

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL: ESTOMATOLOGÍA



Tesis

**Comparación de la rugosidad de resinas Kerr Neofil Composite *in vitro* tras la
exposición a diferentes agentes blanqueadores, Abancay – 2024**

Asesor:

Dra. Meza Salcedo, Rocío

Autor:

Caychihua Alcarraz, Gian Franco

Para optar el título profesional de: Cirujano Dentista

Abancay – Apurímac – Perú

2025

Reporte de Similitud



15% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...




Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 12%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 12%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Metadatos

Datos del autor	
Apellidos y nombres	Caychihua Alcarraz, Gian Franco
Tipo de Documento de Identidad	DNI
Número de Documento de Identidad	70152865
URL ORCID	https://orcid.org/0009-0006-5660-8412
Datos de asesor	
Apellidos y nombres	Dra. Meza Salcedo, Rocío
Tipo de Documento de Identidad	DNI
Número de Documento de Identidad	41068363
URL ORCID	https://orcid.org/0000-0003-0538-9177
Datos de investigación	
Facultad	Ciencias de la Salud
Escuela profesional	Estomatología
Línea de investigación	Salud Pública Estomatológica
Rango de años en que se realizó la investigación	2024-2025
Fuente de financiamiento	Autofinanciado
Porcentaje de similitud	15%
URL DE OCDE	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.02.14

Dedicatoria

A Dios, a mi amada abuelita, "Mama Lila", así como a mis tíos Priscila y Edgar, cuyo recuerdo desde el cielo me inspira profundamente. Su apoyo y enseñanzas han sido bases esenciales en mi vida, y este logro es un homenaje a su legado perdurable.

Agradecimiento

A mi asesora, la Dra. Rocío Meza Salcedo, quien con su apoyo constante, paciencia y compromiso hizo posible este proceso. También estoy muy agradecido con mis padres; su amor y respaldo incondicional han sido fundamentales para que pueda llegar hasta aquí. Este logro es tanto mío como de ellos.

Resumen

La investigación tuvo como objetivo evaluar cómo afectan distintos agentes blanqueadores la rugosidad superficial de las resinas compuestas Kerr NeoFil, a través de pruebas realizadas in vitro en Abancay durante el año 2024. Para ello, se utilizaron 111 discos de resina Kerr NeoFil Composite, que fueron asignados aleatoriamente a tres grupos: un grupo control tratado con suero fisiológico, y dos grupos experimentales, uno con peróxido de carbamida al 22% y otro con peróxido de hidrógeno al 35%. La rugosidad superficial se midió antes y después de la aplicación de los agentes blanqueadores, utilizando métodos de observación sistemática y registros validados por expertos. Se aplicaron las pruebas estadísticas de Wilcoxon y U de Mann-Whitney para el análisis de los datos. Los resultados indicaron que inicialmente la rugosidad de las resinas era baja, con un valor promedio de 0,29350 μm . Después del tratamiento, ambos agentes blanqueadores causaron un aumento significativo en la rugosidad; el peróxido de carbamida al 22% elevó la media de 0,25735 μm a 0,33890 μm , mientras que el peróxido de hidrógeno al 35% incrementó la media de 0,32777 μm a 0,44627 μm . Estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($p < 0,001$), destacándose que el efecto del peróxido de hidrógeno fue el más marcado. En conclusión, tanto el peróxido de carbamida al 22% como el peróxido de hidrógeno al 35% aumentan la rugosidad superficial de las resinas compuestas Kerr NeoFil, siendo el impacto del peróxido de hidrógeno mayor.

Palabras clave: resinas compuestas Kerr NeoFil, agentes blanqueadores, rugosidad superficial, in vitro

Abstract

The thesis focused on determining the impact of various bleaching agents on the surface roughness of Kerr NeoFil composite resins through *in vitro* tests conducted in Abancay in 2024. For this purpose, 111 Kerr NeoFil composite resin discs were randomly distributed into three groups: a control group (saline solution) and two experimental groups treated with 22% carbamide peroxide and 35% hydrogen peroxide, respectively. Surface roughness was evaluated before and after exposure to the bleaching agents, using systematic observation techniques and records validated by experts. For statistical analysis, the Wilcoxon and Mann-Whitney U tests were applied. The results showed that the initial surface roughness of the resins was low, with a mean of 0.29350 μm . After applying the bleaching agents, both treatments caused a significant increase in roughness. The 22% carbamide peroxide raised the mean from 0.25735 μm to 0.33890 μm , while the 35% hydrogen peroxide increased it from 0.32777 μm to 0.44627 μm . Statistically significant differences were observed ($p < 0.001$), highlighting that 35% hydrogen peroxide produced the most pronounced change. In conclusion, both 22% carbamide peroxide and 35% hydrogen peroxide increase the surface roughness of Kerr NeoFil composite resins, with a more pronounced effect seen for hydrogen peroxide.

Keywords: composite resins, Kerr NeoFil, whitening agents, surface roughness, *in vitro*

Índice General

Portada.....	i
Acta de sustentación	ii
Reporte de Similitud.....	iii
Metadatos	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
Índice General.....	ix
Índice de Tablas	xii
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Anexos	xiv
I. Introducción	15
II. Problema de Investigación.....	16
2.1. Descripción y formulación del problema.....	16
2.1.1. Problema General	18
2.1.2. Problemas Específicos	18
2.2. Objetivos	19
2.2.1. Objetivo General.....	19
2.2.2. Objetivos Específicos	19
2.3. Justificación e Importancia	19
2.4. Hipótesis.....	21
III. Marco teórico	22

3.1. Antecedentes	22
3.2. Bases teóricas	29
3.2.1. Rugosidad superficial	29
3.2.2. Blanqueamiento dental	33
3.2.3. Resinas compuestas	41
3.2.4. Resinas compuestas Kerr Neofil composite	45
3.3. Definición de términos	48
IV. Metodología	50
4.1. Tipo y nivel de investigación	50
4.2. Operacionalización de variables	50
4.2.1. Variable 1.....	50
4.2.2. Variable 2.....	50
4.2.3. Matriz de Operacionalización de las variables.	51
4.3. Población y muestra	52
4.3.1. Población	52
4.3.2. Muestra	52
4.3.3. Técnicas	53
4.3.4. Instrumentos de Recolección de Datos.....	53
4.4. Validación y confiabilidad de los instrumentos	53
4.4.1. Métodos de Presentación de Datos	54
4.5. Procedimiento	54
4.6. Análisis de Datos.....	55

V.	Resultados y discusión	56
5.1.	Análisis descriptivo	56
5.2.	Análisis inferencial.....	57
5.2.1.	Prueba de normalidad	57
5.2.2.	Comparación de hipótesis general	58
5.2.3.	Comparación de la hipótesis 1	59
5.2.4.	Comparación de la hipótesis 2.....	60
5.3.	Discusión.....	61
VI.	Conclusiones	65
VII.	Recomendaciones	66
VIII.	Referencias	67
IX.	Anexos	74

Índice de Tablas

Tabla 1. “Análisis de la Rugosidad Promedio (Ra) Expresada en Micrómetros (μm).”	32
Tabla 2. Marcas y Presentaciones de PH al 35% Utilizadas en Blanqueamiento Dental en Consultorio	40
Tabla 3. Marcas y Presentaciones de Peróxido de carbamida al 16%, Blanqueamiento Dental en domicilio	41
Tabla 4. Composición, Usos y Propiedades de la Resina Kerr Neofil Composite en Odontología Restauradora	47
Tabla 5. Operacionalización de las variables.	51
Tabla 6. Rugosidad inicial de resinas kerr neofil composite <i>in vitro</i> antes la exposición a diferentes agentes blanqueadores.	56
Tabla 7. Pruebas de normalidad Kolmogórov-Smirnov rugosidad inicial de resinas kerr neofil composite <i>in vitro</i> tras la exposición a diferentes agentes blanqueadores.	57
Tabla 8. Prueba de Wilcoxon de rugosidad inicial y final de resinas kerr neofil composite <i>in vitro</i> tras la exposición a diferentes agentes blanqueadores.	58
Tabla 9. Prueba de Wilcoxon y Mann-Whitney rugosidad inicial y final de resinas kerr neofil <i>in vitro</i> tras la exposición a diferentes agentes blanqueadores.	58
Tabla 10. Prueba de Wilcoxon rugosidad inicial y final de resinas kerr neofil composite <i>in vitro</i> tras la exposición al peróxido de carbamida 22%	59
Tabla 11. Prueba de Wilcoxon de rugosidad inicial y final de resinas kerr neofil composite <i>in vitro</i> tras la exposición al peróxido de carbamida 22%	59
Tabla 12. Prueba de Wilcoxon de rugosidad inicial y final de resinas kerr neofil composite <i>in vitro</i> tras la exposición al peróxido de hidrogeno 35%.	60
Tabla 13. Prueba de Wilcoxon de rugosidad inicial y final de resinas kerr neofil composite <i>in vitro</i> tras la exposición al peróxido de hidrogeno 35%.	60

Índice de Figuras

Figura 1. Instrumentos rugosímetros para medir la rugosidad superficial. ⁽¹⁸⁾	30
Figura 2. Rugosidad media aritmética (Ra). ⁽¹⁹⁾	31
Figura 3. Altura promedio de las irregularidades (Rz). ⁽²¹⁾	33
Figura 4. Materiales de elaboración de discos y pulido	83
Figura 5. Confesión de los discos de resina Kerr Neofil Composite.	83
Figura 6. Aplicación de Luz UV para Fotocurado de la resina.	84
Figura 7. Agentes bloqueadores (peróxido de carbamida 22% y peróxido de hidrógeno 35%)..	84
Figura 8. Agrupación de muestras, peróxido de carbamida al 22%	85
Figura 9. Aplicación de Peróxido de Carbamida al 22%.	85
Figura 10. Agrupación de muestras, peróxido de hidrógeno al 35 %.	86
Figura 11. Agrupación de muestras y aplicación de Peróxido de hidrógeno al 35%.	86
Figura 12. Proceso de medición de la rugosidad inicial y final de las muestras expuestas al peróxido de carbamida 22% y peróxido de hidrógeno 35%.....	87

Índice de Anexos

Anexo 1. Matriz de consistencia.....	75
Anexo 2. Instrumento de recolección de datos.....	76
Anexo 3. Resultados de laboratorio.....	77
Anexo 4. Evidencias fotograficas.....	83

I. Introducción

Las resinas compuestas se emplean comúnmente en la odontología restauradora gracias a sus cualidades estéticas y funcionales, que facilitan la restauración adecuada de la forma y función dental con resultados favorables. ⁽¹⁰⁾ La superficie de estas resinas, en especial su rugosidad, representa un aspecto fundamental que afecta la adhesión de placa bacteriana, la estética y la resistencia de las restauraciones.

Adicionalmente, los compuestos blanqueadores empleados en odontología, específicamente el PC y el PH, se utilizan comúnmente para realzar la apariencia dental mediante la remoción de pigmentaciones y alteraciones cromáticas superficiales. ⁽²¹⁾ Sin embargo, la interacción con los materiales restauradores puede modificar las características superficiales de las resinas compuestas, afectando potencialmente su desempeño clínico.

El aumento de la rugosidad en la superficie favorece la fijación bacteriana y la formación de manchas, afectando la resistencia y el aspecto visual de las restauraciones. Por ello, es fundamental evaluar cómo los diferentes agentes blanqueadores afectan estas propiedades para prevenir posibles daños y optimizar los tratamientos dentales. Asimismo, seleccionar correctamente el agente blanqueador y la concentración apropiada resulta fundamental para reducir los impactos negativos en los materiales dentales.

Esta investigación busca aportar evidencia científica que respalde la selección de tratamientos blanqueadores en pacientes con restauraciones de resina compuesta, comparando el impacto de diferentes agentes sobre la rugosidad superficial de la resina Kerr NeoFil Composite. Este estudio es vital para comprender cómo dichos tratamientos afectan la integridad de las restauraciones y para orientar adecuadamente la elección de los agentes blanqueadores.

II. Problema de Investigación

2.1. Descripción y formulación del problema

La odontología restauradora ha avanzado notablemente en los últimos años, facilitando la recuperación estética y funcional de dientes a través del empleo de resinas compuestas. Estos materiales, por sus propiedades físicas y ópticas, se han convertido en la primera elección para restauraciones directas en todo el mundo. Sin embargo, la durabilidad y el comportamiento clínico de las resinas dependen en gran medida de sus características superficiales, especialmente la rugosidad, esto afecta la formación de placa, la coloración y la durabilidad de las restauraciones.⁽¹⁾

Actualmente, la demanda de tratamientos estéticos como el blanqueamiento dental ha aumentado considerablemente, siendo el PC y el PH, los agentes más utilizados a nivel mundial. Numerosos estudios indican que estos agentes pueden alterar las propiedades superficiales de las resinas compuestas, elevando su rugosidad y afectando su integridad y apariencia estética. A pesar de los avances investigativos, sigue existiendo incertidumbre sobre el impacto real de estos tratamientos en diversos tipos de resinas, presentando resultados variables según la marca y composición del material restaurador.⁽²⁾

Aunque se han llevado a cabo investigaciones a nivel global sobre los agentes blanqueadores dentales como el peróxido de carbamida y el peróxido de hidrógeno, han surgido inquietudes por sus efectos en las resinas compuestas usadas en odontología restauradora. Estudios en países como Estados Unidos, Brasil y España revelan que estos agentes aumentan la rugosidad superficial y reducen la microdureza de las resinas compuestas, lo que contribuye a la acumulación de placa, desgaste temprano y pérdida de la integridad estética y funcional del material restaurador.⁽³⁾⁽²⁾ Además, investigaciones en universidades de Alemania y Japón han evidenciado que estos cambios afectan la interacción

adhesiva entre la resina y el esmalte dental, comprometiendo la durabilidad de las restauraciones tras los tratamientos de blanqueamiento.^{(3) (4) (5)}

Por otro lado, centrándonos en la coyuntura peruana tenemos que mencionar estudio realizado por Bazán p. (2023) Se comparó el cambio de color en resinas microhíbridas y nanohíbridas pigmentadas después de la aplicación de PH y PC, evidenciando que ambas resinas sufren variaciones significativas en su tono, siendo las nanohíbridas las más afectadas.⁽¹⁰⁾

Particularmente en Abancay, la situación se agrava por la escasez de investigaciones específicas y la limitada disponibilidad de tecnología avanzada para el análisis de materiales dentales. La resina compuesta es ampliamente utilizada en la región debido a su accesibilidad y desempeño clínico, pero no existen estudios que evalúen cómo la exposición a diferentes agentes blanqueadores afecta su rugosidad superficial bajo condiciones controladas. Esta carencia de información representa un desafío para los odontólogos locales, quienes deben garantizar la durabilidad y estética de las restauraciones en un entorno donde el acceso a recursos es restringido.

Por lo tanto, dada la problemática mencionada, resulta necesario estudiar y comparar el impacto de los principales tratamientos blanqueadores en la rugosidad superficial de la resina Kerr NeoFil Composite, a través de un estudio in vitro llevado a cabo en Abancay. Los hallazgos de esta investigación guiarán la práctica clínica y facilitarán la selección correcta para conservar la integridad y resistencia de las restauraciones en la comunidad local.

Las resinas compuestas, como la Kerr NeoFil, son muy apreciadas en odontología debido a su mezcla de estética, fuerte adhesión a los tejidos dentales y gran resistencia mecánica. No obstante, la interacción con agentes blanqueadores puede comprometer su estructura y apariencia. Numerosos estudios evidencian que la exposición a estos agentes

puede aumentar la rugosidad superficial de las resinas, favoreciendo la acumulación de biopelícula bacteriana y elevando el riesgo de aparición de caries y enfermedades periodontales. La fórmula nanohíbridas de Kerr NeoFil ofrece una superficie suave y altamente pulible, pero aun así puede verse afectada por estos cambios superficiales tras el contacto con agentes blanqueadores.

Resulta fundamental analizar cómo los agentes blanqueadores afectan la integridad de las resinas compuestas. Disponer de este conocimiento es crucial para que los odontólogos elijan tratamientos seguros y eficaces, garantizando la salud bucal prolongada de sus pacientes.

2.1.1. Problema General

¿Cuál es el efecto en la rugosidad de resinas Kerr Neofil Composite *in vitro* tras la exposición a diferentes agentes blanqueadores, Abancay – 2024??

2.1.2. Problemas Específicos

- a. ¿Cuál es la rugosidad superficial de las resinas compuestas Kerr NeoFil Composite *in vitro* tras la exposición a diferentes agentes blanqueadores, Abancay – 2024?
- b. ¿Qué cambio se observó en la rugosidad superficial de las resinas compuestas Kerr NeoFil Composite *in vitro* tras la aplicación del agente blanqueador peróxido de carbamida al 22%, Abancay – 2024?
- c. ¿Qué cambio se presentó en la rugosidad superficial de las resinas compuestas Kerr NeoFil Composite *in vitro* tras la aplicación del agente blanqueador peróxido de hidrógeno al 35%, Abancay – 2024?
- d. ¿Cuál de los agentes blanqueadores indujo un cambio más significativo en la rugosidad superficial de las resinas compuestas Kerr NeoFil Composite *in vitro*, Abancay – 2024?

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo General

Comparar el efecto de diferentes agentes blanqueadores en la rugosidad de las resinas Kerr NeoFil Composite *in vitro*, Abancay – 2024.

2.2.2. Objetivos Específicos

- a. Determinar la rugosidad superficial de las resinas compuestas Kerr NeoFil Composite *in vitro* antes de la exposición a los agentes blanqueadores, Abancay – 2024.
- b. Evaluar el cambio en la rugosidad superficial de las resinas compuestas Kerr NeoFil Composite *in vitro* tras la aplicación del agente blanqueador peróxido de carbamida al 22%, Abancay – 2024.
- c. Evaluar el cambio en la rugosidad superficial de las resinas compuestas Kerr NeoFil Composite *in vitro* tras la aplicación del agente blanqueador peróxido de hidrógeno al 35%, Abancay – 2024.
- d. Identificar cuál de los agentes blanqueadores induce un cambio más significativo en la rugosidad superficial de las resinas compuestas Kerr NeoFil Composite *in vitro*, Abancay – 2024.

2.3. Justificación e Importancia

Conveniencia:

La relevancia de escoger agentes blanqueadores adecuados reside en conservar la salud y longevidad de las restauraciones dentales. Este estudio proporcionará evidencia concreta sobre los agentes que provocan alteraciones significativas en la rugosidad superficial de las resinas compuestas, entregando a los odontólogos herramientas para elegir tratamientos que minimicen riesgos y optimicen la estética restauradora.

Relevancia social:

La apariencia dental influye de forma significativa en la autoestima y en cómo las personas son percibidas socialmente. Al ofrecer información clara sobre los efectos de los blanqueadores en las resinas, se empodera a los pacientes a tomar decisiones informadas sobre sus tratamientos. Esto no solo optimiza la experiencia del paciente, sino que además fortalece el vínculo de confianza entre el odontólogo y su paciente.

Implicancias prácticas:

Los resultados de este estudio tendrán aplicaciones prácticas directas en la clínica dental. Proporcionarán a los odontólogos pautas sobre el uso de blanqueadores y su efecto en los materiales restauradores, lo que permitirá mejorar la calidad del tratamiento y reducir el riesgo de complicaciones asociadas, como caries o enfermedades periodontales.

Valor teórico:

Esta investigación contribuirá al conocimiento en odontología restauradora, ampliando la comprensión sobre la interacción entre agentes blanqueadores y materiales dentales. Los resultados obtenidos constituirán un fundamento sólido para investigaciones futuras, aportando información valiosa que enriquecerá la literatura científica acerca del comportamiento de las resinas compuestas cuando son sometidas a tratamientos estéticos.

Utilidad metodológica:

La metodología empleada en este estudio asegurará no solo datos exactos sobre la rugosidad superficial de las resinas compuestas, sino que también podrá ser replicada en futuros estudios. Esto facilitará comparaciones con otros materiales y técnicas, promoviendo un enfoque riguroso y sistemático en la odontología restauradora y estética.

La delimitación espacial:

Los resultados pueden no ser aplicables a clínicas dentales con diferentes protocolos de tratamiento o condiciones ambientales. La delimitación temporal, se realizará durante el

año 2024, lo que significa que los hallazgos reflejarán las tendencias y prácticas actuales en el uso de blanqueadores y resinas compuestas en ese periodo. Los resultados podrían no ser relevantes en contextos futuros o en períodos donde las prácticas cambien.

2.4. Hipótesis

Hipótesis general

Existen diferencias en la rugosidad superficial de las resinas Kerr NeoFil composite al utilizar peróxido de carbamida al 22 % y peróxido de hidrógeno al 35 %, en Abancay-2024.

Hipótesis específicas

- a. Existen diferencias en la rugosidad superficial de las resinas Kerr NeoFil composite al utilizar peróxido de carbamida al 22 %, en Abancay-2024.
- b. Existen diferencias en la rugosidad superficial de las resinas Kerr NeoFil composite al utilizar peróxido de hidrógeno al 35 %, en Abancay-2024.

III. Marco teórico

3.1. Antecedentes

Dan Popescu A; et al. (Rumania, 2023).⁽⁶⁾ Se llevó a cabo una investigación titulada “Efectos de los agentes blanqueadores dentales sobre la rugosidad superficial de los materiales de restauración dental”. Tuvo como **objetivo**, analizar cómo evoluciona la rugosidad superficial de diferentes composites dentales terminados y pulidos tras la aplicación de agentes blanqueadores. **Material y método**, Se seleccionaron 5 muestras de cada composite para el grupo control, 5 para el protocolo de blanqueamiento en consultorio con PH al 40%, y 5 para el protocolo casero con PC al 16%, sumando un total de 60 muestras. Se midió la rugosidad superficial (parámetro Ra) en todas las muestras y se compararon los resultados mediante ANOVA de una vía utilizando un paquete estadístico. Como **resultado**, tras aplicar un blanqueamiento con PH al 40%, se observó que la rugosidad superficial aumentó de manera significativa comparada con el grupo control, presentando el incremento más notable en el material GC Gradia y el menor en 3M ESPE Valux Plus. En el protocolo casero con PC al 16%, las superficies mostraron menor afectación, con la rugosidad más baja en 3M ESPE Valux Plus y más alta en GC G-aenial. Las comparaciones entre los grupos sometidos a blanqueamiento y los controles revelaron diferencias estadísticamente significativas en la rugosidad ($p < 0,05$). En **conclusión**, las muestras que fueron sometidas a protocolos de blanqueamiento presentaron una superficie más rugosa comparadas con las no tratadas.

María M; et al. (Valencia, 2024).⁽⁷⁾ En un trabajo de investigación denominado “Efecto de los agentes blanqueadores en resinas compuestas con y sin Bis-GMA: un estudio in vitro” El estudio tuvo como **objetivo**, fue analizar el efecto del PC en dos concentraciones distintas sobre el cambio de color, dureza y rugosidad de dos tipos de resinas. **Material y método**, Se aplicó CP al 16% y al 45% en 66 discos de resina, algunos con Bis-GMA y otros

sin este compuesto. El cambio de color se midió con un espectrofotómetro, calculando los valores ΔE_{ab} y ΔE_{00} . Además, se evaluó la microdureza mediante un comprobador específico y la superficie fue analizada mediante el uso de un (SEM). **Los resultados** La rugosidad aumentó de forma proporcional a la concentración de CP, siendo este efecto más notable en el composite sin Bis-GMA. Además, el composite con Bis-GMA mostró una mayor tendencia a oscurecerse que el sin Bis-GMA. La dureza superficial disminuyó en ambos composites y no fue afectada por la concentración de CP en el composite sin Bis-GMA) ($p < 0,05$). En **conclusión**, Dado que el blanqueamiento es un procedimiento común, es importante entender cómo el peróxido de carbamida afecta las propiedades de los composites dentales para anticipar cambios en color, rugosidad y dureza tras el tratamiento.

Chakraborty A.; et al (India, 2023).⁽⁴⁾ Se desarrolló una investigación titulada “Efecto del agente blanqueador en consultorio sobre la rugosidad superficial y la microdureza de resinas compuestas nanohíbridas y nanorellenos”. Tuvo como **objetivo**, Comparar la rugosidad y microdureza de la superficie de Ceram.x® SphereTEC™ one y Filtek Z350 XT después del blanqueamiento en consultorio con Pola office. **Material y método**, se prepararon veinte muestras de Ceram.x® SphereTEC™ y Filtek Z350 XT, cada una con un diámetro de 10 mm y una altura de 2 mm. Las muestras fueron sometidas a tres sesiones de blanqueamiento utilizando PH al 35% (Pola office), con un intervalo de siete días entre cada sesión. Se midieron la rugosidad superficial y la microdureza de las muestras antes y después del tratamiento de blanqueamiento, utilizando un perfilómetro y un durómetro Vickers, respectivamente. **Los resultados**, fueron que la resina Filtek Z350 mostró una disminución significativa en su dureza, pasando de 27.67 ± 2.10 VHN a 17.83 ± 1.36 VHN, lo que representa una reducción del 35.6% ($p < 0.001$). En contraste, la dureza superficial del Ceram.x® SphereTEC™ one no presentó cambios significativos, manteniendo una microdureza media ajustada de 35.79 ± 1.45 VHN, que fue

aproximadamente 83% superior a la del Filtek Z350 XT después del tratamiento. En **conclusión**, el blanqueamiento en consultorio con PH al 35% puede disminuir la microdureza de los compuestos nano rellenos, pero no afecta la rugosidad superficial de los materiales de resina compuesta.

Obando P.; et al (Quito-Ecuador, 2020).⁽⁸⁾ Realizó una investigación titulado “Efecto de tres enjuagues bucales en la degradación superficial de resinas compuestas: estudio in vitro”. Tuvo como **objetivo**, evaluar la degradación de resinas compuestas en términos de masa y rugosidad tras el contacto con enjuagues bucales. **Material y método**, Se llevaron a cabo pruebas con un total de 88 discos de resinas nanohíbridas, específicamente Grandio (VOCO) y Filtek Z250 XT (3M), distribuidos equitativamente en 44 discos para cada tipo de resina. Estos discos se subdividieron en tres subgrupos de 14 unidades, seleccionando aleatoriamente 2 discos como grupo control. Durante el experimento, los discos fueron sumergidos en tres diferentes enjuagues bucales: Listerine Zero, Coolmint y Whitening, durante un total de 21 minutos. Posteriormente, se midieron nuevamente el peso y la rugosidad de las muestras. Luego, los discos se expusieron a saliva artificial durante 12 horas, tras lo cual se reintrodujeron en el enjuague correspondiente y se realizaron nuevas mediciones de peso y rugosidad. Este ciclo se repitió hasta alcanzar un total de 1,092 minutos a una temperatura ambiente de 37°C. **Los resultados** obtenidos a partir de las mediciones de rugosidad y peso fueron analizados mediante ANOVA, mostrando que no hubo cambios significativos en las resinas evaluadas tras el contacto con los enjuagues bucales ($p < 0.001$). Sin embargo, se notaron diferencias relacionadas con el tiempo de contacto. En **conclusión**, los enjuagues bucales no afectaron significativamente las propiedades de las resinas compuestas, su efecto negativo tiende a incrementarse con el tiempo de exposición.

Frías G. (Quito, 2016).⁽⁹⁾ Realizó una investigación titulado “efecto del blanqueamiento dental en la rugosidad del esmalte: análisis comparativo in vitro entre PH y

PC” tuvo como **objetivo**, evaluar cómo la aplicación de PC y PH afecta la rugosidad del esmalte dental, utilizando 30 premolares. **Material y método**, las muestras se distribuyeron en tres grupos (n=10). El tratamiento de blanqueamiento se llevó a cabo durante 21 días: Grupo A fue el control y se mantuvo en suero fisiológico; el Grupo B recibió PC al 16% durante 2 horas; y el Grupo C fue tratado PH al 35%, aplicándose semanalmente con tres sesiones de 15 minutos cada una, manteniéndose en saliva artificial. Posteriormente, se realizó un análisis de rugosidad (μm) cuyos resultados fueron evaluados estadísticamente mediante ANOVA y la prueba de Tukey. **Los resultados**, fueron un aumento en la rugosidad del esmalte en el Grupo C, al 45 %, mientras que los grupos B y A mostraron valores menores 23%, estableciendo diferencias significativas entre los tres grupos. En **conclusión**, el PH al 35% altera de manera significativa la superficie del esmalte tras el blanqueamiento in vitro, y se demostró que no hay diferencias en la rugosidad en función de la edad entre los grupos estudiados.

Bazán P. (Chachapoyas, 2023).⁽¹⁰⁾ Realizó una investigación cuyo título “Microdureza superficial de resinas compuestas Bulk Fill expuestas PH antes y después del pulido. In vitro” tuvo como **objetivo**, determinar el efecto del pulido y la exposición al PC al 37% en la microdureza superficial de una resina compuesta bulk fill. **Material y métodos**, Se realizó un estudio comparativo, prospectivo y transversal utilizando 40 muestras, que fueron distribuidas en cuatro grupos de 10 muestras cada uno. El Grupo 1 no recibió ningún tratamiento, manteniéndose sin pulido ni exposición a agentes blanqueadores. El Grupo 2 fue sometido a tratamiento con PC al 37%. El Grupo 3 se almacenó en agua destilada a 37 °C durante 24 horas y posteriormente se pulió con el sistema Soflex. Finalmente, el Grupo 4 siguió el mismo procedimiento de almacenamiento y pulido que el Grupo 3, pero además fue expuesto al agente blanqueador. Para evaluar la microdureza superficial, se empleó la escala Vickers, aplicando una carga de 100 gf durante 10 segundos, realizando tres

indentaciones por cada muestra. **Los resultados**, se observó que el pulido mejoró la microdureza en aproximadamente un 20%, mientras que la exposición al PC redujo la microdureza en cerca de un 15%. Las diferencias en microdureza superficial entre los grupos fueron estadísticamente significativas. En **conclusión**, revelan que el sistema de pulido Soflex mejora de manera significativa la microdureza superficial de las resinas compuestas bulk fill, mientras que la aplicación de PH al 37% ejerce un efecto adverso sobre estas propiedades, disminuyendo su resistencia superficial. Estos resultados subrayan la importancia del proceso de pulido para optimizar la resistencia superficial de las resinas compuestas bulk fill.

Mamani C.; et al (Tacna, 2022). ⁽¹¹⁾ Se desarrolló una investigación titulada “Rugosidad de resinas Filtek Z-250 frente a la acción de dos tipos de agentes blanqueadores, estudio in vitro, Tacna 2022”, el **objetivo** fue evaluar el efecto de dos agentes blanqueadores sobre la textura superficial de las resinas compuestas Filtek Z-250. Como **material y método**, empleó un enfoque científico aplicado y explicativo, con un diseño experimental prospectivo longitudinal. En cuanto a los **resultados**, La resina Filtek Z-250 expuesta a PC al 22% presentó una rugosidad superficial promedio de 0,523 μm , con varianza de 0,126 μm , desviación estándar de 0,355 μm , y valores que fluctuaron entre 0,222 μm (mínimo) y 1,390 μm (máximo). Mientras tanto, la misma resina tratada con PH al 35% mostró una media de 0,496 μm , varianza de 0,078 μm , desviación estándar de 0,279 μm , con valores mínimos y máximos de 0,166 μm y 0,902 μm , respectivamente. En **conclusión**, la aplicación de PC al 22% y PH al 35% no generó diferencias estadísticamente significativas en la rugosidad superficial de la resina compuesta Filtek Z-250 ($p = 0,852$).

Reyes L. (Lima, 2022).⁽²⁾ Realizó una investigación cuyo titulado “efectos de dos agentes de aclaramiento sobre la microdureza superficial de una resina compuesta”. El **objetivo** fue comparar el impacto de dos agentes blanqueadores en la microdureza

superficial de una resina compuesta. Como **material y método**, realizó un estudio experimental, transversal, comparativo y prospectivo, evaluando la microdureza de 30 discos de resina nanorelleno, antes y después de aplicar los agentes blanqueadores. Las muestras se organizaron en tres grupos: uno tratado con 16% de PC, otro con 35% de PH, y un grupo control sin tratamiento. **Los resultados**, La mayor reducción en la microdureza se registró en el grupo expuesto al PH al 35%. Al comparar las diferencias medias de microdureza antes y después del tratamiento entre los grupos, se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,001$) mediante ANOVA. La prueba post hoc de Tukey evidenció diferencias significativas entre el grupo tratado con 16% de PC y el grupo control ($p < 0,001$), así como entre el grupo con 35% de PH y el control ($p < 0,001$). **Conclusión**, La microdureza de las resinas compuestas disminuyó de forma significativa tras la aplicación de ambos agentes blanqueadores evaluados en el estudio.

Llontop R. (Chiclayo, 2024).⁽¹²⁾ Realizó una investigación titulada “Rugosidad superficial en resinas compuestas nanopartículas convencional y Bulk Fill, ante la exposición de agentes químicos y físicos” tuvo como **objetivo**, comparar la rugosidad superficial (RA) de resinas compuestas convencionales y de tipo Bulk fill tras su exposición a vitamina C y dentífricos. **Material y método**, se elaboraron 64 discos de resina compuesta de 10 mm de diámetro y 2 mm de grosor, distribuidos en dos grupos: 32 discos de resina convencional. Durante este periodo, los discos fueron sometidos a un cepillado mecánico que simulaba el movimiento horizontal del cepillado dental a 120 ciclos por minuto, también durante 28 días. Los grupos control fueron expuestos únicamente a agua destilada. Se midió la rugosidad superficial al inicio y al final de la exposición utilizando un rugosímetro. **Los resultados**, realizados mediante ANOVA ($p < 0,00$), prueba de Tukey y t de Student ($p < 0,05$), mostraron diferencias estadísticamente significativas en la rugosidad promedio entre las resinas convencionales y Bulk fill tras la exposición a los agentes químicos y físicos. En

particular, el grupo de resina Bulk fill expuesto al dentífrico convencional evidenció un aumento notable en la rugosidad superficial, con un incremento aproximado del 30% en comparación con las mediciones iniciales. Además, encontró variaciones importantes en la rugosidad de ambas categorías de resinas antes y después de la exposición a vitamina C, así como a los dentífricos convencional y blanqueador. En **conclusión**, la exposición a dentífricos comunes incrementa significativamente la rugosidad superficial de las resinas compuestas Bulk fill, con un aumento cercano al 30% respecto a los valores iniciales. Asimismo, tanto las resinas convencionales presentan cambios significativos en su rugosidad tras la exposición a vitamina C y a diferentes dentífricos, lo que subraya la relevancia de tener en cuenta estos aspectos al elegir y conservar los materiales restaurativos.

Sojo A.; et al (Lima, 2018).⁽¹³⁾ e llevó a cabo una investigación titulada “Comparación in vitro de la microdureza y rugosidad superficial de resinas bulk fill después del desafío abrasivo con una pasta dental blanqueadora” tuvo como **objetivo**, Comparar la microdureza y la rugosidad superficial in vitro de tres resinas Bulk Fill (Filtek™ Bulk Fill - FB, Tetric® N-Ceram Bulk Fill - TNC, Opus Bulk Fill - OBF) después de un desafío abrasivo con pasta dental blanqueadora. **Materiales y Métodos**, Se prepararon 90 especímenes divididos en 6 grupos (n=15) con las tres resinas mencionadas. El desafío abrasivo se realizó con un cepillo eléctrico Oral B y una mezcla de 3.3 ml de pasta dental con agua destilada durante 30 segundos. Se midieron la microdureza superficial y la rugosidad superficial al inicio, a los 15 y 30 días. Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva e inferencial usando la prueba U de Mann-Whitney. Los **resultados**, A los 15 días, se observaron aumentos significativos en la rugosidad para FB ($0.09 \pm 0.03 \mu\text{m}$ / $0.17 \pm 0.10 \mu\text{m}$) y OBF ($0.13 \pm 0.09 \mu\text{m}$ / $0.18 \pm 0.06 \mu\text{m}$) ($p=0.003$ y $p=0.0008$ respectivamente). A los 30 días, el aumento significativo en rugosidad fue para OBF ($0.11 \pm 0.03 \mu\text{m}$ / $0.22 \pm 0.12 \mu\text{m}$) y TNC ($0.07 \pm 0.04 \mu\text{m}$ / $0.16 \pm 0.07 \mu\text{m}$) ($p<0.0001$ y $p=0.0011$

respectivamente). En **Conclusión**, las resinas Bulk Fill muestran un incremento en la rugosidad superficial tras el desafío abrasivo a los 15 y 30 días. La resina Opus Bulk Fill mostró además una reducción considerable en su microdureza superficial dentro de los 15 días, lo que puede afectar su resistencia y durabilidad en el tiempo bajo condiciones abrasivas similares a las de uso clínico con pastas blanqueadoras.

3.2. Bases teóricas

3.2.1. Rugosidad superficial

Hace referencia a las mínimas irregularidades y variaciones que aparecen en la superficie de un material después de su procesamiento. Estas irregularidades pueden ser el resultado del método de fabricación empleado, ya sea mecanizado, fundición o moldeo. La rugosidad es un parámetro fundamental que impacta el comportamiento del material en su aplicación final, afectando características como la fricción, el desgaste y la adherencia de recubrimientos.⁽¹⁴⁾

Zúñiga M. (2019).⁽¹⁵⁾ La rugosidad es afectada por aspectos como, el método de fabricación (mecanizado, fundición, moldeo) y las propiedades del material. Por ejemplo, un acabado superficial adecuado no solo mejora la estética del producto final, sino que también minimiza la fricción y el desgaste, prolongando la vida útil del material. En el ámbito odontológico, donde se requiere tanto funcionalidad como estética, la rugosidad superficial juega un papel fundamental en el rendimiento de las resinas compuestas utilizadas en tratamientos dentales.

3.2.1.1. Tipos de rugosidad superficial

- **Rugosidad Primaria o Básica (Ra):** Representa la rugosidad media aritmética de una superficie, mostrando la desviación promedio de las irregularidades respecto a una línea media.
- **Rugosidad Total (Rt):** Mide la variación de altura de una superficie, incluyendo todos los picos y valles.

- **Rugosidad Media Cuadrática (R_q):** Es la raíz cuadrada de la media de las desviaciones al cuadrado del perfil superficial respecto a su línea media, que refleja la variación promedio en altura de la superficie.
- **Rugosidad Promedio de los Picos (R_p):** Se calcula como el promedio de las alturas de estos picos y es importante para evaluar cómo afectan la fricción, el desgaste y la resistencia mecánica de la superficie.
- **Rugosidad de Pendientes (R_{sk}):** Evalúa la asimetría de las irregularidades de la superficie, indicando si predominan los picos altos o los valles profundos.⁽¹⁶⁾

3.2.1.2. Instrumentos de medición de la rugosidad

- **Rugosímetros de Contacto:** Dispositivos que utilizan un palpador que se desplaza sobre la superficie del material, registrando las variaciones en altura y generando un perfil de la superficie.⁽¹⁷⁾
- **Rugosímetros de Sonda:** Dispositivos portátiles que permiten medir la rugosidad en diferentes superficies, generalmente equipados con sistemas de medición digital para facilitar la recolección de datos.⁽¹⁷⁾

Rugosímetro de Palpador Láser: La tecnología láser en lugar de un palpador físico, ofreciendo alta precisión sin contacto, puede incluir subtipos como palpadores inductivos y de patín mecánico.⁽¹⁸⁾

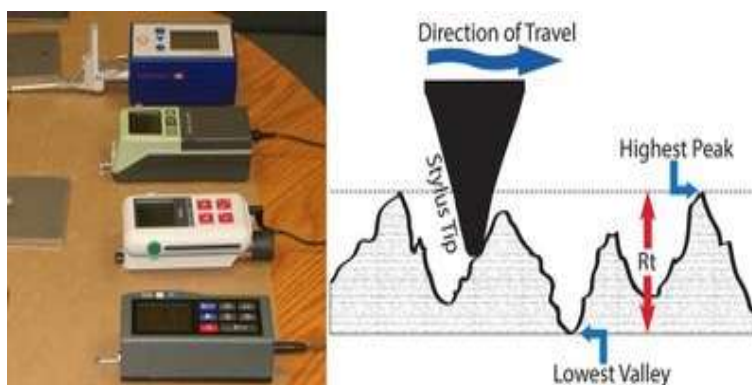


Figura 1. Instrumentos rugosímetros para medir la rugosidad superficial.⁽¹⁸⁾

3.2.1.3. Medición de las rugosidades

A. Rugosidad media aritmética

El parámetro (Ra) mide la textura superficial, evaluando el promedio de las desviaciones absolutas respecto a una línea promedio en un perfil determinado. Este valor se mide en micrómetros y constituye uno de los parámetros más frecuentes para evaluar la calidad de la superficie.⁽¹⁹⁾

El valor Ra es ampliamente reconocido y utilizado internacionalmente, siendo definido por normativas como DIN 4769. En los planos técnicos, este parámetro se especifica para garantizar que las piezas producidas cumplan con los requisitos de calidad establecidos. Además, existen otros parámetros complementarios como Rz, que mide la profundidad promedio de rugosidad, proporcionando una visión más completa del estado superficial.⁽¹⁹⁾

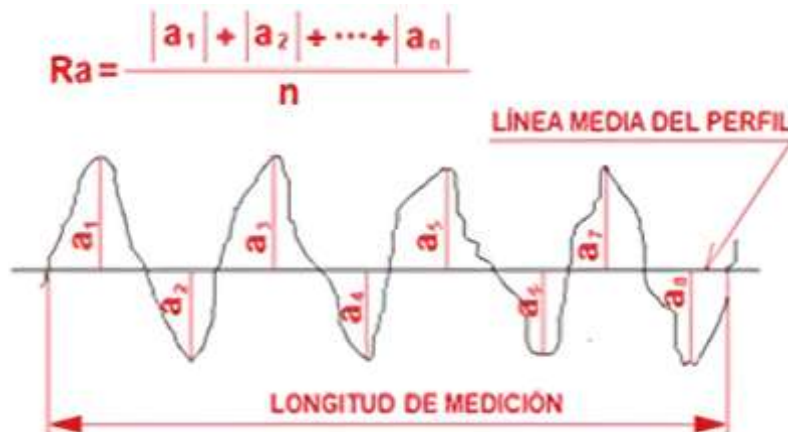


Figura 2. Rugosidad media aritmética (Ra).⁽¹⁹⁾

El valor de Ra puede expresarse en micrómetros (μm) o en micro pulgadas (μin), utilizando el sistema métrico o imperial, respectivamente. Para optimizar la cantidad de valores del parámetro en diseños y especificaciones, la norma sugiere los valores indicados en la misma.⁽²⁰⁾

Es fundamental en odontología y materiales, ya que la rugosidad influye en propiedades como la adhesión, desgaste, y acumulación bacteriana, factores clave para la calidad y durabilidad de restauraciones dentales.⁽²⁰⁾

Tabla 1. *Análisis de la Rugosidad Promedio (Ra) Expresada en Micrómetros (μm).*

Rango de Ra (μm)	Descripción
0.01 - 0.05	Superficie muy lisa
0.05 - 0.1	Superficie lisa
0.1 - 0.2	Superficie ligeramente rugosa
0.2 - 0.5	Superficie rugosa moderada
0.5 - 1.0	Superficie rugosa
1.0 - 2.0	Superficie rugosa áspera
2.0 - 5.0	Superficie muy rugosa
> 5.0	Superficie extremadamente rugosa

Fuente. Adaptado de evidente. ⁽²⁰⁾

B. Rugosidad media cuadrática

Los estándares industriales en las industrias farmacéuticas y biotecnológicas han cambiado de manera significativa, especialmente en lo que respecta al acabado superficial de las superficies de contacto. Tradicionalmente, se ha considerado que un acabado superficial con un valor de rugosidad (Ra) inferior a 0,8 micrómetros es adecuado. Sin embargo, las transformaciones en estas industrias, junto con la introducción de nuevas regulaciones y estándares, están generando la necesidad de superficies con una rugosidad aún menor. Si necesitas más ayuda o ajustes, no dudes en decírmelo. ⁽²⁰⁾

C. Rugosidad parcial

El cambio en la elevación de la superficie de un material, medida en una sección específica y excluyendo las irregularidades de mayor escala, se utiliza para evaluar la calidad del acabado superficial. Esta medida es fundamental en aplicaciones industriales donde la precisión y la suavidad de la superficie son esenciales. ⁽²⁰⁾

D. Altura promedio de las irregularidades

Este concepto se refiere a la medida del promedio de las desviaciones o diferencias de la superficie respecto a una línea media. En otras palabras, es el valor medio de las variaciones en altura que presenta una superficie, considerando tanto los picos como los valles. ⁽²¹⁾

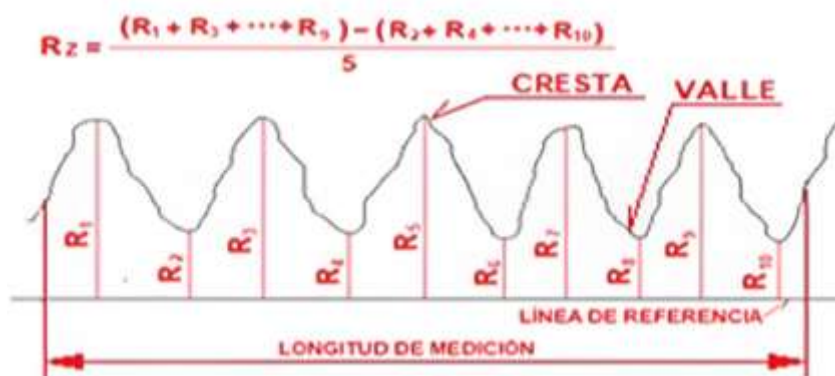


Figura 3. Altura promedio de las irregularidades (Rz).⁽²¹⁾

E. Rugosidad media

Se describe como el promedio aritmético de las desviaciones absolutas de la altura respecto a la línea media a lo largo de un recorrido específico. Este parámetro es vital en ingeniería y manufactura porque influye en el funcionamiento del material, abarcando adhesión, fricción y resistencia al desgaste. Un valor bajo de Ra representa una superficie lisa, mientras que uno alto indica mayor rugosidad.⁽²⁰⁾

3.2.2. Blanqueamiento dental

El blanqueamiento dental es el proceso de aclarar el color dental mediante agentes químicos. Este método se ha popularizado por su fácil acceso y una mayor conciencia sobre el cuidado bucal. Factores como alimentos y bebidas que manchan, y hábitos dañinos como fumar, motivan a muchas personas a optar por este tratamiento para mejorar su sonrisa.⁽²¹⁾

El blanqueamiento dental es un procedimiento bastante sencillo y muy solicitado debido al interés estético de los pacientes. En mercado numerosos productos para el blanqueo dental. En una encuesta realizada por la ADA en 2003, se reveló que más de 1000 adultos consultaron a sus dentistas sobre este tipo de tratamientos, lo que destaca la importancia de ofrecer a nuestras pacientes opciones de blanqueamiento.⁽²²⁾

3.2.2.1. Técnicas de blanqueamiento dental

A. Blanqueamientos en dientes vitales. El blanqueamiento dental en dientes vitales ha generado mucho interés en odontología, impulsando estudios para corregir la

decoloración. Se utiliza para eliminar manchas en dientes vitales y tratados endodónticamente. Estas decoloraciones pueden originarse por factores como alimentos específicos, el fumar o tratamientos inadecuados.⁽²³⁾

El procedimiento de blanqueamiento implica el uso de agentes químicos, siendo el PH uno de los más comunes, con concentraciones que varían entre el 10 % y el 35 %, dependiendo de la técnica utilizada.

Las técnicas de blanqueamiento dental se dividen fundamentalmente en dos tipos: el profesional en consultorio y el ambulatorio en el hogar. Cada uno presenta sus ventajas y desventajas, que dependen de la situación clínica del paciente. La efectividad del tratamiento también puede verse influenciada por la duración del mismo y la adherencia a las indicaciones proporcionadas por el odontólogo.⁽²⁴⁾

B. Blanqueamientos en dientes no vitales. Las técnicas de blanqueamiento dental para dientes no vitales se clasifican en inmediatas, mediatas o combinadas. En el caso de las técnicas mediatas para el blanqueamiento, se usan productos que contienen PH o PC como principios activos, aplicándose con un intervalo de 3 a 5 días entre sesiones, repitiendo el procedimiento tres veces. Si se opta por el perborato de sodio como agente blanqueador, el intervalo entre sesiones debe ser de 7 a 15 días, repitiendo también el tratamiento tres veces.⁽²⁴⁾

3.2.2.2. Clasificación según sus técnicas

Las técnicas de blanqueamiento dental se clasifican en varias categorías según el método utilizado para llevar a cabo el tratamiento. Estas incluyen:

A. Blanqueamiento domiciliario

El blanqueamiento dental en casa generalmente utiliza productos con concentraciones bajas de agentes blanqueadores, como el peróxido de carbamida, que varían entre el 10% y el 20% (equivalente a PH en un rango de 35% a 65%). El uso recomendado

para el PC al 10% es de 8 horas al día, mientras que para las concentraciones del 15 al 20%, el tiempo de aplicación diario debe limitarse a 3 o 4 horas. Este tratamiento se realiza por el paciente en casa, pero siempre debe estar supervisado por un dentista a través de visitas periódicas de seguimiento. El procedimiento implica aplicar gel blanqueador en todos los dientes usando una férula personalizada que se usa durante la noche, con una duración aproximada mínima de dos semanas.⁽¹¹⁾

B. Pastas dentífricas

Los productos dentífricos están formulados para preservar la limpieza oral y también para prevenir o tratar diversas afecciones en los tejidos orales. Según su composición, pueden tener efectos tanto preventivos como terapéuticos. Gracias a su capacidad para eliminar manchas de las superficies dentales, su disponibilidad sin receta médica y el creciente interés de las personas por mantener o aclarar sus dientes, se han incorporado ingredientes activos que mejoran la apariencia estética de la sonrisa.⁽²⁵⁾

Tipos de pastas dentífricas

- Pastas con Peróxido de Hidrógeno: Se usan como ingrediente principal para blanquear los dientes. Son eficaces para eliminar manchas tanto superficiales como profundas.
- Pastas con Bicarbonato de Sodio: Contienen bicarbonato de sodio, que actúa como un abrasivo suave para eliminar las manchas superficiales sin dañar el esmalte dental.
- Pastas con Carbón Activado: Utilizan carbón activado para ayudar a eliminar las manchas superficiales, especialmente de bebidas como café y vino.
- Pastas para Dientes Sensibles: Son fórmulas más suaves, diseñadas para personas con dientes sensibles, pero que también ofrecen propiedades blanqueadoras.
- Pastas de Acción Rápida: Formuladas para ofrecer resultados visibles en poco tiempo, algunas incluso prometen blanquear los dientes en pocos días.

- Pastas con Micro-abrasivos: Contienen partículas pequeñas que pulen y eliminan manchas superficiales sin ser agresivas para el esmalte.
- Pastas con Flúor: La mayoría de las pastas blanqueadoras también incluyen flúor para fortalecer el esmalte y prevenir caries mientras blanquean.⁽²⁶⁾

C. Blanqueamiento en consulta

El material recomendado para esta técnica es el PH al 35%. Al realizarse en el consultorio, requiere un mayor tiempo de atención clínica, lo que incrementa el costo, pero a su vez reduce los riesgos asociados a la técnica para el paciente. Esta técnica está especialmente indicada para tratar grupos de dientes pequeños o cuando el paciente prefiere un tratamiento más rápido. En tales casos, puede ser conveniente realizar el blanqueamiento de ambas arcadas, superior e inferior, y es aplicable tanto a dientes vitales como no vitales, siempre adaptando el tratamiento a las necesidades específicas de cada paciente.⁽²⁷⁾

3.2.2.3. Efecto de blanqueamiento dental

Este procedimiento estético, conocido como blanqueamiento dental, tiene como objetivo mejorar la apariencia dental eliminando las decoloraciones o manchas presentes. Para efectuar este tratamiento se utilizan compuestos químicos tales como el PH y el PC, cuyo efecto principal es reducir la pigmentación dental, proporcionando así una mejor sonrisa. Sin embargo, es importante tener en cuenta que pueden presentarse efectos secundarios, como sensibilidad dental temporal o irritación en las encías.⁽²⁸⁾

A. Cambios en la morfología y textura superficial del esmalte: Numerosos estudios han examinado cómo el blanqueamiento dental afecta la morfología y textura del esmalte, reportando alteraciones como un aumento en la porosidad, desmineralización y la pérdida de calcio. Estas modificaciones son atribuibles a los ingredientes activos de los geles blanqueadores, que pueden provocar alteraciones en la estructura del esmalte. La sensibilidad dental, un efecto común durante el proceso

de blanqueamiento, típicamente es temporal y cede poco tiempo luego de terminar el procedimiento.⁽²⁹⁾

No obstante, un estudio de Smith et al. (2011).⁽³⁰⁾ No observó alteraciones significativas en la morfología, textura ni en la composición química del esmalte tratado con PC, lo que se atribuyó a los efectos protectores de la saliva. En cambio, un estudio realizado por Mengoli M. et al. (2023).⁽³¹⁾ concluyeron que el peróxido de hidrógeno en una dosificación del 30% es efectivo para el blanqueamiento dental sin ocasionar daños importantes al esmalte.

B. La dureza superficial del esmalte. Algunos estudios no han encontrado efectos significativos en estos parámetros, sugiriendo que el blanqueamiento no afecta de manera considerable la integridad del esmalte en términos de dureza o resistencia a la fractura. Esto se debe a que los agentes blanqueadores, al actuar químicamente, pueden alterar ciertas propiedades mecánicas del esmalte, resultando en un material más susceptible a daños y desgaste. Sin embargo, la pérdida de dureza puede ser temporal y mitigada mediante tratamientos remineralizantes que restauran las propiedades del esmalte.⁽³²⁾

C. Efectos sobre la composición química del esmalte. Varios estudios han analizado cómo el blanqueamiento dental afecta la composición química del esmalte, especialmente en relación con los cambios en sus elementos constitutivos. Müller-Heupt K. (2023).⁽³³⁾ encontraron que los agentes blanqueadores pueden tener un impacto negativo en la estructura dental, esto ocurre porque al elevarse las concentraciones de peróxido de hidrógeno, se libera mayor cantidad de iones en el esmalte y la dentina. Se observó además una disminución notable en la microdureza del esmalte tras someterse al proceso de blanqueo.

D. Efectos sobre la dentina. En dientes jóvenes, el diámetro más amplio de los túbulos dentinarios facilita una mayor penetración de la solución blanqueadora, permitiendo que este alcance los tejidos periodontales. Esto puede provocar una estimulación de la resorción ósea inflamatoria. La literatura científica ha documentado que el blanqueamiento dental, especialmente en dientes jóvenes, puede tener efectos adversos en la salud periodontal.⁽³⁴⁾

E. Influencia del tratamiento blanqueador sobre la resina compuesta dental. Estudios indican que, aunque el blanqueamiento dental puede ser efectivo para mejorar la estética dental, también es crucial considerar sus efectos adversos en relación con las características superficiales de los materiales de restauración. La rugosidad incrementada y la mayor porosidad pueden afectar no solo la apariencia estética, sino también la durabilidad y funcionalidad de las restauraciones dentales. Por lo tanto, es fundamental que los odontólogos evalúen cuidadosamente los riesgos y beneficios al recomendar tratamientos de blanqueamiento a pacientes con restauraciones de resina compuesta.⁽³⁵⁾

F. Efectos sobre la calidad marginal y microfiltración. La calidad marginal se refiere al ajuste preciso entre una restauración dental y el diente natural. Un mal ajuste puede permitir la filtración de bacterias o líquidos, lo que favorece la formación de caries recurrentes y sensibilidad dental. El fenómeno de la microfiltración se refiere al tránsito de fluidos, incluyendo saliva y bacterias, por los espacios microscópicos entre el material restaurador y la estructura dental, provocando un mayor riesgo de infecciones y complicaciones en los márgenes. Un buen ajuste marginal es clave para prevenir estos problemas y asegurar la longevidad de las restauraciones dentales.⁽³⁶⁾

3.2.2.4. Clasificación según su composición de los agentes blanqueadores

A. Peróxido de hidrógeno

Llamado comúnmente agua oxigenada, es una sustancia química formada por hidrógeno y oxígeno, reconocida por sus potentes propiedades redox. Su uso principal es en la producción de diversos productos químicos, además de en los procesos de blanqueamiento de papel y tejidos.⁽³⁷⁾

El peróxido de hidrógeno se emplea en diversas industrias, como blanqueador en pulpa, papel y textiles, y en la producción de peróxidos en la industria química. Se utiliza también para decapar, pulir y limpiar metales en el tratamiento de superficies. Sus propiedades antimicrobianas son aprovechadas en la industria azucarera, acuicultura y procesamiento de alimentos para desinfectar. Representa una alternativa eficaz y segura para el tratamiento tanto de agua potable como de aguas residuales. Además, se usa en la extracción de oro mediante lixiviación y en el blanqueo de quesos.⁽³⁸⁾

La saliva al interactuar con la estructura dental actúa como un potente agente oxidante, generando radicales libres, especies reactivas de oxígeno y aniones de peróxido de hidrógeno, dependiendo de las condiciones ambientales. Estas moléculas de bajo peso pueden atravesar el esmalte y la dentina, llegando a los cromóforos, que son pigmentos oscuros constituidos por extensas cadenas orgánicas con múltiples enlaces insaturados, estructuras de anillos aromáticos y una alta absorción lumínica. Esta característica permite que los cromóforos absorban la luz, otorgando al diente un color más oscuro. La señalización celular y la regulación de la homeostasis oral, aunque una producción excesiva puede inducir estrés oxidativo, afectando tejidos dentales y periodontales. La saliva también contiene enzimas antioxidantes que ayudan a equilibrar esta actividad oxidativa, protegiendo la salud bucal.⁽³⁹⁾

Tabla 2. Marcas y Presentaciones de PH al 35% Utilizadas en Blanqueamiento Dental en Consultorio

Marca Comercial	Presentación	Descripción
Whiteness HP Maxx	Kit con frascos (4g y 10g de peróxido)	Blanqueador a base de PH al 35% para uso en consultorio, incluye bloqueador de calor. Rinde hasta 18 aplicaciones
Potenza Bianco	JGA x 3g	Agente blanqueador con PH al 38% para uso profesional en consultorio.
Opalescence Boost	Gel activado químicamente (40%)	Gel blanqueador que no requiere luz adicional para su activación, proporciona resultados en aproximadamente una hora.
Clariant Perox	Jeringa fácil mezcla	Blanqueamiento dental a base de PH al 35%, diseñado para facilitar la mezcla y aplicación.

B. Peróxido de carbamida.

El peróxido de carbamida consiste en PH junto con urea, siendo el primero cerca de un tercio de la totalidad de la concentración del compuesto. Se utiliza comúnmente como agente blanqueador en odontología, en concentraciones que varían entre el 1% y el 45%.⁽⁴⁰⁾

Al entrar en contacto con agua, el PC se separa en PH y urea, donde el primero genera especies moleculares reactivas, y la urea se descompone liberando amoníaco y dióxido de carbono. Aunque no se conoce con precisión la cantidad de amoníaco producido durante el blanqueamiento, se sabe que, debido a su naturaleza básica, el amoníaco aumenta el pH del entorno, lo que favorece el proceso de blanqueamiento.⁽⁴¹⁾

Pérez E, et al (2020).⁽⁴²⁾ Según una revisión de la literatura, el peróxido de carbamida al 10%, cuando se emplea bajo control dental, no presenta riesgos relevantes en términos de toxicidad general, mutagénesis o cáncer.

Tabla 3. *Marcas y Presentaciones de Peróxido de carbamida al 16%, Blanqueamiento Dental en domicilio*

Marca Comercial	Presentación	Descripción
Opalescence	Gel (10%, 15%, 20%)	Gel blanqueador que libera peróxido de carbamida al descomponerse; disponible en varias concentraciones para uso en consultorio y en casa.
Whiteness Perfect	Jeringas de 3g	Fórmula que combina peróxido de carbamida y otros ingredientes para optimizar el blanqueamiento dental, adecuada para tratamientos prolongados.
Nite White	Kit con jeringas (10% - 22%)	Sistema de blanqueamiento nocturno que utiliza peróxido de carbamida, diseñado para aplicaciones prolongadas mientras el paciente duerme.
G-Optic	Gel (16%)	Gel blanqueador que se activa con luz LED, proporciona un blanqueamiento rápido y efectivo.

3.2.3. Resinas compuestas

Conocidas como composites, son materiales artificiales que se integran de forma heterogénea para conformar un material compuesto. Su aplicación en odontología se centra principalmente en la reparación de dientes dañados por caries o traumatismos, aunque también se utilizan con fines estéticos. Estas resinas se emplean como material de restauración del color del diente, por lo que son la preferencia frente a las amalgamas dentales convencionales debido a su aspecto estético. La resina compuesta típica está compuesta por una matriz de resina y un relleno inorgánico como la sílice.⁽⁴³⁾

3.2.3.1. Propiedades de la resina compuesta

A. Resistencia al desgaste. La abrasividad en resinas compuestas varía según las características de las partículas de relleno (tamaño, forma y cantidad) y también depende de su localización en la arcada dental y los contactos oclusales. A más porcentaje de relleno, partículas más pequeñas y duras, menor será la abrasividad de la resina. Aunque una baja resistencia al desgaste no causa daños inmediatos, puede provocar una pérdida gradual de la forma del cuerpo o estructura de las restauraciones, reduciendo su durabilidad.⁽⁴⁴⁾

- B. Textura superficial.** La textura fina en la superficie de las resinas compuestas depende principalmente de las propiedades de las partículas de relleno, incluyendo su naturaleza, tamaño y volumen, mientras que la técnica de pulido y acabado ejerce una influencia secundaria. La rugosidad de la superficie del composite contribuye a la retención de placa bacteriana y puede inducir irritación, especialmente en áreas cercanas a los tejidos gingivales.⁽⁴⁴⁾
- C. Sorción acuosa.** La resina compuesta puede absorber entre 0,002% y 0,6% de su volumen en agua, lo que provoca una expansión lineal con el tiempo. Esta absorción es causada por la matriz orgánica de la resina. De acuerdo con la norma ISO 4049, una resina compuesta no debe absorber más de $40 \mu\text{g}/\text{mm}^3$, pero en general, absorben unos $18 \mu\text{g}/\text{mm}^3$, cumpliendo con los requisitos. La absorción de agua genera expansión lineal, mientras que una resina concentrada, conocida como tensión de polimerización, no ocurre de inmediato. Estas tensiones internas pueden liberarse gradualmente debido a la expansión generada por la absorción de agua.⁽⁴⁵⁾
- D. Estabilidad cromática.** Las tinciones extrínsecas son causadas por pigmentos externos, especialmente cuando se pierde el pulido, pero pueden corregirse repuliendo la resina. Las tinciones intrínsecas ocurren por foto-oxidación de aminas terciarias, lo que provoca un cambio de color más profundo y opaco con el tiempo, dependiendo del tipo de matriz y relleno. Las resinas compuestas suelen cambiar de color por tinciones intrínsecas entre 5 y 7 años, mientras que las extrínsecas lo hacen aproximadamente al año.⁽⁴⁵⁾
- E. Resistencia a la fractura.** La resistencia a la fractura de las resinas compuestas está directamente relacionada con la cantidad de material de relleno presente en su composición. Los composites de alta viscosidad exhiben una mayor capacidad para

resistir fracturas, debido a que son más eficientes en absorber y dispersar las fuerzas generadas durante la masticación.⁽⁴⁴⁾

F. Estabilidad de color. Las resinas compuestas están sujetas a alteraciones de color que pueden manifestarse tanto fuera como dentro del material. Las manchas superficiales generalmente se originan por la exposición a pigmentos presentes en alimentos y el humo del tabaco, los cuales afectan la apariencia del composite. Cabe destacar que las resinas compuestas que se polimerizan mediante luz exhiben una mayor resistencia a los cambios cromáticos en comparación con aquellas que se activan por métodos químicos.⁽⁴³⁾

3.2.3.2. Composición de la resina compuesta

A. Fase orgánica. La matriz orgánica en las resinas compuestas es fundamental para su polimerización, durabilidad del color y resistencia al ablandamiento, mientras que la contracción y absorción de agua dependen tanto de esta matriz como del relleno presente. La microfiltración es el proceso de incursión de fluidos, como saliva o bacterias, a través de espacios microscópicos entre la restauración y el diente. Esto incrementa el riesgo de infecciones y complicaciones en los márgenes de la restauración, afectando la salud dental y la durabilidad del tratamiento.⁽⁴⁵⁾

B. Fase inorgánica. Las resinas compuestas dentales se componen de partículas de relleno inorgánicas, como cuarzo, zirconita o sílice, que están recubiertas por un agente de acoplamiento activo llamado silano. Esta interacción entre las fases inorgánica y orgánica mejora las propiedades de la restauración final, haciendo que sean superiores a las de cada fase de forma individual.⁽⁴⁶⁾

C. Fase de acoplamiento. Las resinas compuestas contienen partículas inorgánicas que varían en tamaño y composición, como cuarzo y vidrios con bario o circonio. Estos rellenos fortalecen el material, reducen contracciones y absorción de agua, y mejoran

su apariencia translúcida. En conjunto, el tipo y la cantidad de relleno son clave para su resistencia y éxito clínico.⁽¹⁴⁾

3.2.3.3. Clasificación de la resina compuesta

Las resinas se clasifican según el tamaño y la distribución de sus partículas de relleno en tres tipos: convencionales o macrorelleno, con partículas entre 0,1 y 100 μm ; microrelleno, con partículas de 0,04 μm ; y híbridas, que combinan rellenos de distintos tamaños.

- **Resinas de macrorelleno o convencionales:** En el pasado, las resinas con partículas de relleno de tamaño entre 10 y 50 micrómetros fueron bastante comunes, pero su uso ha ido disminuyendo debido a varias desventajas importantes. Su desempeño en la práctica clínica no es óptimo y el acabado sobre la superficie tiende a ser deficiente. Esto se debe a que, al desgastarse la matriz resinosa, las partículas más grandes quedan expuestas; estas son resistentes, pero provocan una textura rugosa que reduce el brillo y facilita la aparición de manchas. Los más usados son el cuarzo y vidrios de estroncio o bario. Aunque el cuarzo es estéticamente duradero, carece de radioopacidad, mientras que los vidrios aportan esta característica, pero presentan menor estabilidad.⁽⁴⁷⁾
- **Resina de microrelleno:** Estas resinas incorporan partículas de sílice coloidal muy pequeñas, que oscilan entre 0.01 y 0.05 μm . Su desempeño es ideal en las zonas anteriores, donde las fuerzas masticatorias y tensiones son más leves, ya que permiten un acabado muy pulido y brillante que mejora la estética. No obstante, presentan limitaciones en las áreas posteriores debido a sus menores características físicas y mecánicas, como una mayor absorción de agua, mayor expansión térmica y menor rigidez.⁽⁴⁷⁾

- **Resina híbrida:** Se llaman así porque contienen una fase inorgánica de vidrios variados en composición y tamaño, que constituyen al menos el 60% del peso total. Las partículas van de 0,6 a 1 mm, y también incluyen sílice coloidal de 0,04 mm.⁽⁴⁷⁾

3.2.4. Resinas compuestas Kerr Neofil composite

Este material une resistencia y estética, siendo adecuado para restauraciones tanto anteriores como posteriores, con un 75% de relleno. La fórmula nano-híbrida, comprobada de manera independiente, garantiza una superficie de excelente calidad que facilita la pulibilidad y mejora la retención del esmalte. También destaca por su alta resistencia al desgaste y sus excepcionales propiedades físicas. Su amplia gama de colores, con tonos ideales y complementarios, permite lograr una estética sobresaliente en restauraciones anteriores y posteriores.⁽⁴⁸⁾

3.2.4.1. Propiedades de la resina compuesta kerr neofil composite

- **Alta resistencia.** Destacan por su alta resistencia tanto a la fractura como al desgaste por abrasión., lo que las hace adecuadas para su uso en áreas de la boca que están sometidas a una gran presión masticatoria. Ofrecen una buena durabilidad y pueden mantenerse en condiciones óptimas durante largos periodos.⁽⁴⁹⁾
- **Fácil manipulación.** Presenta una textura cremosa que facilita su manejo y moldeado durante las restauraciones dentales. Además, cuenta con buena adhesión a las superficies dentales, lo que permite una integración adecuada sin requerir grandes esfuerzos.⁽⁵⁰⁾
- **Baja contracción de polimerización.** Una de las ventajas de la resina compuesta Kerr Neofil es su baja contracción durante el proceso de polimerización. Esto ayuda a evitar el riesgo de microfiltración y la formación de fisuras en las restauraciones, lo que contribuye a una mejor estabilidad en el largo plazo.⁽⁵¹⁾
- **Buena radiopacidad.** Las resinas Kerr Neofil tienen una adecuada radiopacidad, lo que permite que se visualicen fácilmente en las radiografías dentales. Esto es

importante para la detección de problemas futuros, como caries recurrentes debajo de la restauración.⁽⁵¹⁾

- **Facilidad para pulir.** Estas resinas compuestas se pueden pulir con facilidad para lograr una superficie suave y brillante, lo que contribuye no solo a la estética, sino también a la resistencia de la restauración frente al desgaste y la acumulación de placa bacteriana.⁽⁵⁰⁾

3.2.4.2. Composición de la resina kerr neofil composite

- **Resina base (monómeros orgánicos):** La base de la resina está compuesta por monómeros orgánicos que sirven para ligar las partículas de relleno. Estos monómeros suelen ser el bis-GMA, que es el monómero más común en resinas compuestas debido a su buena adhesión y estabilidad.⁽⁴⁹⁾
- **Partículas de relleno (fillers):** Se utilizan partículas de relleno de vidrio o cerámica que proporcionan fuerza, durabilidad y resistencia al desgaste. Las resinas de tipo "nano-híbrido" como Neofil incorporan partículas nano (de tamaño extremadamente pequeño) que mejoran las propiedades mecánicas y estéticas. Estas partículas de relleno también contribuyen a la translucidez y el brillo natural.⁽⁵⁰⁾
- **Agentes de unión (adhesivos):** Estos compuestos facilitan la adherencia de la resina a la estructura dental, mejorando la retención de la restauración sobre el diente. Se utilizan en combinación con técnicas de grabado ácido y sistemas de adhesión dental.⁽⁴⁹⁾
- **Pigmentos y colorantes:** Para imitar el color y la apariencia del esmalte dental natural, la resina Kerr Neofil incluye una mezcla de pigmentos que permiten una personalización en las restauraciones, adaptándose a los tonos de los dientes del paciente.⁽⁴⁹⁾

Tabla 4. Composición, Usos y Propiedades de la Resina Kerr Neofil Composite en Odontología Restauradora

Componente	Descripción	Propiedades	Usos
Matriz Orgánica	Bis-GMA y UDMA.	Alta resistencia a la fractura y flexibilidad.	Base estructural de la resina.
Relleno Inorgánico	Partículas de vidrio y sílice.	Mejora la dureza y resistencia al desgaste.	Aumenta la resistencia y mejora la estética.
Tamaño de Partícula	Entre 0.4 a 3.0 micras.	Contribuye a una mejor estética y resistencia.	Permite un acabado liso y estético.
Agentes de Acoplamiento	Silano.	Aumenta la cohesión y resistencia a la fractura.	Mejora la adhesión entre componentes.
Iniciadores de Polimerización	Peróxido de benzoilo.	Garantiza un curado rápido y efectivo.	Facilita el curado de la resina.
Colorantes	Pigmentos variados.	Excelente estabilidad del color y resistencia a la decoloración.	Proporciona opciones estéticas para restauraciones.

3.2.4.3. Usos de la resina kerr neofil composite

- A. Restauraciones dentales directas:** La resina Kerr Neofil se utiliza para restaurar dientes cariados o dañados mediante el método directo, es decir, aplicándola directamente sobre el diente en la consulta. Esto incluye:
- B. Restauraciones en dientes anteriores:** Estos materiales pueden replicar con precisión las propiedades ópticas del diente, como la transmisión y reflexión de la luz, lo que permite resultados altamente estéticos. Esta característica las convierte en la opción preferida para tratamientos estéticos, especialmente en la zona anterior, donde la apariencia es fundamental.
- C. Restauraciones en dientes posteriores:** En dientes molares o premolares, donde se requieren propiedades de mayor resistencia al desgaste, la resina compuesta ofrece un rendimiento adecuado sin comprometer la estética.⁽⁵¹⁾

3.3. Definición de términos

- **Resina compuesta:** Material dental utilizado para restaurar dientes, compuesto por una mezcla de resinas y partículas de relleno, ideal para restauraciones estéticas.
- **Blanqueamiento dental:** conjunto de pasos que se siguen para aclarar el color de los dientes utilizando agentes blanqueadores como el PH o el PC. ⁽⁴³⁾
- **Rugosidad Superficial:** Son irregularidades en la textura de una superficie que afectan su funcionalidad y estética. ⁽²⁰⁾
- **Rugosidad media aritmética (Ra):** Es el promedio de las desviaciones absolutas de las irregularidades en una superficie con respecto a una línea de referencia. Esta medida, expresada en micrómetros (μm), se emplea para analizar y valorar la calidad o rugosidad de las superficies. ⁽¹⁹⁾
- **Rugosidad parcial:** Mide las irregularidades en una sección específica de una superficie, permitiendo identificar variaciones localizadas. Es útil para estudios detallados donde se requiere un análisis más específico. ⁽²⁰⁾
- **Rugosímetro de contacto:** Instrumento que mide la rugosidad superficial mediante el contacto físico con una sonda. Registra variaciones en altura y genera un perfil detallado para calcular parámetros como Ra y Rz. ⁽¹⁷⁾
- **Peróxido de hidrogeno:** Agente blanqueador comúnmente utilizado en tratamientos de blanqueamiento dental, que libera oxígeno y reduce las manchas en el esmalte. ⁽³⁷⁾
- **Peróxido de carbamida:** Derivado del PH, se usa en blanqueamiento dental por liberar lentamente peróxido de hidrógeno, ideal para tratamientos caseros. ⁽⁴⁰⁾
- **Resina Kerr Neofil:** Tipo de resina compuesta híbrida, utilizada para restauraciones estéticas de dientes, destacando por su alta resistencia y durabilidad. ⁽⁴⁸⁾

- **Resina híbrida:** Resina compuesta que combina partículas de relleno grandes y pequeñas, ofreciendo un balance entre estética y resistencia en restauraciones dentales. ⁽⁴⁷⁾
- **Resina microrelleno:** Resina compuesta con partículas muy pequeñas, lo que permite obtener una mayor estética, pero con menor resistencia que las resinas híbridas. ⁽⁴⁷⁾
- **Resinas convencionales:** Resinas compuestas con partículas de relleno grandes, que ofrecen una estética y resistencia limitadas en comparación con los tipos más modernos. ⁽⁴⁷⁾

IV. Metodología

4.1. Tipo y nivel de investigación

El tipo de la presente investigación es **aplicada** busca resolver problemas concretos en odontología, aplicando el conocimiento científico para mejorar tratamientos y materiales restauradores.

El enfoque de la presente investigación fue **cuantitativo**, ya que los datos se recolectaron de forma numéricas.

El nivel de la presente investigación es **experimental (*in vitro*)** busca explicar relaciones de causa y efecto. El nivel permite establecer cómo y por qué ocurren ciertos fenómenos, proporcionando evidencia científica sólida para la práctica clínica.

El diseño de esta investigación es **experimental** es necesaria para controlar variables y establecer relaciones de causa y efecto, permitiendo obtener resultados precisos y reproducibles. Se utiliza cuando se busca comprender cómo diferentes factores influyen en un fenómeno, facilitando la aplicación práctica de los hallazgos en la odontología.

4.2. Operacionalización de variables

4.2.1. Variable 1

Rugosidad superficial de las resinas compuestas Kerr NeoFil

Este término describe las irregularidades presentes en una superficie después de haber sido corregidas las deformaciones y las imperfecciones de su forma. ⁽²⁰⁾

4.2.2. Variable 2

Agentes blanqueadores

Es el ingrediente activo en los productos de blanqueamiento, responsable de aclarar las piezas tratadas. Se encuentra en todos los materiales diseñados para este propósito. ⁽⁴³⁾

Presenta las siguientes dimensiones: El blanqueamiento nocturno en casa usa PC en concentraciones bajas, mientras que el blanqueamiento en consultorio emplea PH en concentraciones altas para resultados más rápidos.

4.2.3. Matriz de Operacionalización de las variables.

Tabla 5. Operacionalización de las variables.

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Definición Operacional	Indicadores	Escala de Medición	Instrumentos
Agentes blanqueadores (VARIABLE INDEPENDIENTE)	“Los agentes blanqueadores son sustancias químicas que eliminan manchas y decoloraciones en los dientes mediante la oxidación de las moléculas responsables, logrando un efecto blanqueador visible”. ⁽²¹⁾	Peróxido de carbamida al 22% y Peróxido de hidrógeno al 35%	“El peróxido de carbamida al 22% y el peróxido de hidrógeno al 35% son concentraciones específicas utilizadas para evaluar su efecto en la rugosidad de las resinas compuestas”. ⁽³⁷⁾	Concentración	porcentaje (%)	Registro de la aplicación
Rugosidad superficial de las resinas compuestas Kerr NeoFil (VARIABLE DEPENDIENTE)	“La rugosidad superficial se refiere a las pequeñas irregularidades en la superficie de un material, causadas por procesos de fabricación o mecanizado”. ⁽²⁰⁾	Rugosidad media aritmética (Ra)	“La rugosidad media aritmética (Ra) es un parámetro que mide la desviación media de la superficie respecto a una línea media, calculada a lo largo de una longitud específica”. ⁽¹⁹⁾	Antes y después de la exposición a los agentes blanqueadores	micrómetros (μm)	Rugosímetro

4.3. Población y muestra

4.3.1. Población

La población consiste en 111 bloques circulares fabricados con resina compuesta Kerr NeoFil Composite, cada uno con un diámetro de 10 mm y un espesor de 2 mm.

4.3.2. Muestra

En esta investigación, se utilizó una muestra de 111 discos de resina Kerr Neofil Composite, los cuales se distribuyeron en tres grupos. La asignación de los discos a los grupos se llevó a cabo mediante un muestreo aleatorio simple, asegurando que cada disco tenga la misma probabilidad de ser seleccionado para formar parte de cualquiera de los grupos.

$$N = \left[\frac{(\lambda/f^2) + k}{k} \right]$$

- N es el tamaño total de muestra.
- k es el número de grupos.
- f es el tamaño del efecto.
- λ es el número de grupos y el error tipo I.

$$N = \frac{9.99}{0.3^2} = \frac{9.99}{0.09} = 111$$

4.3.2.1. Criterios de inclusión

- Resinas compuestas Kerr Neofil que no hayan sido previamente expuestas a tratamientos blanqueadores.
- Muestras con un tamaño uniforme (discos con un diámetro estándar).

4.3.2.2. Criterios de exclusión

- Resinas que presenten defectos visibles o daños.
- Muestras que hayan sido almacenadas en condiciones inadecuadas que puedan afectar sus propiedades.

4.3.3. Técnicas

Para analizar la rugosidad superficial de las resinas compuestas Kerr Neofil después de ser expuestas a distintos agentes blanqueadores, se utilizó una técnica de observación detallada que permitió documentar y monitorear con precisión cada etapa del análisis.

4.3.4. Instrumentos de Recolección de Datos

Se utilizó un cuadro de doble entrada como instrumento principal para organizar y registrar sistemáticamente los valores de rugosidad superficial de cada espécimen y grupo experimental durante el análisis en laboratorio.

El cuadro contará con columnas para distinguir cada grupo experimental, registrar las mediciones de rugosidad antes y después del tratamiento, y anotar observaciones importantes del proceso. Esta estructura favoreció una organización eficiente de la información y facilitó su análisis estadístico.

Los datos recogidos en el cuadro se utilizarán para evaluar las diferencias en la rugosidad superficial entre los tratamientos aplicados, ayudando a comprender cómo los agentes blanqueadores afectan las propiedades de las resinas compuestas Kerr NeoFil Composite. Este análisis aporta información valiosa para mejorar los tratamientos dentales basados en estos materiales.

4.4. Validación y confiabilidad de los instrumentos

Se aplicó una validez de contenido mediante la revisión de expertos en odontología, garantizando que los instrumentos midan correctamente las variables clave, como la rugosidad superficial de las resinas tras el tratamiento con blanqueadores.

El instrumento utilizado en esta investigación fue una ficha de recolección de datos basada en la propuesta de Yikilgan et al. (2017),⁽⁵²⁾ en su estudio "Effects of three different bleaching agents on microhardness and roughness of composite sample surfaces finished with different polishing techniques". Esta ficha, representada en forma de cuadro, facilitó el registro sistemático de los criterios correspondientes a los grupos experimentales y las

muestras analizadas, logrando organizar la información de manera efectiva y permitiendo un análisis claro y preciso de los resultados tras la exposición a distintos agentes blanqueadores.

4.4.1. Métodos de Presentación de Datos

- a. Tablas: Resumirán las mediciones de rugosidad superficial, mostrando los valores promedio y las desviaciones estándar para cada grupo experimental. Esto facilitará una comparación directa entre los diferentes tratamientos aplicados.

4.5. Procedimiento

Se elaboraron un total de 111 discos con resina compuesta Kerr Neofil Composite, utilizando jeringas de 4 gr, adecuados para restauraciones dentales anteriores y posteriores. Para obtener discos con dimensiones estandarizadas, Se utilizaron moldes de silicona con un diámetro de 5 mm y un espesor de 2 mm para garantizar la uniformidad de las muestras. Cada muestra fue fotopolimerizada con una lámpara de luz LED Woodpecker iLED II, aplicando una exposición de 3 segundos por cada lado del disco para asegurar una correcta polimerización del material. Las muestras fueron pulidas con una secuencia de discos abrasivos de grano fino (Extraíble 3M™ Sof-Lex™ XT 4931F), goma de pulido (AZDENT). Las muestras confeccionadas y pulidas fueron seleccionadas y almacenadas en unas bandejas especial para almacenamiento de muestras dentales, asegurando condiciones adecuadas para su conservación hasta el momento de la aplicación de los agentes blanqueadores. Cada grupo experimental fue sometido a un protocolo de blanqueamiento in vitro: Para el PC al 22 %, se aplicó el gel sobre la superficie de las muestras durante 48 horas, simulando un tratamiento casero. Para los grupos con PH 35%, se aplicó sobre la superficie de las muestras durante 1 horas, simulando un blanqueamiento de consultorio. Mientras el GC fue sometido a suero fisiológico por 48 horas. Antes y después de la exposición a los agentes blanqueadores, se evaluó la (Ra) de cada muestra utilizando un rugosímetro calibrado, siguiendo las normas ISO 4287 y 5436-1. Se realizaron tres mediciones por muestra en diferentes áreas y se calculó el promedio para cada una. El rugosímetro utilizó un palpador que recorrió la

superficie de la muestra, registrando las variaciones ascendentes y descendentes para calcular la rugosidad lineal. Este método permitió cuantificar de manera precisa las irregularidades superficiales producidas antes y después de la exposición a los agentes blanqueadores, todos datos obtenidos fueron registra en la ficha de recolección de datos.

4.6. Análisis de Datos

Se utilizó el análisis de varianza (ANOVA unifactorial) para comparar las medias de rugosidad superficial entre los grupos experimentales. Previamente, se aplicó la prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov para verificar la distribución de los datos, la cual indicó que no se cumplía el supuesto de normalidad. Debido a esto, se decidió emplear pruebas estadísticas no paramétricas en lugar del ANOVA, pues este requiere normalidad y homogeneidad de varianzas para su validez.

En consecuencia, en vista de que los datos no siguen una distribución normal. Se aplicaron las pruebas de Mann-Whitney U y Kruskal-Wallis para comparaciones entre grupos independientes, así como Wilcoxon para muestras relacionadas.

Para los análisis estadísticos se usó la última versión del software IBM SPSS Statistics-30, garantizando precisión y confiabilidad en los resultados.

V. Resultados y discusión

5.1. Análisis descriptivo

Tabla 6. Rugosidad inicial de resinas kerr neofil composite *in vitro* antes la exposición a diferentes agentes blanqueadores.

			Estadístico	Error estándar
Rugosidad antes de la exposición	Media		.29350	.036122
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	.22192	
		Límite superior	.36509	
	Media recortada al 5%		.24448	
	Mediana		.12200	
	Varianza		.145	
	Desv. estándar		.38056	
	Mínimo		.011	
	Máximo		1.968	
	Rango		1.957	
	Rango intercuartil		.343	
	Asimetría		1.953	.229
	Curtosis		4.039	.455

Fuente. Elaboración propia

La tabla 6, presenta los estadísticos descriptivos de la rugosidad superficial antes de la exposición, mostrando una media de 0.2935 con un error estándar de 0.0361, y un intervalo de confianza al 95% que va desde 0.2219 hasta 0.3651. Los tres valores más altos se reflejan en el máximo (1.968), el rango (1.957) y la desviación estándar (0.3806), mientras que los tres valores más bajos corresponden al mínimo (0.011), la mediana (0.1220) y la media recortada al 5% (0.2445). La asimetría positiva (1.953) indica una distribución sesgada hacia valores altos, y la curtosis (4.039) sugiere una distribución leptocúrtica, con picos más pronunciados que una distribución normal.

5.2. Análisis inferencial

5.2.1. Prueba de normalidad

Antes de realizar pruebas de hipótesis, es fundamental identificar el tipo de distribución de los datos. Esto permite seleccionar el método estadístico adecuado para su análisis, asegurando la validez y confiabilidad de los resultados.

Tabla 7. Pruebas de normalidad Kolmogórov-Smirnov rugosidad inicial de resinas Kerr Neofil composite in vitro tras la exposición a diferentes agentes blanqueadores.

	Tipo de agente blanqueador	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Rugosidad inicial	Grupo control	.875	15	.040
	Peróxido de carbamida 22%	.758	48	<.001
	Peróxido hidrogeno 35%	.712	48	<.001

Fuente. Elaboración propia.

La tabla 7 muestra la prueba de normalidad para rugosidad antes de la exposición, el grupo control mostró cierta normalidad (Kolmogórov-Smirnov: 0.203, $p=0.097$; Shapiro-Wilk: 0.875, $p=0.040$), aunque hay cierta duda según Shapiro-Wilk. En cambio, los grupos con PC al 22% (Kolmogórov-Smirnov: 0.220, $p<0.001$; Shapiro-Wilk: 0.758, $p<0.001$) y peróxido de hidrógeno al 35% (Kolmogórov-Smirnov: 0.277, $p<0.001$; Shapiro-Wilk: 0.712, $p<0.001$) presentaron valores estadísticos y p significativos, confirmando que estos datos no siguen una distribución normal.

5.2.2. Comparación de hipótesis general

Tabla 8. Prueba de Wilcoxon de rugosidad inicial y final de resinas kerr neofil composite in vitro tras la exposición a diferentes agentes blanqueadores.

	tipo de agente blanqueador	N	Rango promedio	Suma de rangos
Cambio rugosidad	Peróxido carbamida 22%	48	38.18	1832.50
	Peróxido hidrogeno 35%	48	58.82	2823.50
	Total	96		

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 9. Prueba de Wilcoxon y Mann-Whitney rugosidad inicial y final de resinas kerr neofil in vitro tras la exposición a diferentes agentes blanqueadores.

	Cambio rugosidad
U de Mann-Whitney	656.500
W de Wilcoxon	1832.500
Z	-3.631
Sig. asin. (bilateral)	<.001

Fuente. Elaboración propia.

A. Decisión

En la tabla 8, los datos muestran que el grupo tratado con peróxido de carbamida al 22% tiene un rango promedio de 38.18 y una suma de rangos de 1832.50, mientras que el grupo con peróxido de hidrógeno al 35% presenta un rango promedio mayor de 58.82 y una suma de rangos de 2823.50. Estos valores reflejan diferencias en la rugosidad superficial de las resinas compuestas entre los tratamientos, lo que es clave para evaluar el efecto relativo de cada agente blanqueador.

La prueba U de Mann-Whitney en la tabla 9 muestra un valor U de 656.500, un estadístico Z de -3.631 y un valor p menor a 0.001, inferior al nivel de significancia 0.05. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, concluyendo que existen diferencias estadísticamente significativas en el cambio de rugosidad superficial

entre los grupos tratados con peróxido de carbamida al 22% y peróxido de hidrógeno al 35%. Esto indica que un grupo tiende a tener valores de rugosidad distintos y mayores que el otro, reflejando un efecto diferencial de los agentes blanqueadores.

5.2.3. Comparación de la hipótesis 1

Tabla 10. Prueba de Wilcoxon rugosidad inicial y final de resinas kerr neofil composite in vitro tras la exposición al peróxido de carbamida 22%.

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Rugosidad final - rugosidad inicial	Rangos negativos	0 ^a	.00	.00
	Rangos positivos	48 ^b	24.50	1176.00
	Empates	0 ^c		
	Total	48		

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 11. Prueba de Wilcoxon de rugosidad inicial y final de resinas kerr neofil composite in vitro tras la exposición al peróxido de carbamida 22%.

		Rugosidad después – antes de la exposición
Z		-6.031
Sig. asin. (bilateral)		<.001

Fuente. Elaboración propia.

A. Decisión

En la tabla 10, todos los 48 casos del grupo experimental mostraron un aumento en la rugosidad, reflejado en rangos positivos, con una suma total de 1176.00 y un promedio de 24.50, sin que se observaran rangos negativos o empates.

En la tabla 11 el valor Z de -6.031 y el valor p menor a 0.001 indican que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, concluyendo que hay diferencias estadísticamente significativas en la rugosidad superficial de la resina compuesta tras la exposición al agente blanqueador. Esto confirma que los cambios observados no son producto del azar sino del efecto del tratamiento.

5.2.4. Comparación de la hipótesis 2

Tabla 12. Prueba de Wilcoxon de rugosidad inicial y final de resinas kerr neofil composite in vitro tras la exposición al peróxido de hidrogeno 35%.

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Rugosidad final -	Rangos negativos	0	.00	.00
rugosidad inicial	Rangos positivos	48	24.50	1176.00
	Empates	0		
	Total	48		

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 13. Prueba de Wilcoxon de rugosidad inicial y final de resinas kerr neofil composite in vitro tras la exposición al peróxido de hidrogeno 35%.

		Rugosidad después-antes de la exposición
Z		-6.031 ^b
Sig. asin. (bilateral)		<.001

Fuente. Elaboración propia.

A. Decisión

En la tabla 12 Los datos muestran que todos los casos del grupo experimental presentaron un aumento en la rugosidad superficial de la resina compuesta tras la aplicación de los agentes blanqueadores, reflejado en rangos positivos con un promedio de 24.50 y una suma total de 1176.00, sin registrar rangos negativos ni empates. Este incremento es consistente con investigaciones que reportan que los agentes blanqueadores pueden causar un aumento significativo en la rugosidad superficial de las resinas compuestas, afectando su estética y resistencia.

En la tabla 13 Se obtuvo un valor Z de -6.031 y un valor p inferior a 0.001, que es menor que el nivel de significancia de 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador.

5.3. Discusión

El estudio comparó el efecto de peróxido de carbamida al 22% y peróxido de hidrógeno al 35% sobre la rugosidad superficial de las resinas compuestas Kerr NeoFil mediante pruebas in vitro en Abancay, 2024. Los resultados mostraron que el PH al 35% produjo un aumento significativamente mayor en la rugosidad superficial (rango promedio 58.82) en comparación con el PC al 22% (rango promedio 38.18), con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$). Esto indica que el peróxido de hidrógeno tiene un impacto más agresivo en la superficie de las resinas compuestas que el PC. (Tabla 6 y 5).

Los estudios indican que el peróxido de hidrógeno, debido a su mayor concentración y poder oxidante, produce una mayor alteración en la matriz polimérica de las resinas compuestas, incrementando la rugosidad superficial. Reyes et al. (2022) ⁽²⁾ observaron que el peróxido de hidrógeno al 35% redujo significativamente la microdureza y aumentó la rugosidad, en comparación con el peróxido de carbamida al 16%, que mostró efectos menos pronunciados. Además, Mamani et al. (2023) ⁽¹¹⁾ reportaron que ambos agentes alteran la rugosidad, aunque sin diferencias significativas, lo que puede variar por tipo de resina y protocolos utilizados. Por otro lado, estudios como el de Obando et al. (2020) ⁽⁸⁾ resaltan que la respuesta de las resinas compuestas a los agentes blanqueadores depende no solo de la concentración, sino también de factores como la composición del material, el tiempo de exposición y el método de aplicación. Esto podría explicar que, aunque en algunos casos no se observen diferencias significativas entre los agentes, en nuestro estudio la diferencia fue clara y estadísticamente significativa.

En el presente estudio, la rugosidad superficial inicial de las resinas compuestas Kerr NeoFil Composite antes de la exposición a los agentes blanqueadores presentó una media de 0.2935 μm (IC 95%: 0.2219 – 0.3651), con una mediana de 0.122 μm y un rango amplio que varió entre 0.011 μm y 1.968 μm . Estos valores reflejan que, en general, las superficies

de las resinas estaban relativamente lisas antes del tratamiento, aunque con cierta variabilidad entre las muestras (Tabla 4).

Estos resultados son consistentes con lo reportado en la literatura sobre la rugosidad superficial de resinas compuestas recién pulidas. María M, et al. (2024) ⁽⁶⁾ y Obando et al. (2020) ⁽⁸⁾ reportaron valores de rugosidad superficial inferiores a 0.3 μm para resinas nanohíbridas y microhíbridas tras un protocolo adecuado de pulido, lo cual es favorable para reducir la adhesión bacteriana y la pigmentación. Además, Sampaio et al. (2017). ⁽¹⁵⁾ encontraron que resinas nanohíbridas presentan rugosidades similares después del pulido, mientras que Dan Popescu A; et al. (2023). ⁽⁷⁾ señalaron que la variabilidad en la rugosidad puede depender del sistema de pulido y la composición del material.

La asimetría positiva y la curtosis elevada observadas en los datos sugieren que algunas muestras presentaron valores de rugosidad más altos, probablemente debido a pequeñas irregularidades en el acabado o diferencias en la técnica de pulido. Esta variabilidad es común en estudios in vitro y puede atribuirse a factores como la heterogeneidad del material y la precisión del protocolo de pulido, tal como lo indica Llontop (2024). ⁽¹²⁾ Por ello, aunque la media indica una superficie lisa, es importante considerar esta dispersión en la interpretación de los resultados.

En este estudio, la rugosidad superficial promedio de las resinas compuestas Kerr NeoFil Composite aumentó de 0.25735 μm (desviación estándar 0.318) antes de la aplicación del PC al 22% a 0.33890 μm (desviación estándar 0.328) después del tratamiento. Este incremento indica un cambio moderado en la superficie del material tras la exposición al agente blanqueador (Tabla 5).

Estos hallazgos son coherentes con investigaciones previas que evaluaron el efecto del peróxido de carbamida en resinas compuestas similares. Mamani et al. (2023) ⁽¹¹⁾ reportaron un aumento en la rugosidad superficial de la resina Filtek Z-250 tras la aplicación

PC al 22%, aunque sin diferencias significativas en comparación con el PH al 35%. De manera similar, Sojo et al. (2018) ⁽¹³⁾ encontró que la resina Bulk Fill mostró un incremento en la rugosidad superficial tras tratamientos aclaradores con PC, confirmando la susceptibilidad del material a cambios superficiales inducidos por agentes blanqueadores.

Finalmente, Moura et al. (2015) ⁽²³⁾ destacaron que la rugosidad superficial de resinas compuestas depende no solo del agente blanqueador, sino también de la técnica de pulido y la composición del material, lo que puede explicar la variabilidad en los resultados reportados en diferentes estudios. Bedón (2017) ⁽⁴⁸⁾ y Chong (2015) ⁽³²⁾ también señalaron que sistemas de pulido y protocolos específicos influyen en la rugosidad final, lo que sugiere que el incremento observado podría ser mitigado con un adecuado acabado posterior al blanqueamiento.

En este estudio, la rugosidad superficial promedio de las resinas compuestas Kerr NeoFil Composite aumentó de $0.32777 \mu\text{m}$ (desviación estándar 0.457) antes de la aplicación del PH al 35% a $0.44627 \mu\text{m}$ (desviación estándar 0.460) después del tratamiento. La distribución de los cambios muestra que todas las muestras presentaron un aumento en la rugosidad, sin rangos negativos, lo que indica un efecto consistente del agente blanqueador sobre la superficie del material (Tabla 8).

Estos resultados coinciden con investigaciones previas que reportan un aumento significativo en la rugosidad superficial de resinas compuestas tras la aplicación de PH al 35%. Mamani et al. (2023) ⁽¹¹⁾ encontraron que la resina Filtek Z-250 presentó un incremento en rugosidad superficial hasta aproximadamente $0.496 \mu\text{m}$ tras exposición a este agente, valores similares a los observados en el presente estudio. Reyes et al. (2022) ⁽²⁾ también reportaron una reducción significativa en la microdureza y un aumento en la rugosidad superficial de resinas compuestas microhíbridas tras el uso de PH al 35%, confirmando el efecto agresivo de este agente.

Además, estudios como los de Frías. (2016) ⁽⁹⁾ y Sojo et al (2018) ⁽¹³⁾ han señalado que el PH, debido a su alta concentración y liberación rápida de radicales libres, puede causar alteraciones más severas en la matriz polimérica y la interfaz de relleno, aumentando la rugosidad y disminuyendo la microdureza de las restauraciones.

Los resultados muestran que el PH al 35% produjo un aumento promedio en la rugosidad superficial de las resinas compuestas Kerr NeoFil Composite de 0.1185 μm (DE 0.05456), mientras que el PC al 22% generó un incremento menor, con una media de 0.0815 μm (DE 0.05628). Ambos agentes mostraron un rango similar de variabilidad, aunque el peróxido de hidrógeno evidenció un efecto más pronunciado en la superficie del material (Tabla 7). Estos resultados coinciden parcialmente con estudios como el de Mamani et al. (2023), ⁽¹¹⁾ quienes reportaron que ambos agentes blanqueadores incrementan la rugosidad superficial de resinas compuestas, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas entre PC al 22% y PH al 35%. De igual forma, investigaciones realizadas de Chakraborty et al (2023) ⁽⁴⁾ concluyeron que no existen diferencias significativas en la rugosidad superficial entre estos dos agentes para la resina Filtek Z350 XT, lo que sugiere que la concentración no siempre determina el grado de alteración superficial.

Finalmente, otros estudios, como el de Reyes et al. (2022), ⁽²⁾ reportaron una mayor reducción en la microdureza y un aumento más significativo en la rugosidad con PH al 35%, atribuyendo esta diferencia a la mayor capacidad oxidante y liberación rápida de radicales libres de este agente en comparación con el peróxido de carbamida.

VI. Conclusiones

- En base al análisis y evaluación realizados, se concluye que la aplicación de los agentes blanqueadores PC al 22 % y PH al 35 % produce un aumento significativo en la rugosidad superficial. Este hallazgo confirma la hipótesis general planteada y se alinea con los objetivos específicos del estudio.
- Respecto al primer objetivo específico, se requieren que la RS inicial de las resinas Kerr NeoFil es baja, con una media de 0,257 μm , donde se concluye que la superficie es lisa y adecuada para su uso clínico antes de cualquier tratamiento blanqueador.
- Se concluye que la aplicación del agente blanqueador PC al 22 % genera un aumento significativo en la rugosidad superficial de las resinas compuestas Kerr NeoFil Composite, evidenciando que este tratamiento modifica la textura superficial del material, lo cual puede afectar sus propiedades estéticas y funcionales.
- Se concluye que la exposición al agente blanqueador PH al 35 % produce un incremento aún mayor y estadísticamente significativo en la rugosidad superficial de las resinas compuestas Kerr NeoFil Composite, siendo este agente más agresivo en comparación con el PC al 22 %.
- Se identificó que el PH al 35 % es el agente blanqueador que induce un cambio más significativo en la rugosidad superficial de las resinas compuestas Kerr NeoFil, lo que tiene importantes implicaciones clínicas para la selección y manejo de tratamientos estéticos dentales.

VII.Recomendaciones

- Se recomienda realizar un control de calidad riguroso en la fabricación y manipulación de las resinas compuestas para garantizar una superficie lisa y homogénea antes de cualquier procedimiento clínico, ya que una rugosidad inicial adecuada es fundamental para el éxito y durabilidad de las restauraciones dentales.
- Se sugiere que los profesionales de la odontología consideren el posible aumento en la rugosidad superficial al utilizar PC al 22 % como agente blanqueador, evaluando cuidadosamente el estado de las restauraciones antes y después del tratamiento para minimizar posibles daños estéticos y funcionales.
- Se recomienda precaución en el uso de PH al 35 % debido a su mayor efecto agresivo sobre la superficie de las resinas compuestas, sugiriendo la implementación de protocolos de protección.
- Se aconseja priorizar el uso de agentes blanqueadores menos agresivos cuando se trata de pacientes con restauraciones de resinas compuestas, considerando que el PH al 35 % genera un mayor incremento en la rugosidad superficial, lo que puede comprometer la estética y funcionalidad de las restauraciones.
- Se recomienda que futuros estudios incluyan análisis estadísticos rigurosos y comparativos para evaluar el impacto de diferentes agentes blanqueadores y condiciones de aplicación, con el fin de generar evidencia científica.

VIII. Referencias

1. Michel S. Restablecimiento de la oclusión dental con resinas compuestas. *Revista Orbis Tertius UPAL*. 2022; 6 (11): 125-39. Disponible en: <https://biblioteca.upal.edu.bo/htdocs/ojs/index.php/orbis/article/view/117>
2. Reyes C, Scipión J, Galarza P, Mendoza Y, Estela L, Poma C. Efecto de dos agentes de aclaramiento sobre la microdureza superficial de una resina compuesta. *Revista en Odontostomatología*. 2024; 40 (2): 57-62. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0213-12852024000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es
3. Álvarez A, Córdova M. Eficacia y sobrevida de sellantes dentales: revisión de la literatura [tesis pregrado]. Cuenca-Ecuador: Universidad de Cuenca; 2023. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/41557>
4. Chakraborty A, Purayil T, Gijnjupalli K, Pentapati K, Shenoy N. Effect of in-office bleaching agent on the surface roughness and microhardness of nanofilled and nanohybrid composite resins. *Revista research article*. 2023; 12: 129. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10311121/>
5. Domínguez A, Paredes A, Gómez A, Martínez A, Acevedo G, Gomes M. Efectos de la aplicación de peróxido de hidrógeno al 35% y cepillado sobre el esmalte dental. *Revista Ustasalud*. 2013; 12 (1): 41-6. Disponible en: <https://doi.org/10.15332/us.v12i1.1114>
6. Popescu D, Tuculina J, Diaconu A, Gheorghiiță L, Nicolicescu C, Cumpăță N, Petcu, C, Abdul-Razzak, J, Rîcă, A, Voinea-Georgescu, R. Efectos de los agentes blanqueadores dentales sobre la rugosidad de la superficie de los materiales de restauración dental. *Medicina*. *Revista medicina*. 2023; 25 (2): 40-52 59 (6): 1067. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/medicina59061067>
7. Maria M, Dumitrache B, Ghilott J, Sanz J, Llena C. Effect of Bleaching Agents on Composite Resins with and without Bis-GMA: An In Vitro Study. *Revista J Funct Biomater*. 2024; 15 (6): 144. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2079-4983/15/6/144>
8. Obando C, Taboada A, Flores C, Castilla M, Armas C. Efecto de tres enjuagues bucales en la degradación superficial de resinas compuestas: estudio in vitro. *Revista*

- Odontopediatría Latinoamericana. 2020; 8(2):141-53. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=91783>
9. Frías G. Efecto del blanqueamiento dental en la rugosidad del esmalte: análisis comparativo in vitro entre peróxido de hidrógeno y peróxido de carbamida [tesis pregrado]. Ecuador-Quito: Universidad Central del Ecuador; 2016. Disponible en: <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/www.dspace.uce.edu.ec>
 10. Bazan P. Microdureza superficial de resinas compuestas Bulk Fill expuestas a peróxido de carbamida antes y después del pulido. In vitro [tesis pregrado]. Chachapoyas: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; 2023. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14077/3572>
 11. Mamani V, Michilot L, Vidales D. Rugosidad de resinas Filtek Z-250 frente a la acción de dos tipos de agentes blanqueadores, estudio in vitro [tesis pregrado]. Tacna: Universidad Continental; Universidad Continental; 2023. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/13362>
 12. Llontop A. Rugosidad superficial en resinas compuestas nanoparticulada convencional y Bulk Fill, ante la exposición de agentes químicos y físicos [tesis pregrado]. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo; 2024. Disponible en: <https://orcid.org/0000-0002-1102-9613>.
 13. Sojo J, Zúñiga A. Comparación in vitro de la microdureza y rugosidad superficial de resinas bulk fill después del desafío abrasivo con una pasta dental blanqueadora [tesis pregrado]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; 2018. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/625137>.
 14. Alarcón S, Chávez A. Rugosidad superficial de dos resinas compuestas después de la inmersión en bebidas gaseosas: estudio in vitro. Rev Científica Odontológica. 2024; 12 (1): e185. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC11247465/>
 15. Micaela Y. Resistencia de las resinas acrílicas de polimetil-metacrilato vs bis-acrílicas de autocurado a fuerzas de compresión [tesis pregrado]. Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo; 2019; Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/5866>

16. Pérez V, Núñez P, Coronado G. Propuesta metodológica para el estudio de las rugosidades superficiales y su representación en los planos (Original). *ROCA Rev Científico-Educ Prov Granma*. 2022; 18 (4): 122-150. Disponible en: <https://portal.amelica.org/ameli/journal/440/4403496016/html/>
17. Aulbach L, Salazar F, Lu M, Koch W. Non-Contact Surface Roughness Measurement by Implementation of a Spatial Light Modulator. *Sensors*. 2017; 17 (3): 596. disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5375882/>
18. Akbarzadeh A, André k, Joachim S, Daria Z, Marit S, Berit L. High resolution imaging of soft alginate hydrogels by atomic force microscopy. *Carbohydr Polym*. 2022; 276 (23): 118-804. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861721011917>
19. Ramon S. Estudio comparativo in vitro sobre el grado de rugosidad superficial usando tres diferentes sistemas de pulido intraoral en cerámicas de silicato de litio reforzado con óxido de zirconio. *OdontoInvestigación*. 2022; 8 (2): 234-243. Disponible en: <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/odontoinvestigacion/article/view/2535>
20. Evident [Internet]. Medición de la rugosidad superficial: Evaluación de parámetros; Lima-Perú: 2023[citado 19 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://www.olympus-ims.com/es/metrology/surface-roughness-measurement-portal/evaluating-parameters/>
21. Wasserman I, Cardona M, Fernández M, Mejía A. Efectividad y estabilidad del blanqueamiento dental, una revisión sistemática. *Rev Salud Bosque [Internet]*. 2014 [citado 19 de diciembre de 2024]; 7-18. Disponible en: <https://doi.org/10.18270/rsb.v4i2.21>
22. Roesch R, Peñaflor E, Navarro R, Dib A, Estrada E. Tipos y técnicas de blanqueamiento dental. *Oral*. 2007; 8 (25): 392-5. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=25998>
23. Macias D, Jimbo J, Alarcon, E. Riesgos del blanqueamiento dental de piezas no vitales. *Rev salud & Amp; ciencias médicas*. 2025; 4 (6), 97–111. Disponible en: <https://doi.org/10.56124/saludcm.v4i6.008>

24. Chaple M, Alain M, Fernández G, Eduardo M, Quintana M, Lisandra R, Bersezio C. Riesgo biológico del blanqueamiento dental interno. *Rev Cuba Estomatol.* 2021; 58 (3). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0034-75072021000300010 &lng =es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0034-75072021000300010&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
25. Gomes P. Pastas dentales con hidroxiapatita: ¿una alternativa a las pastas dentales fluoradas? (tesis pregrado). Brasil: Universidade Fernando Pessoa, Faculdade de Ciências da Saúde; 2021. Disponible en: <https://bdigital.ufp.pt/handle/10284/10715>
26. Lorenzo A. Atlas terapéutico de blanqueamiento dental. Ediciones Especializadas Europeas; 2013. 365 p. Disponible en: https://www.google.com.pe/books/edition/Atlas_terap%C3%A9utico_de_blanqueamiento_den/226ODwAAQBAJ?hl=es&gbpv=0.
27. Moradas M. ¿Qué material y técnica seleccionamos a la hora de realizar un blanqueamiento dental y por qué?: protocolo para evitar hipersensibilidad dental posterior. *Rev. En Odontoestomatol.* 2017; 33 (3): 103-12. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0213-12852017000300002&lng=es&nrm=iso&tlng=es
28. Almassri S, et al. The effect of oral anti-inflammatory drugs on reducing tooth sensitivity due to in-office dental bleaching: A systematic review and meta-analysis. *J Am Dent Assoc.* 2019; 150 (10): 145-57. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002817719303915>
29. Cessa E. Aclaramiento dental: revisión de la literatura y presentación de un caso clínico. *Rev ADM Órgano Of Asoc Dent Mex.* 2018; 75 (1): 9-25. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=77669>
30. Smidt A, Feuerstein O, Topel M. Mechanical, morphologic, and chemical effects of carbamide peroxide bleaching agents on human enamel in situ. *Quintessence Int Berl Ger.* 2011; 42 (5): 407-12. Disponible en: <https://europepmc.org/article/med/21519560>.
31. Mengoli M. Efectividad de la fotoactivación del peróxido de hidrógeno al 37% en el blanqueamiento dental: Estudio piloto in-vitro [tesis pregrado]. Valencia: Universidad Europea Valencia; 2023. Disponible en: <https://titula.universidadeuropea.com/handle/20.500.12880/5673>

32. Singh N, Ranjan D, Mahreen S, Pattanaik A, Kaur G, Nagpal A. A Comparative Evaluation of the Effects of Three Remineralizing Agents on Bleached Enamel: A Scanning Electron Microscopy (SEM) Analysis. *Cureus*. 2023; 15 (4): 37-240. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10164350/>
33. Müller-Heupt LK, Wiesmann-Imilowski N, Kaya S, Schumann S, Steiger M, Bjelopavlovic M, Deschner J, Al-Nawas B, Lehmann K. Effectiveness and Safety of Over-the-Counter Tooth-Whitening Agents Compared to Hydrogen Peroxide In Vitro. *Int J Mol Sci*. 2023; 24 (3): 19-56. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36768279/>.
34. Rojas A. Blanqueamiento dental: Revisión de la literatura y presentación de un caso clínico [tesis pregrado]. Huancayo: Universidad Peruana Los Andes; 2022. Disponible en: <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/4985>
35. Perdigão J, Araujo E. At-Home Tooth Bleaching: Current Evidence and Clinical Applications. En: Perdigão J, editor. *Tooth Whitening: An Evidence-Based Perspective* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2023. p. 113-57. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-031-38244-4_6
36. Vera M. Microfiltración marginal en resinas compuestas, después de la exposición a colutorios que contienen peróxido de hidrógeno [tesis pregrado]. Estudio in vitro. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo; 2022. Disponible en: <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/4452>
37. Tacuri X. Ventajas y desventajas del aclaramiento dental entre peróxido de hidrógeno 35% (ultradent) de consultorio y peróxido de carbamida 10% (ultradent) de uso doméstico: Artículo de revisión [tesis pregrado]. Ecuador: Universidad Católica de Cuenca; 2021. Disponible en: <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/13514>
38. Gamero A. [Ph stability of four hydrogen peroxide bleaching gels at different time intervals]. *Rev Cient Odontol Univ Cient Sur*. 2021; 9 (2): 058. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38465270/>.
39. López L. Eficacia de los tipos de blanqueamiento dental [tesis pregrado]. Ecuador: Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí; 2024. Disponible en: <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/4923>

40. Montaña J, Ibarra T. Eficacia del blanqueamiento dental con láser ND YAG y lámpara LED con peróxido de carbamida al 10%. *Anu Investig UM*. 2020; 1 (1): 13-5. Disponible en: <http://anuarioinvestigacion.um.edu.mx/index.php/anuarioium/article/view/145>.
41. Herrera P, et al. Penetración en la cámara pulpar del blanqueamiento dental con peróxido de carbamida a diferentes concentraciones. *Odontología*. dialnet. Unirioja. 2020; 22 (1): 5-20. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7745005>
42. Guzmán E, Benítez M. “Factores asociados a la sensibilidad dental en procedimientos de aclaramiento vital” [tesis pregrado]. Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo; 2020. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6851>
43. Sulca L, López I. Resistencia flexural de las resinas fluida convencional, fluida bulk fill y fluida de alta carga: estudio in vitro. *Rev Científica Odontológica*. 2023; 11 (3): e161. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10809959/>
44. Alvarado H, Huertas G. Resina precalentada como agente cementante: una revisión de tema. *Revista Ces Odontología*. 2020; 33 (2): 159-74. Disponible en: <https://doi.org/10.21615/cesodon.33.2.14>.
45. Morales M, Aguilar S. Efecto de la bebida carbonatada azucarada en la estabilidad cromática de tres diferentes resinas compuestas nanohíbridas [tesis pregrado]. peru: Universidad Continental; 2023. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/13871>
46. Contreras V, Quispe N. Profundidad de polimerización de una resina compuesta un cromática y una resina de nanorelleno, Huancayo 2023 [tesis pregrado]. Huancayo: Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt; 2023. Disponible en: <http://repositorio.uoosevelt.edu.pe/handle/20.500.14140/1659>
47. PROSEMEDIC. Resinas dentales. 2023 [citado 19 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://www.prosemedic.com/resinas-dentales/>
48. NeoFil KERR (Jeringa de 4g) Resina compuesta de Nanorelleno Restauración Anterior/Posterior — Perú Dentistry [Internet]. [citado 19 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://perudentistry.com/producto/neofil-kerr/>

49. Neofil | Kerr Resources | Kerr Dental [Internet]. [citado 19 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://www.kerrdental.com/es-es/resource-center/neofil>
50. Neofil Nano Composite Restorative Kerr | Composites Dentales | Techdent [Internet]. [citado 19 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://techdent.cl/producto/neofil-nano-composite-restorative-kerr/>
51. Cajamarca A. Sistemas de pulido y su impregnación residual sobre resinas compuestas [tesis pregrado]. Ecuador: Universidad Regional Autónoma De Los Andes; 2023. Disponible en: <https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/17354>
52. Yikilgan İ, Kamak H, Akgul S, Ozcan S, Bala O. Tres agentes blanqueadores distintos influyen en la microdureza y la textura superficial de muestras compuestas, han sido finalizadas con diversas técnicas de pulido. J Clin Exp Dent. marzo de 2017; 9 (3): 460-5.

Los anexos, panel fotográfico y otros documentos están resguardados en la oficina de repositorio digital institucional en la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes