos de mayor a menor tamaño, produjo el desgaste de manera homogénea entre la cantidad de matriz orgánica e inorgánica.

Esta investigación demostró que es posible mejorar la eficacia de pulido al combinar varios sistemas. Esto se puede observar en la Tabla 12, en donde al comparar los sistemas multipasos con sistemas combinados, se pudo distinguir que estos últimos eran los más eficaces al minuto de entregar una superficie con menor rugosidad. A excepción del grupo Sof-Lex v/s Sof-Lex + KENDA y el grupo Sof-Lex v/s KENDA + Astrobrush, cuyos diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Por último, por medio de la tabla 13, se pudo comparar la eficacia de los sistemas combinados, en donde se determinó que el sistema que brindan menor rugosidad superficial en las resinas Filtek Z350 es la combinación de Sof-Lex + Astrobrush ($0.18 \mu\text{m}$), esto se puede deber a que el grupo Sof-Lex al ser el sistema que poseer menor tamaño de grano genera una superficie homogénea, el cual es perfeccionado por la escobilla Astrobrush, cuyas granos de diamante permiten desgastar las partículas de relleno sobresalientes.

Es necesario mencionar que los segundos mejores en eficacia de pulido son la combinación de sistemas KENDA + Astrobrush y los sistemas Sof-Lex + KENDA + Astrobrush, los cuales generan una rugosidad superficial media igual a $0.38 \mu\text{m}$. Esta igualdad de resultados se puede deber a que el sistema KENDA presenta granos mayores a los de Sof-Lex, por lo que al pasar este sistema posterior al último disco Sof-Lex, representa un retroceso en el pulido de la superficie final.

11. CONCLUSIONES

Esta investigación da cuenta de la importancia de realizar correctamente el pulido final de las resinas, ya que por medio de esta técnica se puede eliminar la capa inhibida por oxígeno y por ende disminuir la rugosidad superficial, por lo que se puede afirmar la hipótesis inicial de: *“Todas las muestras pulidas presentarán menor rugosidad superficial que las muestras control, sin tratamiento”*.

De los 10 grupos estudiados, se pudo determinar que el sistema con menor eficacia de pulido fueron el grupo de fresas de pulido, siendo éste un sistema de baja eficacia, lo cual se puede deber a su gran tamaño de partícula en comparación con los demás sistemas y a su difícil adaptación a la superficie plana de las muestras en estudio, por lo que su uso debe ser complementado con otro sistema de pulido.

Se puede concluir también que el mejor sistema unitario de pulido es el grupo Sof-Lex, el cual corresponde a un sistema de pulido de buena eficacia, seguido de cerca por los sistemas Astrobrush, KENDA y por último el sellador de resina, Permaseal, estos últimos pertenecientes a los sistemas de mediana eficacia de pulido. De esta forma se puede afirmar la hipótesis inicial: *“El sistema de pulido multipasos Sof-Lex, brindará menor rugosidad superficial sobre las resinas de nanorelleno (Filtek Z350)”*.

A pesar de que los discos Sof-Lex son el sistema unitario que brinda una buena eficacia de pulido, no siempre es posible utilizarlos en las superficies oclusales, por lo que se puede optar por otros sistemas con mejor adaptación a las superficies anatómicas como lo son las gomas KENDA, los cuales corresponden a sistemas de mediana eficacia de pulido.

En el caso de que no se quiere modificar la anatomía de la restauración, ya que quedó bien conformado durante la etapa de tallado con espátulas de composite, existe la posibilidad de utilizar los sistemas unipasos tales como Astrobrush y Permaseal, los cuales pertenecen a los sistemas de mediana eficacia, es decir, brindan menor rugosidad superficial en comparación a una superficie sin pulir, pero generan resultados inferiores en eficacia de pulido en comparación con otros sistemas multipasos. De esta forma se confirma la hipótesis: *“Los sistemas de pulido multipasos generarán una superficial con menor rugosidad superficial, en comparación con aquellos sistemas de un solo paso”*.

Por último, esta investigación también pudo afirmar la hipótesis: *“La combinación de diferentes sistemas de pulido otorgará menor rugosidad superficial que cada uno de ellos por separados”*, ya que de los grupos estudiados, los que presentaron mayor eficacia de pulido fueron aquellos grupos con sistemas combinados, en donde la combinación de ellas brindaron menor rugosidad superficial que cada uno de los sistemas por separado.

Es en este punto donde cabe destacar a la combinación de Sof-Lex + Astrobrush, los cuales presentaron una rugosidad superficial de $0.18 \mu\text{m}$ y siendo la única combinación categorizada con muy alta eficacia. No obstante, en el caso de las caras oclusales se puede optar por otros sistemas combinados que posean mejor adaptación superficial, por ejemplo se sugiere utilizar el sistema KENDA + Astrobrush ya que son combinaciones de alta eficacia de pulido, al igual que los sistemas Sof-Lex + KENDA y el grupo Sof-Lex + KENDA + Astrobrush.

Es posible concluir que todos los sistemas de pulido de resina son eficaces al momento de pulir resina de nanopartícula (Filtek Z350, 3M), a excepción del grupo fresas que corresponde a un sistema con deficiente eficacia de pulido y su uso debe ser combinado con otro sistema, ya que por sí solo brindan una rugosidad superficial mayor a $0.7 \mu\text{m}$, lo cual según Bollen³⁸, esto es clínicamente inaceptable.

En el marco del interés clínico de este estudio, se puede concluir que en superficies lisas tratadas con resina Filtek Z350, el sistema de pulido indicado es Sof-Lex + Astrobrush y para las superficies sinuosas u oclusales, el indicado es KENDA + Astrobrush. Esta conclusión puede ser de interés para la comunidad odontológica, con el objetivo de permitir que las obturaciones de resina presenten mayor longevidad y al mismo tiempo permita optimizar recursos, disminuyendo los fracasos prematuros de las restauraciones.

12. SUGERENCIAS

Se sugiere que en investigaciones posteriores se pueda ampliar la gama de sistemas de pulido en estudio, ya que existe una gran diversidad de marcas comerciales y cada una de ellas brinda un sistema de pulido diferente. Además, también sería interesante poder realizar este mismo estudio con resinas de nanorelleno de distintas casas comerciales, para así evaluar si existen diferencias en la eficacia de pulido de los sistemas ya estudiados.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. García A, Martínez M, Cabanes J, Barjau A, Fos P. Resinas compuestas. Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2006; 11:E215-20.
2. Lamas C, Alvarado S, Angulo de la Vega G. Importancia del acabado y pulido en restauraciones directas de resina compuesta en piezas dentarias anteriores. Reporte de Caso. *Rev Estomatol Herediana*. 2015 Abr-Jun; 25(2):145-151.
3. Oliveira A, Nordi P, Aleixo dos Santos P, Duarte J. Surface roughness and hardness of a composite resin: Influence of finishing and polishing and immersion methods. *Materials Research*. 2010; 13(3): 409-415.
4. Martín J, Moncada G, Serey F, Oyarzún A, Angel P, Oyarzo J, Fernández E. Efecto de cinco sistemas de pulido de resinas compuestas sobre superficie coronaria y radicular. Observación por medio de MEB y microscopía óptica. *Acta Odontológica Venezolana*. 2009 ; 47 (1): 8
5. Sirin E, Bulbul M, Yildiz E, Secilmis A, Sari F, Usumez A. Effects of different polishing methods on color stability of resin composites after accelerated aging. *Dental Materials Journal* 2013; 32(1): 58-67.
6. Scheibe K, Almeida K, Medeiros I, Costa J, Alves C. Effect of different polishing systems on the Surface roughness of microhybrid composite. *J appl Oral Sci*. 2009; 17(1): 21-6.
7. 3M ESPE Dental Products. Perfil Técnico del Producto Filtek. 3M ESPE Restaurador Universal Filtek Z350 2005; Pag 19.
8. Erdemir U, Yildiz E, Mert M, Ozsoy A, Toksoy F. Effects of polishing systems on the Surface roughness of tooth cored materials. *Journal of Dental Sciences* 2013; 8, 160-169.
9. Endo T, Finger W, Kanehira M, Utterodt A, Komatsu M. Surface texture and roughness of polished nanofill and nanohybrid resin composite. *Dental Materials Journal* 2010; 29(2): 213-223.
10. Cilli R, Mattos MCR, Honorio HM, Rios D, de Araujo PA, Prakki A. The role of surface sealants in the roughness of composites after a simulated toothbrushing test. *J Dent*. 2009; 37: 970-977.

11. Gonçalves M, Teixeira V, Rodrigues S. Evaluation of the roughness of composite resins submitted to different Surface treatments. Acta Odontológica Latinoamericana 2012; 25 (1): 89-95.
12. Caselli R. Apunte de Clase, Clase 2: Resinas Compuestas. Chile: Universidad Andrés Bello, Sede Concepción; 2012
13. Henostroza G. Adhesión en Odontología Restauradora, 1era Edición 2009. Editorial Ripano Pag 247-249
14. Rodríguez G, Pereira S. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. Acta Venezolana – Volumen 46 N°3. 2008: 3-4
15. García A, Martínez M, Cabanes J, Barjau A, Fos P., loc. cit.
16. Caselli R. Apunte de estudio, Química básica de las resinas compuestas. Chile: Universidad Andrés Bello, Sede Concepción; 2012.
17. Lopez Z, Pérez V. Materiales Dentales de Restauración. Revista de actualización Clínica 2013; 30: 1502
18. Beros I. Estudio comparativo in vitro de la tracción diametral y dureza superficial entre una resina compuesta fluida y dos cementos de resina de curado dual [Tesis]. Santiago. Universidad de Chile; 2006.
19. 3M ESPE Dental Products., loc. cit.
20. Soluciones Versátiles y Sencillas con resultados estéticos. Filtek™ Filtek Z350 XT Restaurador Universal. 3M ESPE 2010.
21. Erdemir U, Yildiz E, Mert M, Ozsoy A, Toksoy F., loc. cit.
22. Endo T, Finger W, Kanehira M, Utterodt A, Komatsu M., loc. cit.
23. Oliveira A, Nordi P, Aleixo dos Santos P., loc. cit.
24. Caselli R. Clase 11: Abrasión y Pulido. Conceptos Claves en Odontología Moderna. Biomateriales Odontológicos I. Chile. Universidad Andrés Bello, Sede Concepción; 2012
25. Herrera E. Fracaso de la Adhesión. Avances en Odontología 2005; 21 (2): 63
26. Martín J, Moncada G, Serey F, Oyarzún A, Angel P, Oyarzo J, Fernández E., loc. cit.
27. Kenda Dental Polisher. Catálogo de productos Kenda Dental Polisher [Internet]. Edición 03/2015. Pag 15. [1 de Mayo de 2016]. Disponible en: https://issuu.com/kenda-dental/docs/cat_logos_de_productos

28. Dentsply. Instrucciones de Uso Español. Enhance. Sistema para acabado y pulido [Internet]. USA 2004. [3 de Mayo de 2016]. Disponible en: [http://www.dentsplyargentina.com.ar/Enhance_Spanish\[1\].pdf](http://www.dentsplyargentina.com.ar/Enhance_Spanish[1].pdf)
29. Denstply. Director de Uso PoGo™. One Step Diamond Micro-Polisher. [Internet] Denstply. [3 de Mayo de 2016]. Disponible en: http://www.dentsply.es/DFU/esp/PoGo_esp.pdf
30. Caselli R. Clase: Equipamiento e Instrumental Rotatorio. Unidad temática 2: Equipamiento e Instrumental Rotatorio. Biomateriales Odontológicos I. Chile. Universidad Andrés Bello, Sede Concepción 2012
31. 3M ESPE. Perfil técnico del producto. Sof-Lex™ Sistema de Terminación y Pulido [Internet]. 3M ESPE 2016. Pag 7. [1 de Mayo de 2016]. Disponible en: <http://multimedia.3m.com/mws/media/180294O/sof-lextm-technical-profile.pdf>
32. Ivoclar Vivadent. Instrucción del modo de uso de Astrobrush. Ivoclar Vivadent Clinical. [Internet] Ivoclar Vivadent 2016. Pag 2. [1 de Mayo de 2016]. Disponible en: <http://www.ivoclarvivadent.com/en/products/clinical-accessories-instruments/polishing-systems/astrobrush>
33. Ultradent Products, INC. Página Productos Permaseal: Penetrating Composite Sealer [Internet]. Ultradent Products, INC 2015. [5 de Mayo de 2016]. Disponible en: <https://www.ultradent.com/en-us/Dental-Products-Supplies/Finish/Composite-Sealer/PermaSeal/Pages/default.aspx?sku=631->
34. Heirriko E. Apunte de clase: Módulo IV: Metrología Dimensional. Tema 17: Metrología del acabado superficial. Tecnología Mecánica. [Internet] Depto de Ingeniería Mecánica. Universidad del País Vasco. [1 de Mayo de 2016]. Disponible en: http://www.ehu.eus/manufacturing/docencia/745_ca.pdf
35. Rubio H. Apunte de clases: Rugosidades Superficiales. Diseño mecánico. [Internet] Universidad Carlos III de Madrid. [1 de Mayo de 2016] Disponible en: http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/disenio-mecanico-1/material_clase/ocw_rugosidades
36. Ingeniería Industrial y Marítima. S. de R.L de C.V. Apunte: Preparación de Superficies con Abrasivos. [Internet] S. de R.L de C.V 2008. [1 de Mayo de 2016] Disponible en: <http://slideplayer.es/slide/1110846/>
37. Castro L. Rugosímetros: Herramientas Sencillas para Grandes Resultados. Herramientas. Metal Actual.[Internet] Vol 44. [2 de Mayo de 2016]. Disponible en: <http://www.metalactual.com/revista/14/Rugosimetro.pdf>

38. Endo T, Finger W, Kanehira M, Utterodt A, Komatsu M., op. cit. 221
39. Ryba TM, Dunn WJ, Murchison DF. Surface roughness of various packable composite. *Oper Dent.* 2002; 27:2437
40. Sadeghi M, Deljoo Z, Bagheri R. The Influence of Surface Polish and Beverages on the Roughness of Nanohybrid and Microhybrid Resin Composites. *Journal of Dental Biomaterials.* 2016; 3 (1)
41. Schmitt V, Nahsan F, Naufel F, Vaez S, Andade G, Baseggio W. Polishing Techniques effect on Microhybrid, nanohybrid and nanofilled composite color and surface roughness stability. *Biosci. J., Uberlândia* 2016 Jan./Feb; 32 (1): 262-271.
42. Gonçalves M, TeixeiraV, Rodrigues S. Evaluation of the roughness of composite resins submitted to different Surface treatments. *Acta Odontológica Latinoamericana* 2012; 25 (1): 89-95
43. Lopes M, Saquy P, Moura S, Wnah L, Graciano F, Correr L, Gonini A. Effect of Different surface penetrating sealants on the roughness of a nanofiller composite resin". *Brazil. Dent J* 2012; 23(6): 692-69.
44. Gómez S, Noriega M, Guerrero J, Borges A. Evaluación in vitro de la microdureza superficial de diferentes resinas comerciales, frente a la acción de una bebida gaseosa. *Revista Odontológica Mexicana.* 2010 Marzo; 14 (1): 8-14.

ANEXOS

ANEXO 1



Carta para la autorización del director de Escuela, Facultad de Odontología, Universidad Andrés Bello Sede Concepción.

Señor Director de Escuela de Odontología

Dr. Nelson Dinamarca Palma:

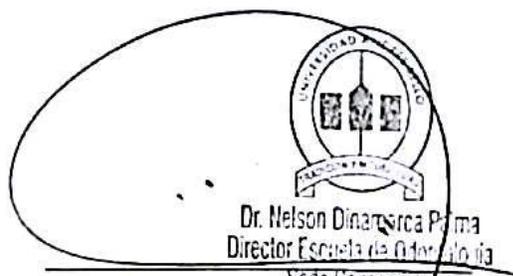
Junto con saludar y esperando que se encuentre bien, me dirijo a usted con el propósito de solicitar su autorización para poder enviar el proyecto de investigación de la interna Pi-Shan Lai Tsai, al comité de ética. Esta investigación, titulado "Comparación de la rugosidad superficial de restauraciones de resinas nanorelleno (Filtek Z350) según las diferentes técnicas de pulido: Estudio in vitro, se realizará con muestras confeccionadas de composite Filtek Z350 (3M, ESPE) en las dependencias de la universidad, pero no causará inconvenientes ni alterará la dinámica ni el funcionamiento normal del establecimiento.

Los resultados de esta investigación serán entregados personalmente a usted, quedando abierta la posibilidad de ser publicada en revistas científicas o expuestos en jornadas de investigación.

Este estudio está siendo guiado por docentes de nuestra Facultad de Odontología, Sede Concepción, Dr. Patricio Cabezas y la Dra. Alexandra Torres.

Esperando su buena recepción,

Saluda atte



Dr. Nelson Dinamarca Palma
Director Escuela de Odontología
Sede Concepción
Dr. Nelson Dinamarca
Director de Escuela de Odontología,
UNAB Sede Gran Concepción

ANEXO 2



CARTA AL COMITE DE BIOÉTICA

Estimados miembros del Comité de Bioética:

Junto con saludarles, me dirijo a ustedes con el propósito de solicitar su autorización como Interna de la carrera de Odontología de la Universidad Andrés Bello, sede Concepción; para realizar mi proyecto de investigación "Comparación de la rugosidad superficial de restauraciones de resinas nanorelleno (Filtek Z350) según las diferentes técnicas de pulido: Estudio in vitro". Este estudio se realizará con muestras confeccionadas de composite Filtek Z350 (3M, ESPE) en las dependencias de la universidad.

Este estudio está siendo guiado por docentes de nuestra Facultad de Odontología, Sede Concepción, Dr. Patricio Cabezas y la Dra. Alexandra Torres.

Esperando su buena recepción,
Saluda atte

		
Dra Alexandra Torres Profesor Guía	Dr Patricio Cabezas Profesor Tutor	Pi-Shan Lai Tsai Investigador

ANEXO 3

Carta Compromiso del Investigador, que presenta proyectos de Investigación al Comité de Bioética de la Facultad de Odontología de la Universidad Andrés Bello

Yo Pi-Shan Lai Tsai, Investigadora del proyecto de Investigación Comparación de la rugosidad superficial de restauraciones de resinas nanorelleno (Filtek Z350) según las diferentes técnicas de pulido: Estudio in vitro, mediante la suscripción del presente documento declaro que:

- La investigación propuesta no constituye una duplicación innecesaria de investigaciones previas.
- Todas las personas bajo mi supervisión y responsabilidad que participan en los procedimientos con los sujetos de investigación, trabajarán de acuerdo con las normas y reglas éticas vigentes nacionales e internacionales.
- No tengo conflictos de interés actual, y me comprometo a declarar ante el comité todos aquellos potenciales conflictos de interés que surjan durante el desarrollo de la investigación, con cualquiera de los involucrados.
- He revisado la literatura científica y bases de datos pertinentes sin encontrar procedimientos válidos alternativos, y no estoy en condiciones de desarrollarlos.
- Los antecedentes presentados en este Protocolo incluyen la totalidad de los procedimientos propuestos en el Proyecto para los sujetos de investigación humanos y/o animales.

- Me comprometo a solicitar y obtener la aprobación del Comité de Bioética de la Facultad, antes de iniciar CUALQUIER cambio al Protocolo aprobado, sea de procedimientos como de personal.
- Comunicaré a la brevedad al Comité cualquier evento adverso que se presente durante la ejecución de la investigación propuesta. (Anexo 4).
- Me comprometo a garantizar que los datos entregados sean íntegros y confiables, cumpliendo con el protocolo autorizado.

FirmaFecha:

ANEXO 4

PROTOCOLO PRESENTACIÓN A COMITÉ DE TRABAJOS CON MANEJO DE DATOS EN HUMANOS EN PROYECTOS CIENTÍFICOS

Investigador: Pi-Shan Lai Tsai

I. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

1. **Título del proyecto:** Comparación de la rugosidad superficial de restauraciones de resinas nanorelleno (Filtek Z350) según las diferentes técnicas de pulido: Estudio in vitro
2. **Docentes o alumnos responsables:** Pi-Shan Lai Tsai.
3. **Tutor a cargo:** Dr. Patricio Cabezas Osorio.
4. **Carrera:** Odontología
5. **Asignatura:** Proyecto de Investigación
6. **Teléfono:** +56 9 90774456
Email: pishanlai@gmail.com
7. **Participantes del proyecto:** Dra. Alexandra Torres y Sr. Juan Quijada.

II. ANTECEDENTES DEL LUGAR DE OBTENCIÓN DE DATOS

- Clínica Odontológica, Sede Concepción.
- Taller de Ingeniería Marina Mercante, Sede Concepción.

III. PROPÓSITO DE LA INVESTIGACIÓN:

Esta investigación se fundamenta en la necesidad clínica de mejorar la eficacia de pulido en las restauraciones, por lo que se busca identificar la técnica que permita obtener una superficie con menos rugosidad superficial, aumentando la longevidad del material y por ende el éxito del tratamiento.

Su aplicación en el ámbito de la odontología permitirá optimizar recursos, disminuyendo los fracasos prematuros de las restauraciones, además de otorgar mayor respaldo científico a los diversos pasos clínicos que se deben respetar al confeccionar una restauración directa con resina.

IV. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EXPERIMENTO

Las 50 Muestras de resina nanoparticulado (Filtek Z350, 3M ESPE) se confeccionarán a partir de una llave de silicona cilíndrica de 8 mm de diámetro y 1 cm de alto. Para la aplicación y correcta compactación de composite en los cilindros, se utilizará una espátula de composite (Espátula XTS Goldstein Flexi-Thin #2, Hu Friedy). En las últimas capas incrementales se utilizará un pincel con adhesivo Adaper™ Single Bond 2 (3M ESPE) para lograr un correcto modelado de la superficie final. Se fotopolimerizará cada incremento por 20 seg, con una lámpara LED de fotocurado de 1.000 mW/cm² (Lámpara Coltolux LED, Coltene).

Las muestras ya polimerizadas serán retiradas de la llave de silicona y distribuidas de forma aleatoria simple en 8 grupos de 5 muestras cada una y se le aplicarán las diferentes técnicas de pulido según indicación de fabricante, siempre pasando del grano mayor al menor. La técnica de pulido se realizará en movimientos anteroposteriores por 30 seg; se identificará la zona anterior con una muesca. En cada cambio de grano se lavará las muestras con un chorro de spay-agua por 5 segundos.

En el caso del Pearmaseal, se aplicará una fina capa de material sobre la muestra y se pincelará de forma homogénea, posteriormente se aplicará suavemente un chorro de aire y fotopolimerizará por 20 seg.

La rugosidad superficial (R_a) será determinada por medio del rugosímetro (SURFTEST-III, Mitutoyo. Tokyo, Japón), cuya punta de diamante recorrerá 0.08 mm de la muestra a una velocidad de 2 mm/seg y a una temperatura ambiental de 20°C. Se realizará 5 mediciones por cada muestra, los cuales serán medidos en μm .

Los datos recolectados serán analizados por medio del programa SPSS versión 24.

V. REQUERIMIENTOS ESPECIALES

- 5 tubos de resina nanoparticulado Filtek Z350 (3M ESPE)
- 1 Porción de Silicona por Condensación Masilla y catalizador Speedex (Coltene)
- 15 juegos de discos Sof-Lex (3M ESPE). (Azul Oscuro, Azul, Azul Claro)
- 3 juego de gomas de pulido KENDA G.C.I (Kenda Dental Polisher)
- 1 juego de fresas de pulido (Rojo, Amarillo y Blanco)
- 3 Astrobrush (Ivoclar Vivadent)

- 1 tubo de Permaseal (Ultradent)
- 5 puntas de pincel
- 1 Espátula XTS Goldstein Flexi-Thin #2, Hu Friedy
- 1 Adhesivo Single Bond 2™ (3M ESPE)
- 1 Rugosímetro SURFTEST- III (Mitutoyo, Tokyo, Japón)

ANEXO 5



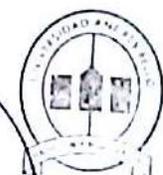
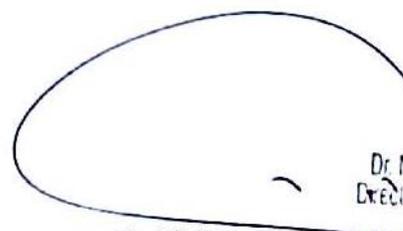
Concepción, 2 de Septiembre 2016

CERTIFICADO

El Comité Ético Científico de la Escuela de Odontología de la Universidad Andrés Bello sede Concepción, certifica que el proyecto de investigación "**COMPARACION DE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL DE RESTAURACIONES DE RESINAS NANORELLENO (FILTEK Z350) SEGÚN LAS DIFERENTES TECNICAS DE PULIDO: ESTUDIO IN VITRO**", del estudiante interno **SRTA. LAI TSAI PI-SHAN**, bajo tutoría del **Dr. Patricio Cabezas Osorio**, ha sido **Aprobado** después de una revisión exhaustiva y de las observaciones planteadas por este Comité, comentadas en sesiones plenarias las cuales fueron debidamente aclaradas o implementadas según lo informado por los investigadores.

En virtud de lo anterior, en este acuerdo, se estableció de forma unánime la implementación de la investigación, refrendándose en la sesión de fecha 02 de Septiembre. Sin desmedro de lo anterior, cualquier cambio posterior en el transcurso del estudio, deberá ser informado formalmente a este Comité, para su re-evaluación y nueva aprobación.

Observaciones:



Dr. Nelson Dinamarca Palma
Director Escuela de Odontología
Sede Concepción

Dr. Nelson Dinamarca Palma.
Comité Ético Científico
Universidad Andrés Bello
Facultad de Odontología
Sede Concepción

ANEXO 6

CURRICULUM VITAE DEL INVESTIGADOR

ANTECEDENTES PERSONALES

Nombre: Pi-Shan Lai Tsai

Rut: 18.405.582-1

E-mail: pishanlai@gmail.com

Teléfono: +56 9 90774456

Dirección: O'Higgins 1564, Dept 301, Concepción, Chile

Fecha y lugar nacimiento: 11/01/1993, Concepción, Chile

País de nacionalidad: Chilena -Taiwanesa

Género: Femenino

FORMACIÓN DE EDUCACIÓN BASICA

Saint John's School, Concepción, Chile (1999 - 2006)

FORMACIÓN DE EDUCACIÓN ENSEÑANZA MEDIA

Saint John's School, Concepción, Chile (2007 - 2010)

Año egreso: 2010

FORMACION ACADEMICA

Diplomado Bachillerato Internacional (IB) (2010)

Licenciada en Odontología, Universidad Andrés Bello (2015)

Interna de Odontología, Universidad Andrés Bello (2016)

DOMINIO DE IDIOMAS

- Ingles
- Español
- Chino Mandarín

ANEXO 7

CRONOGRAMA

Actividad	Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Sept				Octubre				Nov			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Ajuste del Planteamiento del Problema.	■	■	■	■																												
Marco Referencial (más completo y definitivo).					■	■	■																									
Ajustes de Metodología de Trabajo.									■	■	■	■	■	■	■																	
Aprobación de Autoridades																	■															
Comités de Evaluación																					■											
Estudio de la disponibilidad de los sujetos a investigar																					■	■	■									
Proceso de validación de los instrumentos.																									■							
Aplicación piloto de los instrumentos.																									■							
Recolección de datos.																									■	■	■	■				
Conclusiones y discusión de los resultados.																													■	■	■	
Entrega definitiva del informe de Tesis.																															■	■