



Universidad Católica de Santa María

Facultad de Odontología Escuela Profesional de Odontología

Efecto de tres colutorios con contenido de alcohol sobre la microdureza superficial de dos resinas nanohíbridas: estudio in vitro. Arequipa, 2025

Tesis presentada por:

Zeballos Diaz, Nicole Tatiana

ORCID: 0009-0002-8580-3736

para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Asesor (a):

Dr. Baldarrago Salas, Willmer Jose

ORCID: 0009-0007-5276-1476

Arequipa – Perú

2026

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ODONTOLOGIA

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 30 de Mayo del 2026

Dictamen: 017951-C-EPO-2026

Visto el borrador del expediente 017951, presentado por:

2020177902 - ZEBALLOS DIAZ NICOLE TATIANA

Titulado:

**EFFECTO DE TRES COLUTORIOS CON CONTENIDO DE ALCOHOL SOBRE LA MICRODUREZA
SUPERFICIAL DE DOS RESINAS NANOHÍBRIDAS: ESTUDIO IN VITRO. AREQUIPA, 2025**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

CIRUJANO DENTISTA

**04641311 - TEJADA TEJADA RENAN FERNANDO
DICTAMINADOR**



**29238358 - SALAS ROJAS MONICA HILDA CLEOFE
DICTAMINADOR**



**29649041 - ZEVALLOS CHAVEZ MARCO ANTONIO
DICTAMINADOR**



EFFECTO DE TRES COLUTORIOS CON CONTENIDO DE ALCOHOL SOBRE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL DE DOS RESINAS NANOHÍBRIDAS: ESTUDIO IN VITRO. AREQUIPA, 2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%	9%	1%	0%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucsm.edu.pe	7%
	Fuente de Internet	
2	pmc.ncbi.nlm.nih.gov	1%
	Fuente de Internet	
3	repositorio.ujcm.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
4	repositorio.continental.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	

Excluir citas Apagado Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía Apagado

DEDICATORIA

Al Señor mi Dios, por todo su amor y fidelidad; porque desde el día uno sentí su mano acompañándome e instruyendo mis pasos, porque sé que sin su respaldo nada de esto hubiera sido posible.

A Zulma, mi amada mamá, por su amor, su apoyo, su paciencia, por instarme a esforzarme cada día y por creer en mí, aun cuando ni yo misma lo hacía, por enseñarme lo que es sobreponerse a las situaciones difíciles, por todos esos abrazos que me dieron la fuerza para seguir, por ser esa lucecita que me alumbraba en mis días más oscuros, gracias por estar ahí para mí en todo momento en las buenas, en las malas y en las peores, por criarme con valores bien establecidos y enseñarme sobre el amor a Dios.

A Uriel, mi entrañable papá, por haber sido un maravilloso padre durante 15 años, porque a pesar que ya no está conmigo, es gracias a todo su amor, su esfuerzo, su paciencia, su empatía y su dedicación que hoy puedo estar donde estoy; gracias por amarme tan profundamente, por ser el mejor ejemplo de fe, de amor incondicional, de esperanza, de resiliencia y especialmente de valentía, gracias por enseñarme a amar a Dios y a las personas.

Con todo mi amor, gratitud y respeto; gracias por creer, confiar en mí y amarme a pesar de todo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, porque ser mi apoyo seguro, porque me dio fuerzas cuando más las necesitaba, porque se mantuvo leal a mi lado y me regaló su paz y su amor; porque dirige mi camino y pone a personas increíbles en mi vida. Gracias por haber estado conmigo y no haberme dejado nunca, espero servirte y honrarte con mi profesión.

A mi mamá y papá, porque gracias a su esfuerzo y perseverancia tuve la oportunidad de estudiar esta hermosa carrera. Gracias por educarme con tanto amor, por enseñarme sobre las cosas que realmente importan. Gracias mi bella mamá por estar ahí conmigo desde el día uno y hacerme saber que todo estaría bien. Gracias papá porque, aunque ya no estás aquí aun puedo sentir tu amor cada día y sentirte conmigo; porque vives en mi corazón y en mi mente. Les agradezco a los dos por ser los mejores padres que Dios pudo haberme regalado, los quiero con todo mi ser; y esto también es para ustedes, porque es fruto de su esfuerzo.

A mis docentes por instruirme en este camino tan complicado a veces, gracias por su paciencia, dedicación y compromiso educativo; porque no solo me brindaron sus conocimientos y su sabiduría; sino que hicieron que esta etapa universitaria fuera más llevadera; porque en muchos de ustedes además de maestros encontré buenos amigos.

A los amigos que conocí y me acompañaron en esta etapa de formación, gracias por compartir risas, enojos, alegrías y hasta lágrimas; pero en especial a mis dos mejores amigas Selim y Flor, que más que mis amigas se convirtieron en mis hermanas, gracias por apoyarme en todo momento, ser mis cómplices en nuestras aventuras, porque estuvieron para mí cuando más las necesitaba, son una parte muy importante de mi vida.

A mi familia y amigos, particularmente a mi tía Lety por estar siempre ahí para mí, mostrarme su cariño y estar dispuesta a ayudarme siempre, a mi hermana Yuly por apoyarme con sus palabras de aliento y confiar en mí; a mi tía Rosario, por siempre preocuparse por mí y ser también mi paciente, a mi querida amiga Jimena, por acompañarme y ser mi cómplice en la vida, las quiero mucho.

Finalmente agradezco a cada persona que me mostró su apoyo y respaldo durante todo este proceso, a mi asesor y dictaminadores, a los técnicos dentales con los que trabajé, a cada paciente que me confió su tratamiento, les expreso mi más sincera gratitud.

EPÍGRAFE



“Esfuérzate y sé valiente, no tengas miedo ni te acobardes, porque el Señor tu Dios te acompañará siempre dondequiera que vayas.”

Josué 1:9

RESUMEN

Objetivo: El propósito principal de esta investigación fue evaluar el impacto de tres colutorios bucales con alcohol en la dureza de la superficie de dos tipos de resinas nanohíbridas: Vittra APS y Filtek™ Z350 XT. De manera específica, se buscó evaluar y comparar los niveles de microdureza Vickers tras la inmersión en diferentes formulaciones comerciales para fundamentar criterios clínicos de prescripción basados en evidencia.

Metodología: Se utilizó un diseño experimental de laboratorio, con enfoque cuantitativo y de tipo transversal. La muestra estuvo compuesta por 48 cilindros de resina, elaborados siguiendo la norma ISO 4049, con 8 mm de diámetro y 4 mm de grosor. Estos cilindros se repartieron en dos grupos principales según el material usado (Vittra APS y Filtek Z350 XT), y cada grupo se dividió en cuatro subgrupos: uno que sirvió como control y tres experimentales, que fueron sumergidos en los colutorios Dento X-tra Cool, LISTERINE® Cool Mint y Enjuague Bucal Tottus Frescura Total. El protocolo de inmersión consistió en 10 minutos diarios durante un periodo de 10 días, tras lo cual se midió la microdureza superficial mediante un durómetro digital marca GOYOJO.

Resultados: Los análisis estadísticos con las pruebas ANOVA y T de Student mostraron que todos los colutorios con alcohol causaron una reducción importante en la dureza superficial de las dos resinas ($p < 0,05$). En la resina Vittra APS, el valor promedio pasó de 120,33 HV en el grupo control a un mínimo de 100,33 HV con el colutorio Listerine. En cambio, en la resina Filtek Z350 XT, la dureza inicial de 129,83 HV disminuyó hasta 108,50 HV con el mismo producto. Los hallazgos confirman que el colutorio Listerine Cool Mint es el agente que generó la mayor reducción de la microdureza, seguido por Dento X-tra Cool y, en menor medida, el enjuague Tottus.

Conclusiones: El contacto prolongado con colutorios bucales que contienen alcohol disminuye de manera importante la dureza superficial de las resinas nanohíbridas Vittra APS y Filtek Z350 XT. Los resultados validan la hipótesis planteada, demostrando que el etanol actúa como un agente degradante que debilita la red polimérica y altera la estabilidad de la matriz orgánica, lo que puede comprometer la longevidad de las restauraciones. Finalmente, se recomienda a los profesionales dentales considerar estos hallazgos al prescribir colutorios bucales, priorizando formulaciones que no tengan contenido de alcohol en su composición.

Palabras clave: Microdureza, colutorios con alcohol, resinas nanohíbridas.

SUMMARY

Objective: The main purpose of this research was to evaluate the impact of three alcohol-based mouthwashes on the surface hardness of two types of nanohybrid resins: Vittra APS and Filtek™ Z350 XT. Specifically, the study aimed to evaluate and compare Vickers microhardness levels after immersion in different commercial formulations to support evidence-based clinical prescription criteria.

Methodology: A cross-sectional, quantitative laboratory experimental design was used. The sample consisted of 48 resin cylinders, manufactured according to ISO 4049, with a diameter of 8 mm and a thickness of 4 mm. These cylinders were divided into two main groups according to the material used (Vittra APS and Filtek Z350 XT), and each group was further divided into four subgroups: one control and three experimental groups, which were immersed in Dento X-tra Cool, LISTERINE® Cool Mint, and Tottus Total Freshness Mouthwash. The immersion protocol consisted of 10 minutes daily for 10 days, after which surface microhardness was measured using a GOYOJO digital durometer.

Results: Statistical analyses using ANOVA and Student's t-tests showed that all alcohol-based rinses caused a significant reduction in the surface hardness of both resins ($p < 0.05$). For the Vittra APS resin, the average value decreased from 120.33 HV in the control group to a minimum of 100.33 HV with the Listerine rinse. In contrast, with Filtek Z350 XT resin, the initial hardness of 129.83 HV decreased to 108.50 HV with the same product. The findings confirm that Listerine Cool Mint mouthwash is the agent that generated the greatest reduction in microhardness, followed by Dento X-tra Cool and, to a lesser extent, Tottus mouthwash.

Conclusions: Prolonged contact with mouthwashes containing alcohol significantly decreases the surface hardness of Vittra APS and Filtek Z350 XT nanohybrid resins. The results validate the hypothesis, demonstrating that ethanol acts as a degrading agent that weakens the polymer network and alters the stability of the organic matrix, which can compromise the longevity of restorations. Finally, dental professionals are advised to consider these findings when prescribing mouthwashes, prioritizing formulations that do not contain alcohol.

Keywords: Microhardness, alcohol mouthwashes, nanohybrid resins.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

EPÍGRAFE

RESUMEN

SUMMARY

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	2
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.1. Determinación del problema	3
1.2. Descripción del problema.....	4
1.4.1. Estudio original.....	4
1.4.2. Relevancia científica.....	5
1.4.3. Relevancia Social.....	5
1.4.4. Viabilidad.....	5
2. OBJETIVOS	6
3. MARCO TEÓRICO	7
3.1. Marco Conceptual	7
3.1.1. Resinas Compuestas.....	7
3.1.2. Colutorios Bucales y Agentes Químicos	32
3.1.3. Interacción entre el Alcohol y las Resinas Compuestas	36
3.1.4. Dureza y Microdureza superficial.....	38
3.2. Antecedentes investigativos	42
3.2.1. Locales:	42
3.2.2. Nacionales:.....	43
3.2.3. Internacionales:	45

4. HIPÓTESIS	48
CAPITULO II	49
1. METODOLOGÍA.....	50
1.1. Diseño Metodológico	50
1.2. Análisis de Variables.....	51
1.3. Técnica de investigación	51
1.4. Técnica de ejecución de investigación.....	52
1.3.1 Selección de muestras.....	52
1.3.2 Tamaño de la muestra.....	52
1.3.3 Preparación de muestras y metodología:	53
1.3.4 Instrumento Documental	57
1.5. Validación de los instrumentos:	57
1.6. Materiales:.....	58
2. CAMPO DE VERIFICACIÓN	58
2.1. Ubicación Espacial.....	58
2.2. Unidades de Estudio.....	59
3. ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN	59
3.1. Organización	59
3.2. Recursos	60
CAPITULO III.....	62
RESULTADOS.....	62
DISCUSIÓN	82
CONCLUSIONES	85
RECOMENDACIONES.....	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
REGISTRO VISUAL.....	98
DICTÁMEN COMITÉ DE ÉTICA	104

ÍNDICE DE TABLAS

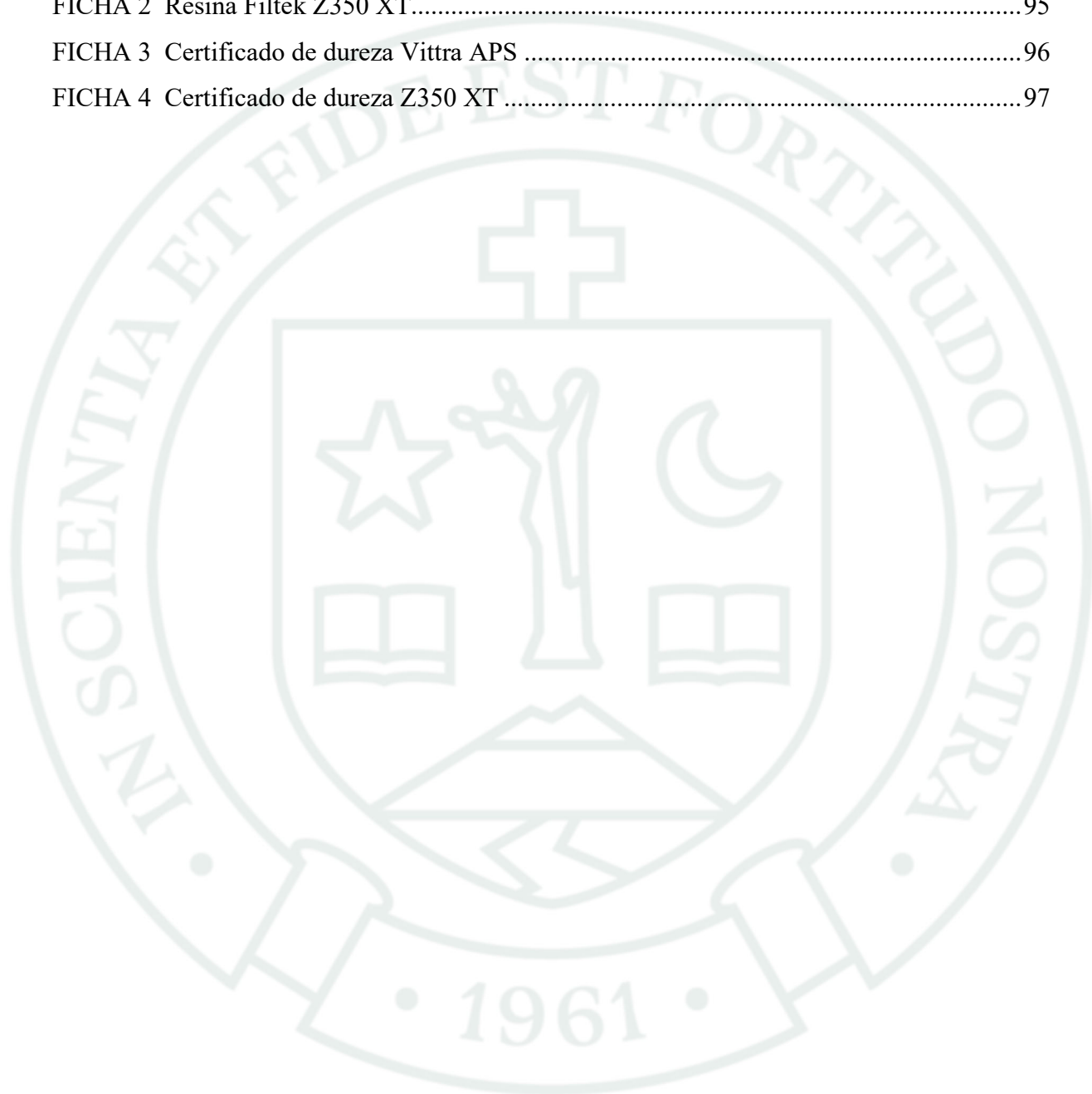
TABLA 1 Metodología.....	50
TABLA 2 Variables.....	51
TABLA 3 Ficha de observación	57
TABLA 5 Unidades de Estudio	59
TABLA 5 Cronograma de actividades	61
TABLA 6 Análisis Estadístico.....	61
TABLA 7 Prueba de Normalidad	63
TABLA 8 Microdureza. Vittra APS. Colutorio Dento X-Tra Cool	66
TABLA 9 Microdureza. Vittra APS. Colutorio Listerine Cool Mint	68
TABLA 10 Microdureza. Vittra APS. Colutorio Tottus enjuague bucal	70
TABLA 11 Comparación de microdureza. Resina Vittra APS	72
TABLA 12 Microdureza. Filtek Z350 XT. Colutorio Dento X-Tra Cool.....	74
TABLA 13 Microdureza. Filtek Z350 XT. Colutorio Listerine Cool Mint.....	76
TABLA 14 Microdureza. Filtek Z350 XT. Colutorio Tottus enjuague bucal	78
TABLA 15 Comparación de microdureza. Resina Filtek Z350 XT	80

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 Normalidad Vittra APS	64
FIGURA 2 Normalidad Filtek Z350 XT	65
FIGURA 3 Microdureza. Vittra APS. Colutorio Dento X-Tra Cool.....	67
FIGURA 4 Microdureza. Vittra APS. Colutorio Listerine Cool Mint	69
FIGURA 5 Microdureza. Vittra APS. Colutorio Tottus enjuague bucal.....	71
FIGURA 6 Comparación de microdureza. Resina Vittra APS	73
FIGURA 7 Microdureza. Filtek Z350 XT. Colutorio Dento X-Tra Cool	75
FIGURA 8 Microdureza. Filtek Z350 XT. Colutorio Listerine Cool Mint.....	77
FIGURA 9 Microdureza. Filtek Z350 XT. Colutorio Tottus enjuague bucal	79
FIGURA 10 Comparación de microdureza. Resina Filtek Z350 XT	81
FIGURA 11 Resina Vittra APS	98
FIGURA 12 Resina Filtek Z350 XT	98
FIGURA 13 Dento X-Tra Cool	99
FIGURA 14 Listerine Cool Mint.....	99
FIGURA 15 Tottus enjuague bucal	100
FIGURA 16 Durómetro	100
FIGURA 17 Elaboración de muestras	101
FIGURA 18 Elaboración de muestras	101
FIGURA 19 Elaboración de muestras	102
FIGURA 20 Elaboración de muestras	102
FIGURA 21 Grupos experimentales.....	103
FIGURA 22 Grupos experimentales.....	103

ANEXOS

FICHA 1 Resina Vittra APS	94
FICHA 2 Resina Filtek Z350 XT.....	95
FICHA 3 Certificado de dureza Vittra APS	96
FICHA 4 Certificado de dureza Z350 XT	97



INTRODUCCIÓN

La evolución de los biomateriales ha consolidado el uso de las resinas compuestas nanohíbridas en la restauración de piezas dentarias, las cuales integran rellenos de escala nanométrica y micrométrica para optimizar las propiedades mecánicas y ópticas. Si bien estos materiales destacan por su resistencia a la fractura y alta capacidad de pulido, su longevidad está ligada al entorno dinámico de la cavidad bucal. En este sentido, la dureza superficial es un indicador muy importante, ya que representa la capacidad del material para resistir el desgaste, las deformaciones permanentes y el deterioro de su estructura cuando se somete a esfuerzos propios de su función (1).

No obstante, la integridad de la superficie restaurada puede verse comprometida por la exposición a agentes químicos, específicamente los colutorios bucales presentes en el comercio. Diversas formulaciones emplean el alcohol etílico como vehículo solvente y conservante; sin embargo, existe evidencia de que este compuesto puede ejercer un efecto nocivo sobre la fase orgánica de la resina. Este proceso de solubilidad puede favorecer la liberación de monómeros que quedan en el material, lo que desestabiliza la red polimérica y modifica de manera importante las propiedades físicas y mecánicas del material (2).

A pesar de la literatura existente, los diversos protocolos experimentales y la constante innovación en la composición química de las resinas exigen una mayor profundización. Por tanto, es imperativo generar evidencia comparativa que evalúe el impacto de distintas concentraciones de alcohol de los colutorios sobre la estructura de las resinas. El objetivo de esta investigación es analizar y comparar el efecto de tres tipos de colutorios bucales con alcohol sobre la dureza superficial de dos marcas de resina nanohíbrida. Los resultados buscan establecer criterios clínicos con respaldo científico para que los odontólogos puedan indicar adecuadamente estos colutorios (3).

CAPITULO I
PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Determinación del problema

La motivación de la presente investigación surgió al conversar con algunos familiares y conocidos que son Odontólogos que me referían que al realizar el acabado y pulido de diversas restauraciones de resina, pudieron observar con inquietud que la superficie de la resina, parecía degradarse al paso del tiempo. Esta curiosidad personal se agudizó al notar que muchos pacientes referían el uso de colutorios con contenido alcohólico como parte de su rutina de higiene, lo que me llevó a cuestionar si este hábito podría estar actuando como un factor en el deterioro de las restauraciones.

Debido a esta inquietud, realicé una búsqueda en diversas revistas científicas especializadas, donde pude contrastar mis dudas con la teoría: el alcohol etílico actúa como un solvente de la matriz orgánica de los polímeros. Al identificar esta "problema", comprendí que no era solo estético, sino podía ser también mecánico. Si el colutorio afecta la microdureza superficial, estamos ante el fracaso del tratamiento debido al desgaste prematuro.

Por tanto, el planteamiento de este estudio in vitro nace de esa necesidad de investigar una sospecha nacida en la práctica: ¿Acaso los colutorios bucales están afectando la dureza superficial de las resinas nanohíbridas que se emplean con frecuencia en la práctica odontológica diaria? Al observar que otros agentes, como las bebidas ácidas, ya han demostrado efectos adversos, decidí extrapolar esta duda hacia los colutorios bucales con alcohol, asumiendo que el contacto prolongado y cotidiano podría generar un impacto nocivo sobre los materiales de restauración.

El punto donde se determina el problema es la limitación de la evidencia actual. Se llega al problema investigativo al constatar que:

- No hay consenso en los resultados previos (son inconstantes).
- No hay suficientes comparaciones entre las diferentes formulaciones de colutorios bucales y distintos tipos de resinas nanohíbridas.

1.2. Descripción del problema

a) Áreas del conocimiento

- Área general : Ciencias de la Salud
- Área específica : Odontología
- Especialidad : Odontología Restauradora
- Tópico : Materiales dentales

1.3 Pregunta de Investigación

a. Principal

- ¿Cuál es el efecto de los tres colutorios con alcohol sobre la microdureza superficial de las dos resinas nanohíbridas en un estudio in vitro?

b. Específicas

- ¿Qué nivel de dureza superficial presenta la resina Vittra APS después de ser sumergida en los tres colutorios con alcohol que se usaron en el estudio?
- ¿Qué nivel de dureza superficial presenta la resina Filtek™ Z350 XT después de ser sumergida en los tres colutorios con alcohol que se usaron en el estudio?

1.4 Justificación del problema

1.4.1. Estudio original

En cuanto a la originalidad, aunque existen estudios sobre el impacto de bebidas y colutorios bucales en la microdureza de resinas, pocos se centran en comparar específicamente el efecto de tres colutorios con contenido de alcohol sobre dos

tipos de resinas nanohíbridas, lo que aporta un enfoque diferenciado y actual en el campo de los biomateriales dentales

1.4.2. Relevancia científica

Tomando en cuenta la ciencia, la microdureza superficial es un parámetro clave para evaluar la durabilidad y resistencia de los materiales restauradores, y conocer cómo los colutorios con alcohol afectan esta propiedad permite optimizar la selección de materiales y protocolos clínicos. La evidencia disponible muestra que el alcohol puede debilitar la matriz de resina, alterando su integridad y comprometiendo la funcionalidad de la restauración, por lo que este estudio contribuiría a llenar esos vacíos en la literatura científica.

1.4.3. Relevancia Social

En términos sociales, el uso frecuente de colutorios es una práctica común entre la población, y los resultados de esta investigación podrían orientar recomendaciones clínicas más seguras y personalizadas para los pacientes, mejorando la longevidad de las restauraciones y la salud bucal en general.

1.4.4. Viabilidad

Finalmente, la viabilidad del estudio es alta, ya que el diseño in vitro permite controlar variables y reproducir condiciones clínicas de manera estandarizada, facilitando la obtención de resultados confiables y replicables para futuras investigaciones y aplicaciones clínicas.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Evaluar el impacto de tres colutorios bucales con alcohol en la dureza superficial de las dos resinas nanohíbridas empleadas en el estudio.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar e nivel de dureza en el caso de la resina Vittra APS luego de ser sumergida en las tres marcas de colutorios con alcohol del estudio.
- Determinar e nivel de dureza en el caso de la resina Filtek™ Z350 XT luego de ser sumergida en las tres marcas de colutorios con alcohol del estudio.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Marco Conceptual

3.1.1. Resinas Compuestas

a) Conceptos y definiciones

Actualmente, los materiales compuestos, más conocidos como «resinas reforzadas» o «resinas compuestas», se han consolidado como la opción más popular para las restauraciones dentales de resina. En los últimos años, también han adquirido una creciente relevancia en el campo de las restauraciones rígidas, lo que ha propiciado una expansión de sus usos clínicos. Al combinar y unir dos materiales distintos, se obtiene una nueva estructura con características propias. Las propiedades de este material están determinadas por diversos aspectos interrelacionados, como la cantidad y las propiedades de cada componente, su distribución dentro de la estructura y la resistencia o dureza de la unión entre ellos. El comportamiento mecánico y físico del material final viene determinado por la combinación de todos estos aspectos (4).

Cada uno de los componentes principales que se unen para producir un material compuesto se denomina "fase". Una de estas fases es la resina, una sustancia sintética y orgánica que se somete a un proceso de polimerización para convertirse en una de las fases. Esta fase es esencial, ya que permite la producción de una masa que puede transformarse de un estado inicial blando y moldeable a un estado sólido y duro, siempre que se cumplan los parámetros necesarios para su uso clínico. El segundo componente de algunos materiales compuestos, a menudo denominado "relleno", está compuesto por piezas o partículas de una sustancia cerámica. Estas sustancias cerámicas incluyen vidrio de silicato, iturbio, zirconia y otras sustancias similares. Se utilizan diversos procesos de fabricación para obtener estas piezas. Sin embargo, la composición del relleno de algunos tipos de composites es más compleja que la de otros. En la sección de este estudio que corresponde a este tema, lo analizaremos con mayor profundidad (4).

En conclusión, es fundamental destacar que, durante el proceso de fabricación, la superficie de las partículas de relleno se recubre con una molécula

bifuncional, también conocida como agente de unión o acoplamiento. Mediante la aplicación de este recubrimiento, se mejora la integración entre los dos componentes, lo que resulta en una mayor resistencia estructural. Un ejemplo de ello es el uso de vinilsilano en materiales compuestos fabricados con sustancias que contienen metacrilato (4).

Es posible reparar y rehabilitar la función masticatoria, la morfología original y la estética de los dientes afectados mediante el uso de resinas compuestas dentales, que se clasifican como materiales restauradores estéticos. Mediante un sistema adhesivo, estos materiales se fijan y unen a la estructura del diente, lo que garantiza su estabilidad y retención a largo plazo. Desde el punto de vista químico, estas resinas se componen de cuatro componentes importantes que dependen unos de otros. El primero es la matriz de resina orgánica, que sirve como base del material. El segundo componente son las partículas de relleno inorgánico, que proporcionan al composite resistencia y estabilidad dimensional. El agente adhesivo es el tercer componente, y su función es establecer y fortalecer la conexión entre el componente orgánico (la matriz) y las partículas de relleno. Como resultado de este proceso, el material adquiere una mayor cohesión interna, la cual está relacionada con su propia estructura. Finalmente, el cuarto y último componente es el iniciador de polimerización, la sustancia responsable de iniciar la reacción química necesaria para que el material pase de su estado original a su forma final, que es sólida. Todos estos componentes, en conjunto, influyen en el comportamiento clínico y mecánico del material empleado en restauraciones. Cada uno de ellos cumple una función específica y esencial, fundamental para los resultados del experimento y para el buen funcionamiento del producto en la práctica odontológica (5).

Los monómeros básicos, como el metacrilato de bisfenol glicidilo (comúnmente conocido como Bis-GMA), constituyen una parte significativa de la matriz orgánica. En formulaciones más modernas, también se utilizan dimetacrilato de uretano (UDMA) y dimetacrilato de trietilenglicol (TEGDMA). Este último se emplea como alternativa para mejorar ciertas propiedades del material. Esta combinación contiene partículas de relleno, cuya función principal es encapsular y rodear la matriz. Tras la polimerización, se forma una red tridimensional rígida. Esta red es un componente esencial para determinar y

preservar la forma de la reparación. Sin embargo, es fundamental tener en cuenta que una mayor proporción de matriz orgánica en la composición del material tiene efectos adversos sobre su rendimiento clínico y mecánico. Existe una relación directa entre una mayor cantidad de fase orgánica y un aumento en la contracción que se produce durante la polimerización. Es posible que este evento dificulte el ajuste de los márgenes de reparación. Además, este aumento conlleva una pérdida y degradación de las características mecánicas del material, lo que afecta a factores como su resistencia y durabilidad a lo largo del tiempo. Por ello, es necesario lograr un equilibrio adecuado entre las proporciones de todos los componentes que conforman las resinas compuestas para obtener la máxima eficacia terapéutica posible (6).

Las resinas acrílicas fueron los primeros materiales poliméricos utilizados en restauraciones dentales, y se emplearon durante las décadas de 1940 y principios de 1950. Durante ese período, gozaron de gran popularidad y fueron bien recibidas por los expertos. Sin embargo, presentaban varios problemas derivados de su composición. Estos problemas incluían una baja resistencia al desgaste, un coeficiente de dilatación térmica relativamente alto y una gran contracción durante el proceso de polimerización. Como consecuencia de estas limitaciones, los fabricantes comenzaron a incorporar partículas inorgánicas a la mezcla para corregir estas deficiencias y mejorar la eficacia del material en la práctica terapéutica diaria (7).

Como resultado de la escasa adhesión entre la matriz polimérica y las partículas de relleno integradas, se produjeron defectos internos. Estas dificultades agravaron considerablemente las limitaciones existentes, generando una carga adicional significativa. Esta falta de integración entre ambos componentes provocó resultados clínicos deficientes, como la pérdida de resistencia al desgaste debido al desprendimiento total de las partículas de relleno de la superficie del material, así como manchas y decoloración causadas por el paso de fluidos orales a las zonas afectadas. Estas consecuencias clínicas desfavorables se debieron a la falta de integración de las partículas de relleno. En este contexto, R. L. Bowen realizó una importante contribución al campo de la odontología al presentar una nueva resina a mediados de 1966. El desarrollo de estos materiales experimentó un punto de inflexión significativo. Su fórmula

incluía partículas de relleno tratadas con silano, capaces de crear enlaces químicos con la matriz orgánica. Además, añadió bis-GMA, una molécula que se crea mediante la reacción química entre el bisfenol A y el metacrilato de glicidilo. Gracias a su mayor peso molecular y a la menor contracción tras la polimerización, el bis-GMA supuso una mejora sustancial con respecto al metacrilato de metilo utilizado anteriormente. Estas propiedades incrementaron significativamente el valor terapéutico del material. Si bien con el tiempo se han añadido progresivamente diversas modificaciones y mejoras a la fórmula original, las resinas restauradoras modernas se basan principalmente en la misma combinación descrita por Bowen (7).

En el ámbito de la odontología restauradora, las resinas compuestas se desarrollaron con el objetivo principal de minimizar y superar las limitaciones y desventajas de las resinas acrílicas utilizadas anteriormente. En la década de 1940, estos materiales sustituyeron a los cementos de silicato, que hasta entonces habían sido la única opción atractiva para los expertos del sector. Durante el largo proceso de síntesis de estos nuevos materiales, la comunidad científica realizó importantes contribuciones. Por ejemplo, en 1955, Buonocore fue el primero en sugerir el uso de ácido ortofosfórico para mejorar la adherencia de las resinas acrílicas al esmalte dental. El grabado ácido, un método que posteriormente se perfeccionó, fue el resultado de este descubrimiento y condujo al desarrollo de la técnica. En los años siguientes, concretamente en 1962, Bowen creó el monómero Bis-GMA con el fin de mejorar las propiedades físicas de las resinas acrílicas. Hasta ese momento, las resinas acrílicas solo podían producirse como polímeros de cadena lineal, lo que limitaba considerablemente las aplicaciones terapéuticas para las que podían utilizarse en tratamientos dentales (8).

Para fabricar los primeros compuestos polimerizados químicamente, era necesario combinar una pasta base con un catalizador. Este procedimiento presentaba dificultades en cuanto a las proporciones de mezcla, la homogeneidad del producto y la estabilidad del color. El método de mezcla manual y los problemas asociados se eliminaron con la introducción de los materiales compuestos polimerizados electromagnéticamente, que comenzaron a aparecer en la década de 1970. Inicialmente, se utilizó una lámpara que emitía

luz ultravioleta con una longitud de onda de 365 nanómetros para el endurecimiento de polímeros. Sin embargo, esta técnica se abandonó posteriormente debido a sus posibles efectos perjudiciales en los tejidos y a que solo lograba una polimerización superficial, es decir, una penetración insuficiente. Por ello, fue sustituida progresivamente por la luz visible, cuyo rango de longitud de onda abarca desde los 427 hasta los 491 nanómetros. En odontología, esta técnica se sigue utilizando hoy en día y continúa desarrollándose y perfeccionándose para obtener mejores resultados (8).

Cuando se hace referencia a un conjunto de compuestos orgánicos que, en general, presentan translucidez o transparencia, el término "resina" es un descriptor amplio que se utiliza para caracterizar estos materiales. En cuanto a su solubilidad, estos compuestos químicos son solubles en disolventes como el éter, la acetona y otros líquidos similares. Sin embargo, son completamente insolubles en agua, un medio en el que no pueden sobrevivir ni ser estables. La identificación y clasificación de estos compuestos se realiza mediante una nomenclatura basada en tres criterios principales: su composición química, su estructura física y los procesos utilizados para su activación o curado. Mediante esta clasificación, es posible diferenciar con precisión entre las diversas variedades de resinas disponibles, cada una con sus propias características y usos (9).

Las resinas como la acrílica, la autopolimerizable (también conocida como de fraguado en frío), la sintética, la de estireno y la vinílica se encuentran entre las más utilizadas. Estos son solo algunos ejemplos representativos. Es fundamental saber identificar y seleccionar adecuadamente cada una de estas categorías, teniendo en cuenta las necesidades específicas de cada entorno clínico o industrial. Esto se debe a que cada tipo posee características propias que definen su comportamiento, indicaciones de uso y eficacia en los distintos contextos en los que se utiliza (9).

b) Clasificación

En la historia de la odontología restauradora y estética, las resinas compuestas han representado el avance más importante y trascendental. Estos materiales se consideran un sistema bifásico, es decir, están formados por dos fases distintas que se complementan entre sí. Esta es la definición de un sistema bifásico.

La matriz de polímero orgánico, a veces denominada fase de dispersión, es la fase inicial. Funciona como un medio continuo mediante el cual los demás componentes se distribuyen por toda la matriz. Las partículas de relleno inorgánico conforman la segunda fase, denominada fase dispersa. La función principal de esta fase es dotar al material de resistencia mecánica, estabilidad dimensional y altas cualidades ópticas. Esta fase es responsable de que el material sea apto para su uso clínico. La acción de un agente de acoplamiento, comúnmente silano, es la que provoca la unión y cohesión entre esta fase y la otra. Además de su capacidad para generar conexiones químicas entre la matriz orgánica y las partículas de relleno inorgánico, el silano es una molécula con dos funciones distintas. Esto no solo garantiza que el material funcione correctamente durante los procedimientos dentales, sino que también contribuye a mejorar su estabilidad general. Si no se produce esta integración adecuada, el material podría fallar prematuramente o no cumplir con los requisitos terapéuticos (10).

- **Clasificación según el Tamaño de la Partícula:**

- **Macrorelleno (10 a 50 μm):** En esta sección, analizaremos las resinas de primera generación. La elevada dureza de sus partículas de relleno se consideraba una característica favorable; sin embargo, el gran tamaño de estas partículas representaba una importante limitación clínica para su uso. En otras palabras, si bien el material ofrecía una mayor resistencia al desgaste gracias a su dureza, el gran tamaño de las partículas dificultaba la obtención de un pulido adecuado y podía generar superficies rugosas, lo que afectaba gravemente su eficacia en la cavidad

bucal. Este tamaño generaba una superficie rugosa, lo que las hacía particularmente susceptibles a la acumulación de pigmentos y a la tinción progresiva por sustancias presentes en la cavidad bucal. Además, presentaban un rápido desgaste clínico debido a la pérdida de partículas enteras de la superficie del material. Este fenómeno comprometía no solo la integridad estructural de la restauración, sino también su durabilidad a largo plazo y su estética (11).

- **Microrelleno (0.01 a 0.05 μm):** Para sortear los defectos estéticos asociados a las resinas de macropartículas, se diseñaron y lanzaron diversos tipos de resinas. Para lograr este objetivo, se incorpora sílice coloidal, un material cuyo pequeño tamaño de partícula permite obtener superficies muy lisas con un brillo excepcional. Estas características representan un avance significativo en comparación con las generaciones anteriores. Por otro lado, estas resinas no presentan características negativas. Muestran una mayor contracción durante la polimerización debido a su bajo contenido de relleno, lo que podría afectar la adaptación marginal de la restauración. Por lo tanto, su uso clínico se limita a zonas que no están expuestas a cargas oclusales significativas, como las zonas anteriores o aquellas con mínimas exigencias funcionales. Esto se debe a que presentan una menor resistencia a la fractura en comparación con otros tipos de composites (12).
- **Híbridas y Microhíbridas (0.4 a 5 μm):** En la formulación de resinas híbridas, se combinan partículas de relleno de diversos tamaños. Este método busca aumentar la cantidad de relleno inorgánico en el material, optimizando así sus propiedades generales. Dentro de esta categoría, las resinas microhíbridas destacan por su capacidad para ofrecer un equilibrio óptimo entre dos características terapéuticas complementarias. Por un lado, poseen las propiedades mecánicas suficientes para satisfacer eficazmente las necesidades funcionales de la zona posterior, que se ve afectada por mayores presiones oclusales. Esto se debe a que es en esta región donde el material está expuesto a la mayor presión. Por otro lado, ofrecen una estética aceptable, lo que permite su uso en la zona anterior, donde los criterios estéticos son de suma

importancia. Gracias a su adaptabilidad en entornos clínicos, las resinas microhíbridas se han convertido en uno de los materiales alternativos más populares en el campo de la odontología restauradora en los últimos años (13).

- **Nanohíbridas:** Las nanopartículas y los nanoclústeres se incorporan a una distribución típica de micropartículas para producir resinas nanohíbridas. Esto da como resultado una arquitectura interna más compleja y con un mejor rendimiento. En comparación con las generaciones anteriores de materiales compuestos, esta estructura específica permite incorporar un mayor contenido de relleno inorgánico, que puede alcanzar hasta el 80 % en peso. Este es un porcentaje mucho mayor. Este alto contenido de relleno ofrece múltiples beneficios, muchos de ellos beneficiosos para la práctica terapéutica. En primer lugar, se logra una reducción significativa de la contracción durante el proceso de polimerización, lo que mejora la adaptación marginal y disminuye el riesgo de filtración. En segundo lugar, se observa una mejora significativa en la resistencia al desgaste, una característica crucial para mantener la durabilidad de las restauraciones expuestas a esfuerzos funcionales. Por último, estas resinas permiten un mayor grado de pulido que las resinas híbridas estándar, lo que resulta en superficies más lisas con mejor brillo y menor susceptibilidad a la acumulación de pigmento. En consecuencia, estas resinas combinan resultados estéticos de alta calidad con un potente rendimiento mecánico en un solo material, sin sacrificar la estabilidad (14).
- **Nanoparticuladas (Nanocomposites):** Al incorporar partículas de entre 5 y 75 nanómetros a su composición, las resinas nanoparticuladas son el único tipo de resina que utiliza la tecnología de nanofillers. Esta característica es la que las diferencia esencialmente de otros tipos de composites y determina su comportamiento clínico distintivo. Este proceso se produce a nivel molecular en las resinas nanoparticuladas, lo que significa que ocurre de forma gradual y muy uniforme. Esto contrasta con las resinas nanohíbridas, en las que el desgaste se produce por la pérdida de partículas de mayor tamaño. Esta propiedad es de gran relevancia clínica, ya que permite que la restauración conserve su brillo

inicial durante un periodo de tiempo considerablemente mayor, sin que la superficie se vea comprometida por el uso diario. Dado que estas resinas son capaces de imitar a la perfección las cualidades ópticas y estéticas del esmalte dental natural, se encuentran entre las alternativas más destacadas disponibles en situaciones donde la estética de la restauración es de suma importancia (15).

- **Clasificación según su Viscosidad**

- **De baja viscosidad (Flúidas o "Flowables"):** Las resinas fluidas o de baja viscosidad se distinguen por la menor cantidad de relleno inorgánico que contienen, que normalmente oscila entre el 40 y el 60 por ciento de su composición total. Esta es una de las propiedades que definen estas resinas. Se distinguen fácilmente de otros tipos de resinas compuestas con mayor cantidad de relleno gracias a esta característica. Como resultado de esta menor carga de partículas, estos materiales son más fluidos y fáciles de aplicar; sin embargo, también pueden presentar algunas limitaciones en cuanto a su resistencia y durabilidad. En particular, la fluidez de estos materiales se debe a la menor proporción de relleno presente. Esta fluidez representa una ventaja terapéutica clave, ya que permite una excelente adaptación inicial tanto al fondo de la cavidad como a zonas de acceso anatómico restringido. En situaciones donde otros materiales más viscosos tendrían dificultades para lograr una adaptación precisa y homogénea, esta fluidez facilita una adaptación inicial óptima. Sin embargo, esta misma característica también conlleva ciertas desventajas que deben considerarse al indicar su uso clínico, ya que la menor concentración de relleno inorgánico se traduce directamente en propiedades mecánicas inferiores en comparación con los composites convencionales. Generalmente se emplean como material de base o de recubrimiento de cavidades, y su uso como material restaurador único en regiones expuestas a importantes tensiones oclusales se ve limitado por esta razón (16).
- **Viscosidad convencional:** Para la aplicación de procesos de estratificación incremental convencionales, se han creado y producido

resinas de viscosidad convencional, también conocidas como resinas universales de consistencia media. Este tipo de resina es la más utilizada en odontología restauradora. Esto se debe a que su consistencia equilibrada facilita su manipulación, se adapta perfectamente a las paredes de la cavidad y permite una compactación controlada con cada capa adicional. Gracias a su flexibilidad, puede utilizarse tanto en restauraciones anteriores como posteriores, siempre que se respeten las recomendaciones del procedimiento de estratificación. Esto garantiza una correcta aplicación clínica. Para obtener excelentes resultados a largo plazo y prevenir posibles fallos en el proceso de restauración, es fundamental seguir estas normas (17).

- **Resinas Bulk Fill (Carga en bloque):** Dado que las resinas de relleno masivo se han producido y diseñado especialmente para permitir la estratificación de hasta 4 o 5 milímetros de profundidad sin comprometer el factor C ni la tasa de conversión del material, representan un importante avance técnico en el campo de los materiales restauradores. Esto se debe a que las resinas de relleno masivo se han desarrollado y fabricado para permitir dicha estratificación. Esta característica proporciona una ventaja clínica considerable sobre las resinas tradicionales, que, según el enfoque incremental típico, requieren una estratificación de no más de dos milímetros de espesor para garantizar una polimerización suficiente y limitar la contracción. Desde el punto de vista de la clasificación, las resinas de relleno masivo se subdividen en dos categorías principales según su viscosidad. Por un lado, existen resinas de relleno masivo con una consistencia fluida y baja viscosidad. Estas resinas se utilizan a menudo como material de base sólida o para el relleno de cavidades. Por otro lado, las resinas de relleno masivo de alta viscosidad tienen una consistencia más densa, lo que permite su uso como material restaurador final. Además, en algunos casos eliminan la necesidad de una capa superior adicional de resina tradicional, a la vez que proporcionan mejores cualidades mecánicas (17).

- **Clasificación según el Mecanismo de Polimerización**

- **Fotopolimerizables:** Las resinas fotopolimerizables son aquellas que requieren luz para iniciar y finalizar el proceso de endurecimiento. Para ello, se suele utilizar luz azul, con una longitud de onda de aproximadamente 470 nanómetros. Este tipo de luz es la más eficaz para iniciar la polimerización, ya que permite que el material se endurezca en el momento preciso para su uso clínico. Para garantizar un curado uniforme y completo de la resina, es fundamental controlar cuidadosamente la intensidad y la duración de la exposición. Dado que el proceso de endurecimiento del material no se produce espontáneamente, sino solo cuando el profesional elige utilizar la fuente de luz adecuada, esta característica ofrece un beneficio terapéutico considerable en comparación con otras características similares. Por lo tanto, el operador dispone de un tiempo de trabajo prolongado y controlado, lo que le permite realizar las modificaciones necesarias al material en cuanto a forma, adaptación y acabado antes de pasar al proceso de polimerización final. Esto conlleva una mejora en la calidad y precisión de la restauración (10).
- **Autopolimerizables:** Las resinas autopolimerizables, también conocidas como resinas de curado químico, se componen de una pasta base y un catalizador. Estas resinas comienzan a endurecerse espontáneamente poco después de mezclar el catalizador y la pasta base. Al entrar en contacto, se inicia un proceso químico que provoca la solidificación progresiva de la sustancia sin necesidad de estimulación externa, incluida la luz. En el ámbito clínico, este tipo de resina resulta sumamente útil. Por ejemplo, puede utilizarse en zonas de la boca con visibilidad limitada para la luz de polimerización, en restauraciones indirectas realizadas fuera de la boca o en situaciones donde la fuente de luz no puede cubrir eficazmente toda la superficie del material. De esta forma, se garantiza un endurecimiento completo incluso en zonas de difícil acceso. Esta característica les confiere una ventaja clínica particular, ya que resultan especialmente útiles en situaciones donde el acceso a la luz es limitado o inexistente. Por lo tanto, se recomienda el

uso de estos materiales para ciertas situaciones terapéuticas en las que el método tradicional de fotopolimerización no es práctico o suficiente (12).

- **Duales:** Esto garantiza que el material alcance un grado de conversión completo y uniforme en toda la cavidad, incluso en las zonas más profundas o de difícil acceso donde la luz no penetra lo suficiente. Las resinas de polimerización dual incorporan tanto la polimerización química como la fotopolimerización en su mecanismo de acción, combinando ambos sistemas para lograr este objetivo. La fotopolimerización asegura un endurecimiento rápido y controlado en las capas superficiales accesibles a la fuente de luz, mientras que la polimerización química actúa de forma complementaria en las regiones más profundas donde la energía lumínica no llega con la intensidad suficiente. Esta capacidad de doble activación representa una ventaja clínica significativa, ya que resulta en la combinación de ambos procesos. Esto contribuye a mejorar la integridad estructural, las características mecánicas y la durabilidad clínica general de la restauración, al reducir la probabilidad de que se produzcan zonas subpolimerizadas durante la reparación (10).

- **Innovaciones en la Matriz Orgánica y Bioactividad**

- **Siloranos:** Los composites a base de silorano, pertenecientes a la categoría de materiales restauradores, poseen capacidades de polimerización únicas en comparación con los composites estándar a base de metacrilato. Su química se basa en la estructura del anillo de oxirano mezclado con siloxano. Su contracción de polimerización es de alrededor del 1%, un valor sustancialmente inferior al de los composites típicos. Esta es una de las razones por las que se consideran una de las propiedades más destacadas. Dado que ayuda a reducir de inmediato la sensibilidad postoperatoria, una condición generalmente asociada con la deformación de la pared de la cavidad causada por la contracción del material, esta limitada contracción volumétrica que ocurre durante el proceso de polimerización tiene consecuencias terapéuticas sumamente

importantes. Además, la baja contracción aumenta la probabilidad de lograr un ajuste marginal más preciso y duradero. Como consecuencia, se reduce considerablemente la cantidad de filtraciones en los márgenes de la restauración. Por ello, disminuye el riesgo de desarrollar nuevas caries alrededor de la restauración, conocidas como caries secundarias. Asimismo, se reduce el desgaste o daño que sufre la estructura restauradora con el tiempo. En definitiva, una restauración con baja tasa de contracción se mantiene en excelentes condiciones durante más tiempo, lo que ayuda a evitar problemas dentales frecuentes (14).

- **Ormoceres (Cerámicas Orgánicamente Modificadas):** Debido a que su composición sustituye la matriz orgánica tradicional de Bis-GMA por polímeros inorgánicos a base de silicio, las resinas de matriz inorgánica representan una opción innovadora para la creación de materiales restauradores. Esta sustitución implica un cambio fundamental en la naturaleza química del material y ofrece ventajas considerables desde una perspectiva biológica y clínica. Esta sustitución reduce significativamente la liberación de monómeros residuales en el medio oral y los tejidos circundantes, lo que mejora la biocompatibilidad del material. Este es uno de los beneficios más notables que se pueden obtener de esta sustitución. Debido a su potencial para causar citotoxicidad e irritación en la pulpa dental y los tejidos blandos, la presencia de monómeros residuales sin polimerizar en los composites tradicionales ha sido una de las principales preocupaciones clínicas. Estos materiales ofrecen un perfil de bioseguridad superior, lo que amplía sus posibles usos en pacientes con mayor sensibilidad o en situaciones clínicas que requieren un alto grado de biocompatibilidad. Esto se logra limitando la aparición de este fenómeno mediante el uso de una matriz de silicio inorgánico (16).
- **Materiales Bioactivos:** En lo que respecta al avance de los materiales restauradores compuestos, las resinas bioactivas representan la investigación más actual y vanguardista. Su capacidad para liberar y, a su vez, reponer iones de calcio, fosfato y fluoruro de forma sostenida y dinámica es la característica más innovadora de estos composites. Esto les permite establecer una interacción activa y continua con el medio

bucal, que va más allá de la simple función restauradora pasiva de los composites convencionales. Su función terapéutica es altamente relevante debido a su propiedad de intercambio iónico con el medio bucal. Esto se debe a que los iones liberados por el material participan activamente en los procesos de remineralización que tienen lugar en el tejido dental adyacente a la restauración. De esta manera, contribuyen significativamente a la prevención de caries secundarias en la zona de unión entre el material restaurador y la superficie del diente. En otras palabras, estos iones ayudan a la cicatrización de pequeños daños que puedan desarrollarse en el esmalte o la dentina cercanos. Lo hacen formando una barrera protectora natural que reduce considerablemente la probabilidad de que se produzcan más daños alrededor de la restauración. Por consiguiente, este tipo de material resulta especialmente beneficioso para preservar la salud dental a largo plazo. Por ello, las resinas bioactivas no solo cumplen una función restauradora, sino que también actúan como agentes preventivos incorporados a la propia restauración. Esto representa un importante avance hacia un enfoque más biológico y preventivo de la odontología restauradora (15).

c) Propiedades de las resinas

- **Estabilidad del color:** En cuanto a la durabilidad del color de los materiales utilizados en restauraciones dentales, se ha demostrado que las resinas compuestas activadas químicamente (que no requieren luz) conservan su tono original durante menos tiempo que otros adhesivos. Esto indica que, con el paso del tiempo, estas resinas tienden a oscurecerse o cambiar de color más rápidamente, lo que puede afectar la estética de la restauración. Por ello, suele ser preferible optar por resinas alternativas que ofrezcan mayor estabilidad cromática a largo plazo en las zonas visibles de los dientes, como los incisivos. Una posible explicación para este fenómeno es que, en comparación con otras resinas, su composición contiene una mayor cantidad de aminas aromáticas. Debido a su extrema reactividad, las aminas aromáticas son susceptibles a iniciar procesos de oxidación y modificación

molecular. Estos procesos se manifiestan clínicamente como un amarilleamiento gradual y natural del material con el tiempo, lo que compromete su estética y apariencia. Las aminas aromáticas son una de las sustancias sensibles a este proceso. Otra característica que influye en la conservación del color, además de las mencionadas anteriormente, es la rugosidad superficial de la resina compuesta. La tinción extrínseca es más probable en superficies menos lisas o más rugosas, ya que estas superficies retienen con mayor facilidad los pigmentos y los compuestos cromogénicos presentes en los alimentos y en la cavidad bucal. Debido a que estas partículas generan irregularidades microscópicas en la superficie del material, actúan como zonas de acumulación preferencial de agentes colorantes, lo que afecta negativamente la durabilidad estética de la restauración. En este sentido, se ha observado que las resinas que contienen partículas inorgánicas de mayor tamaño presentan una mayor predisposición a la tinción superficial. Esto se debe a que dichas manchas son causadas por las partículas (7).

Los materiales restauradores deben demostrar una resistencia adecuada a los agentes colorantes más comunes presentes en la cavidad bucal. Estos agentes incluyen el humo del tabaco, el alcohol y los componentes cromogénicos de los alimentos. Es fundamental que estos materiales presenten una resistencia adecuada frente a dichos agentes. Al elegir la resina para la clínica, la resistencia a las manchas es un factor esencial, ya que influye directamente en la apariencia de la restauración a lo largo del tiempo. Además, la suavidad o rugosidad de la superficie también tiene un impacto significativo: una superficie más lisa dificulta la adhesión y retención de las bacterias causantes de la placa, y a su vez, reduce la acumulación de pigmentos externos provenientes de alimentos, bebidas o tabaco. Por otro lado, una superficie rugosa es más propensa a mancharse y ensuciarse, lo que afecta no solo la estética, sino también la salud de los tejidos circundantes. Por ello, la resistencia a las manchas y la suavidad de la superficie son requisitos fundamentales para lograr restauraciones duraderas y estéticamente atractivas. En este sentido, una superficie bien pulida y estable resulta crucial. Las resinas nanohíbridas son un excelente ejemplo de esta cualidad, ya que su composición se basa en nanopartículas, lo que les confiere superficies extremadamente lisas y estables. Esto, a su vez, se traduce en una menor

susceptibilidad a las manchas y una mayor conservación de las características estéticas iniciales de la restauración. Cuando la conservación del color y la apariencia son requisitos prioritarios, las resinas nanohíbridas constituyen una opción clínica muy valorada (18).

- **Pulido superficial:** De entre todos los tipos de resinas compuestas disponibles, las resinas microparticuladas ofrecen la superficie más lisa y uniforme tras los tratamientos de acabado y pulido que se realizan al finalizar una reparación. Esta propiedad se debe tanto al tamaño minúsculo de sus partículas inorgánicas, que miden alrededor de 0,04 micrómetros, como a la mayor cantidad de matriz orgánica que contienen en su composición en comparación con otros tipos de resinas. Por un lado, esta característica se relaciona con el tamaño increíblemente pequeño de las partículas inorgánicas. Como consecuencia de la combinación de partículas diminutas y una mayor cantidad de resina, la superficie resultante es mucho más uniforme y brillante. Esto no solo mejora la estética de la reparación, sino que también facilita la limpieza y reduce la adherencia de gérmenes y manchas con el tiempo. Tras el pulido, la combinación de estos elementos aumenta la probabilidad de obtener superficies extremadamente lisas. Como alternativa, las resinas compuestas nanohíbridas y microhíbridas, actualmente disponibles comercialmente, han experimentado un aumento significativo en su capacidad de pulido en comparación con sus predecesoras. Una de las principales razones de este progreso es la reducción del tamaño medio de sus partículas de relleno, lo que ha permitido crear superficies más lisas y brillantes. Esta mejora, junto con su excepcional resistencia mecánica, ha propiciado una expansión gradual de su uso clínico, permitiendo su utilización tanto en la zona anterior como en la posterior, ámbitos que antes estaban muy limitados. En cuanto a la capacidad de mantener el brillo superficial a lo largo del tiempo, las resinas nanoparticuladas han demostrado ser clínicamente superiores a las resinas microhíbridas. Esto se debe a que las resinas nanoparticuladas conservan la suavidad y el brillo iniciales de forma más estable y duradera. Por ello, son la opción preferida en situaciones donde la estabilidad estética a largo plazo es un factor determinante en la selección del material restaurador (7).

- **Dureza:** El concepto de "dureza" se utiliza para describir las propiedades mecánicas de los materiales empleados en la restauración dental. La dureza se refiere a la capacidad del material para resistir el desgaste causado por la fricción o la indentación generada por fuerzas externas, como la masticación o el cepillado. Un material con una dureza óptima garantiza que la restauración no se desgaste más rápido que el esmalte natural del diente adyacente. Esta característica es fundamental desde el punto de vista clínico, ya que asegura que la restauración no se desgaste más rápidamente que el esmalte natural. Por lo tanto, una dureza adecuada contribuye a que tanto la restauración como el diente se desgasten de manera uniforme, eliminando la posibilidad de irregularidades, bordes afilados o la necesidad de reemplazar la restauración antes de su desgaste total. En consecuencia, la dureza de un material restaurador es uno de los factores más importantes a considerar al seleccionar un material para garantizar un rendimiento óptimo a largo plazo. Esto contribuye a mantener el equilibrio oclusal y la integridad de las estructuras dentales que rodean la restauración a lo largo del tiempo. A modo de ejemplo, las resinas nanohíbridas presentan valores de dureza Vickers comparables a los del esmalte dental. Esto las hace especialmente idóneas para restauraciones en zonas sometidas a importantes exigencias funcionales. Esta característica también se observa claramente en resinas con un alto porcentaje de relleno inorgánico, ya que la presencia de una elevada proporción de partículas inorgánicas en su composición contribuye directamente a mejorar su resistencia superficial al desgaste y la abrasión. Los criterios para la selección de materiales restauradores, según las necesidades terapéuticas de cada caso, incluyen ambas alternativas, factores esenciales dentro de dichos criterios (5).
- **Características ópticas:** Las resinas compuestas disponibles actualmente en el mercado se presentan en una amplia variedad de tonalidades, lo que permite a los dentistas elegir la opción más adecuada para cada paciente. Además, estos materiales ofrecen distintos grados de opacidad y translucidez, desde los más opacos hasta los que se asemejan más al esmalte natural. Es posible crear restauraciones con una estética impecable y prácticamente imperceptible, que imitan con precisión las cualidades del diente original.

Esto se logra gracias a la variedad de opciones disponibles. Esto permite a los expertos elegir cuidadosamente el material más adecuado para las características ópticas específicas de cada diente que se va a restaurar. Esta variedad de presentaciones satisface la necesidad de reproducir las propiedades visuales de los dientes naturales con la mayor fidelidad posible. Las características ópticas opalescentes y luminosas de los tejidos dentales son las que confieren a los dientes reales su aspecto tridimensional y realista. De esta manera, las resinas compuestas actuales son capaces de reproducir estas características. Gracias a esta capacidad mimética, la aplicación de métodos clínicos basados en la estratificación natural del material —es decir, la superposición secuencial de capas con diferentes opacidades y translucidez que simulan la arquitectura interna del diente— permite crear restauraciones directas de resina compuesta con resultados estéticos excepcionalmente brillantes y de alta calidad. En muchos casos, estos resultados son comparables a los obtenidos mediante técnicas indirectas más complejas (7).

- **Contracción de polimerización y filtración marginal:** La contracción que se produce como resultado de la polimerización de las resinas compuestas puede variar entre el 1,67 % y el 5,68 % de su volumen, lo que puede generar una fuerza de contracción de hasta 300 kilogramos por centímetro cuadrado. Además, si no se utiliza el método de grabado ácido en combinación con resina fluida, la causa más frecuente de fallo de la restauración es la adaptación inadecuada en la unión entre el diente y el material restaurador. Esto ocurre incluso si el método de grabado ácido utiliza resina fluida. Se ha demostrado que la aplicación de estas presiones también produce la formación de microfisuras en la superficie de la resina, además de fracturas en la periferia de la estructura dental, incluso después de que se haya establecido una adhesión satisfactoria al esmalte. Otra observación realizada es que las resinas se expanden al absorber agua. Esta expansión, denominada expansión giroscópica, puede variar entre el 0,07 % y el 0,80 % del volumen. Tiene la capacidad de compensar parcialmente la contracción inducida por la polimerización, lo que facilita que la reparación se adapte a las paredes de la cavidad. Si bien esto se considera desde un punto de vista clínico, se recomienda realizar los procesos de acabado y pulido veinticuatro horas

después de que la resina se haya expandido. Esto se hace para promover una mayor adaptación y durabilidad de la restauración (19).

A medida que el material se endurece, experimenta una disminución de volumen, lo que genera tensión en la zona adyacente a la unión entre la resina y la superficie dental. Si estas tensiones no se controlan adecuadamente, pueden provocar filtraciones en los márgenes de la restauración, dolor postoperatorio e incluso el fracaso total de la misma. Sin embargo, en comparación con otros tipos de resinas, las resinas nanohíbridas presentan menor contracción que aquellas con menor concentración de partículas de relleno. Esto se debe precisamente a su alto contenido de relleno inorgánico, lo que supone una gran ventaja terapéutica, ya que reduce el riesgo de los problemas mencionados anteriormente. Por ello, la elección de una resina nanohíbrida puede contribuir a una restauración más duradera y con menos complicaciones a largo plazo (20).

- **Resistencia al desgaste:** Esta característica es de suma importancia clínica, especialmente en el contexto de las restauraciones de resina compuesta en la zona posterior. Esto se debe a que las presiones masticatorias a las que están expuestos estos dientes imponen mayores exigencias al material en cuanto a sus propiedades funcionales y mecánicas. En comparación con otros tipos de resinas compuestas, las resinas microhíbridas o condensables presentan mayor resistencia mecánica y al desgaste. Esto se debe a que incluyen una cantidad significativa de partículas inorgánicas en su composición. Al realizar restauraciones en zonas de la boca sometidas a fuertes presiones masticatorias, como los molares, los dentistas deben priorizar el uso de este tipo de material. Al seleccionar una resina con estas propiedades, la restauración puede durar más tiempo y resistir mejor la fricción y la presión constantes causadas por la masticación. Esto ayuda a evitar fracturas o desgaste prematuro que podrían comprometer la integridad del trabajo dental. Debido a la necesidad de garantizar la durabilidad y el buen rendimiento de la restauración bajo las cargas oclusales típicas de la zona posterior, se optó por esta opción para asegurar una respuesta clínica suficiente y duradera a lo largo del tiempo (7).

- **Radioopacidad:** En el proceso de desarrollo y producción de resinas para restauraciones dentales, uno de los pasos más importantes es la incorporación de sustancias químicas radiopacas. Estos compuestos incluyen bario, estroncio, circonio, zinc, iterbio, itrio y lantano. La importancia terapéutica y diagnóstica de estos componentes va mucho más allá de los aspectos técnicos o de fabricación convencionales que suelen tenerse en cuenta. Además, la inclusión de estos componentes tiene como objetivo principal facilitar la interpretación adecuada de las radiografías de las estructuras cavitarias ubicadas debajo o alrededor de la restauración. Gracias a esta radiopacidad, los odontólogos pueden identificar posibles caries, filtraciones o anomalías en los márgenes de la restauración, lo que les permite proporcionar un diagnóstico más preciso y rápido. Sin esta característica, sería muy difícil diferenciar entre el material restaurador y la estructura dental nativa en una radiografía. Esto representaría un desafío considerable. Esto permite al profesional identificar con mayor precisión posibles alteraciones, como caries secundarias, mala adaptación marginal o la presencia de burbujas internas en el material bajo la restauración. Para ello, la formulación del material incorpora diversas técnicas y características que, en conjunto, maximizan el comportamiento radiográfico del material y contribuyen a un diagnóstico más preciso y rápido durante el seguimiento clínico de las restauraciones a largo plazo (19).
- **Resistencia a la fractura:** La resistencia máxima de un material se define como la fuerza o tensión que debe aplicarse para que se fracture o rompa. En el caso específico de las resinas compuestas, esta característica depende directamente de la cantidad de relleno inorgánico presente en la resina, así como de su proporción. En otras palabras, un mayor contenido de relleno suele resultar en una mayor capacidad para soportar cargas sin romperse, mientras que un menor contenido generalmente se correlaciona con una menor resistencia mecánica interna del material. Para estimar con precisión el rendimiento clínico de cualquier tipo de resina, es fundamental comprender a fondo el porcentaje de relleno. Por consiguiente, el grado de resistencia a la fractura puede variar considerablemente entre los diferentes materiales, dependiendo de su formulación específica. Desde esta

perspectiva, las resinas compuestas de alta viscosidad destacan por su excepcional resistencia a la fractura. Esta cualidad se debe a su capacidad para absorber y dispersar el impacto de las fuerzas masticatorias aplicadas a la restauración durante su correcto funcionamiento. Gracias a esta distribución eficaz de las cargas oclusales, que disminuye la concentración de tensión en puntos específicos del material, se contribuye a la durabilidad clínica de la restauración y se reduce el riesgo de fractura. Por ello, constituyen una solución ideal para zonas con alta demanda funcional (19).

- **Módulo de elasticidad:** Es posible medir y determinar el grado de rigidez de un material mediante su módulo de elasticidad. En otras palabras, un material con un módulo de elasticidad alto es relativamente rígido y capaz de soportar fuerzas eficazmente sin deformarse excesivamente. Por otro lado, un material con un módulo de elasticidad bajo es más flexible y se deforma con mayor facilidad ante la misma magnitud de tensión. En el caso de las resinas compuestas, esta característica está directamente relacionada con el tamaño de las partículas de relleno inorgánico que componen el material, así como con la proporción de dichas partículas presentes. Más precisamente, cuanto mayor sea el módulo de elasticidad de la resina, mayor será el tamaño de estas partículas de relleno y, por consiguiente, su porcentaje en la mezcla. En aplicaciones clínicas, esto es de gran importancia, ya que una resina más rígida puede ser adecuada para zonas sometidas a importantes esfuerzos masticatorios, mientras que una resina más flexible puede ser más apropiada para cavidades con cierto movimiento o donde se requiere elasticidad. Este principio resulta sumamente útil en la práctica clínica, ya que permite seleccionar el material según los requisitos biomecánicos específicos de cada restauración. Permite elegir composites más rígidos para zonas sometidas a altas cargas funcionales, así como materiales más flexibles cuando las condiciones clínicas lo requieren (19).

Un factor importante para determinar el comportamiento biomecánico de un material bajo cargas funcionales es el módulo de elasticidad, una medida típica de su rigidez intrínseca. Un módulo de elasticidad demasiado bajo, al aumentar la susceptibilidad del material a la deformación excesiva ante las tensiones oclusales, puede comprometer la estabilidad de la restauración. Esto puede afectar tanto a la integridad estructural del material como a su

adaptabilidad marginal. Por otro lado, un módulo de elasticidad elevado no es ideal desde el punto de vista clínico, ya que una rigidez excesiva puede generar concentraciones de tensión en ciertas zonas de la interfaz entre el material y la estructura dental, lo que incrementa la probabilidad de fractura cohesiva o adhesiva. En este sentido, las resinas nanohíbridas presentan una ventaja importante desde el punto de vista biomecánico, ya que cuentan con un módulo de elasticidad bien equilibrado. Esto les permite repartir las fuerzas generadas al masticar de manera parecida a como lo hace la dentina natural del diente. Gracias a esta característica, se reduce el riesgo de fracturas tanto en la restauración como en la estructura dental remanente, logrando un comportamiento más armónico entre el material restaurador y los tejidos duros del diente. Por ello, este tipo de resinas resulta especialmente adecuado para restauraciones que buscan no solo resistencia, sino también una adecuada absorción y distribución de las cargas funcionales. Una distribución homogénea y fisiológica de las cargas contribuye a preservar la integridad de las estructuras dentales remanentes, minimizando así la tensión generada en la interfaz entre la restauración y el diente y, en consecuencia, favoreciendo la longevidad y el éxito clínico de la restauración a largo plazo. Esta propiedad es clínicamente relevante porque ayuda a preservar su integridad (20).

d) Resina Vittra APS de FGM

La producción de un material compuesto de calidad superior se logra mediante el uso de silicato de circonio esferoidal. Este material se caracteriza por su gran resistencia mecánica, buena pulibilidad y brillo duradero. Además, no contiene BPA (bisfenol A) e incorpora la tecnología APS, que permite una mayor duración de trabajo y una reproducción cromática más precisa. Su excepcional consistencia, su efecto camaleónico (presente en la fórmula Unique), que permite una perfecta integración con los dientes naturales, y su compatibilidad con el fotopolimerizado con luz azul son algunas de sus características más destacadas. Este material es ideal para carillas, núcleos, reparaciones y

restauraciones tanto en dientes anteriores como posteriores, ya que posee todas estas características. Es capaz de producir resultados estéticamente agradables y duraderos en todos los casos (21).

- **Características Principales**

- Base: El material está compuesto por silicato de zirconio, cuyas partículas de relleno tienen forma nanoesferoidal. Esta estructura le otorga una base sólida y resistente para lograr buenas propiedades mecánicas y un acabado fino.
- Manejo: Presenta una consistencia excelente, lo que facilita su manipulación y aplicación en la cavidad. Gracias al sistema APS, se logra una textura fluida y agradable de trabajar, incluso en restauraciones complejas.
- Estética: Ofrece una apariencia muy natural con un brillo que perdura en el tiempo. La versión Vittra APS Unique incluye un efecto camaleón, lo que permite que el material imite el color y la translucidez del diente vecino, logrando restauraciones casi invisibles.
- Tecnología APS: Esta tecnología proporciona un tiempo de trabajo más prolongado bajo la luz ambiental del consultorio, sin que el material comience a endurecerse prematuramente. Además, permite predecir con exactitud el color final de la restauración incluso antes de aplicar la luz de fotopolimerización.
- Seguridad: El material está libre de bisfenol A (BPA), un compuesto que genera preocupación por sus posibles efectos en la salud. Esto lo convierte en una opción más segura tanto para adultos como para niños.
- Compatibilidad: Es compatible con todos los fotopolimerizadores que emiten luz azul, los cuales son los más comunes en los consultorios dentales. Así, no se necesita ningún equipo especial para utilizarlo correctamente (21).

- **Especificaciones Técnicas**

- Composición: El material está formado por partículas de circonio con forma nanoesferoidal, cuyo tamaño ronda los 200 nanómetros. Esta

geometría esférica tan pequeña facilita un empaquetamiento uniforme y contribuye a un mejor acabado superficial y mayor resistencia al desgaste, en comparación con partículas de formas irregulares o más grandes.

- Contenido de carga inorgánica: La proporción de relleno inorgánico dentro de la resina alcanza el 73% de su peso total. Este alto porcentaje de partículas es uno de los factores clave que le otorga al material una buena dureza, resistencia mecánica y menor contracción durante la polimerización, lo cual es muy valorado en restauraciones posteriores sometidas a fuertes cargas de masticación.
- Presentación: El producto se comercializa en jeringas de 4 gramos para los colores de dentina y esmalte, y de 2 gramos para el tono transparente. Además, también se ofrecen versiones fluidas (llamadas Flow) que tienen menor viscosidad, ideales para capas finas o zonas de difícil acceso, junto con kits completos que incluyen varios tonos y accesorios para facilitar el trabajo clínico del odontólogo.
- Colores: El sistema de colores es simplificado y fácil de usar, con tonos específicos para dentina como DA1, DA2, DA3 y DA3.5 (cada uno con distinto grado de opacidad y valor cromático) y para esmalte como EA1, EA2 y EA3 (más translúcidos y brillantes). Gracias a esta clasificación sencilla, el profesional puede seleccionar rápidamente la combinación adecuada para cada paciente, logrando restauraciones muy naturales sin necesidad de manejar una extensa gama de tonos (21).

- **Indicaciones**

- Restauraciones directas (Clases I, II, III, IV, V) tanto en dientes anteriores como posteriores: Este material es apto para llenar cavidades en cualquier superficie del diente, desde las caras superiores de molares (Clase I) hasta las caras laterales y bordes incisales (Clases II, III, IV, V). Es decir, cubre la mayoría de las restauraciones que se realizan de forma directa en la consulta, sin necesidad de enviar el trabajo a un laboratorio.
- Carillas directas: Se puede usar para confeccionar carillas en una sola cita, aplicando el material directamente sobre la cara visible del diente y

modelándolo para corregir manchas, formas irregulares o pequeñas fracturas estéticas, sin tener que recurrir a carillas de laboratorio.

- Pegado de fragmentos dentales: Resulta útil cuando un diente se ha fracturado pero el trozo desprendido está en buenas condiciones y se puede volver a adherir a su lugar. El material actúa como adhesivo y relleno, permitiendo recuperar la anatomía original del diente de manera rápida y conservadora.
- Confección de núcleos de relleno: También sirve para construir núcleos o muñones sobre dientes que han perdido gran parte de su estructura coronaria, creando una base sólida sobre la cual luego se podrá colocar una corona o prótesis fija. Así se evita tener que reconstruir todo el diente con un material diferente.
- Reparaciones en porcelana y/o composite: Cuando una restauración existente (ya sea de porcelana o de resina) se ha roto o presenta defectos, este material permite hacer reparaciones directas, añadiendo nueva resina sobre la superficie dañada y logrando una unión aceptable para prolongar la vida útil de la prótesis sin tener que rehacerla por completo.
- Cierre de diastemas: Es ideal para cerrar espacios anormalmente grandes entre dos dientes (diastemas), especialmente en el sector anterior. Mediante la aplicación cuidadosa del material se puede ampliar ligeramente el tamaño de los dientes vecinos y eliminar el espacio indeseado, mejorando notablemente la estética de la sonrisa (21).

e) Resina 3M™ Filtek™ Z350 XT

La resina 3M™ Filtek™ Z350 XT es un restaurador universal de nanorrelleno, fotopolimerizable y radiopaco, diseñado para alta estética y resistencia en restauraciones anteriores y posteriores. Ofrece una excelente retención de pulido, baja contracción, y está disponible en 36 tonos y 4 opacidades (dentina, cuerpo, esmalte y translúcido) con códigos de color (22).

- **Especificaciones:**

- Tecnología: Nanotecnología exclusiva de 3M (nanoclusters de sílice y zirconio) que proporciona una superficie lisa, excelente pulido y alta resistencia al desgaste.
- Opacidades y Tonos: 36 tonos divididos en Alta Opacidad (Dentina: A1D, A2D, A3D, WD), Cuerpo (A1B-A3.5B, WB, etc.), Baja Opacidad (Esmalte) y Translúcidos.
- Manipulación: Consistencia moldeable, no se pega a los instrumentos y mantiene su forma antes de fotocurar.
- Radiopacidad: Elevada, lo que facilita el diagnóstico radiográfico.
- Fotopolimerización: Fotocurado de incrementos de 2 mm en 20 segundos para la mayoría de los tonos.
- Indicaciones: Restauraciones directas (Clase I-V), reconstrucción de muñones, ferulización y restauraciones indirectas (inlays, onlays, carillas) (22).

- **Ventajas:**

- Estética superior: Efecto camaleónico que se integra con el diente.
- Brillo duradero: Mayor retención del pulido comparado con microrellenos.
- Versatilidad: Ideal para el sector anterior y posterior (22).

3.1.2. Colutorios Bucales y Agentes Químicos

a) Definición

Los colutorios bucales son líquidos que contienen sustancias químicas y se utilizan como un apoyo adicional a la limpieza mecánica que se hace con el cepillo. Su función principal consiste en reducir la cantidad de microorganismos presentes en la boca, ayudar a prevenir la formación de caries y controlar las enfermedades de las encías. Esto lo logran transportando sus ingredientes activos hacia aquellas zonas de difícil acceso para el cepillado, como los espacios entre los dientes o las áreas cercanas al margen de las encías. De esta manera,

complementan la higiene diaria y contribuyen a mantener una mejor salud oral en general (23).

b) Composición general de los colutorios bucales

La formulación de un colutorio es un sistema complejo que busca estabilidad química y eficacia biológica. Los componentes fundamentales se dividen en:

- **Vehículo:** Generalmente agua o una mezcla de agua y alcohol. El vehículo representa la mayor proporción del volumen y garantiza la homogeneidad de la solución (24).
- **Agentes Activos:** Incluyen antisépticos (clorhexidina, cloruro de cetilpiridinio), agentes fluorados (fluoruro de sodio), aceites esenciales (mentol, timol, eucaliptol) y agentes remineralizantes (25).
- **Surfactantes:** Detergentes que facilitan la dispersión de los ingredientes y la remoción de restos orgánicos.
- **Humectantes:** Como la glicerina o el sorbitol, que evitan la evaporación del producto y mejoran la viscosidad (26).
- **Aromatizantes y Edulcorantes:** Sustancias no cariogénicas (xilitol, sacarina sódica) destinadas a mejorar la palatabilidad y el cumplimiento del paciente (25).

c) El rol del alcohol (Etanol) en los colutorios

- **Función como solvente y antiséptico:** El alcohol actúa principalmente como un solvente eficaz para ingredientes que no son hidrosolubles, como los aceites esenciales. Asimismo, posee propiedades antisépticas intrínsecas al desnaturalizar las proteínas de las membranas bacterianas, y funciona como un conservante que prolonga la vida útil del producto (27).
- **Concentraciones habituales:** Las concentraciones de alcohol en los productos comerciales varían significativamente. Se encuentran formulaciones "libres de alcohol" (0%), mientras que los colutorios basados

en aceites esenciales suelen presentar concentraciones que oscilan entre el **18% y el 27%**. Estos niveles son necesarios para mantener la estabilidad de los compuestos fenólicos en la solución (28).

d) pH de los colutorios: Acidez y potencial erosivo

- **Acidez:** La mayoría de los colutorios comerciales presentan un pH ácido, con valores que fluctúan comúnmente entre **3.0 y 6.5**. Esta acidez se debe a menudo a la presencia de ácidos orgánicos (ácido benzoico, ácido cítrico) utilizados para estabilizar los componentes activos y mejorar el sabor (29).
- **Potencial erosivo:** Cuando el nivel de acidez es bajo, especialmente si el pH cae por debajo del valor crítico de alrededor de 5.5, se puede provocar el deterioro de la parte orgánica de las resinas compuestas. Este ambiente tan ácido favorece la descomposición por hidrólisis de los enlaces éster presentes en monómeros como el Bis-GMA y el TEGDMA, que son componentes habituales de estas resinas. Como consecuencia de este proceso, la superficie del material se vuelve más rugosa y, además, se pierde dureza superficial debido a que las partículas de relleno se disuelven y se liberan de la matriz. En la práctica clínica, esto significa que las restauraciones expuestas frecuentemente a bebidas ácidas o a ciertos colutorios con pH bajo podrían desgastarse prematuramente y perder sus propiedades mecánicas con mayor rapidez, afectando su durabilidad y su capacidad de sellado marginal (30).

e) Dento X-tra Cool:

El enjuague bucal Dento Xtra Cool es un colutorio diseñado para la higiene bucal profunda, caracterizado por su fórmula con alcohol y Cloruro de Cetilpiridinio (CPC), que ayuda a eliminar el 99.9% de bacterias, combatir la placa, prevenir caries y refrescar el aliento. Se presenta comúnmente en frascos de 500 ml o 980 ml.

- **Características principales:**

- Acción: Combate gérmenes, reduce la placa bacteriana y protege las encías.
- Sabor/Sensación: X-Tra Cool (Intenso/Refrescante).
- Componentes Clave: Contiene alcohol y CPC (Cloruro de Cetilpiridinio).
- Uso: Complemento del cepillado diario para una limpieza profunda.
- Beneficios: Aliento fresco, protección anticaries y antisarro (31).

f) Listerine Cool Mint:

Listerine Cool Mint es un colutorio bucal antiséptico de uso diario que elimina hasta el 99% de los gérmenes causantes de placa y mal aliento, proporcionando 24 horas de protección. Su fórmula basada en cuatro aceites esenciales (mentol, timol, eucaliptol y salicilato de metilo) refresca el aliento y mantiene la salud gingival, recomendado para mayores de 12 años (32).

- **Composición Clave (Aceites Esenciales):**

- Mentol: Proporciona sensación de frescura intensa.
- Timol: Antiséptico derivado del tomillo.
- Eucaliptol: Aceite con propiedades antisépticas.
- Salicilato de Metilo: Agente calmante y antiséptico.
- Otros componentes: Agua, alcohol (en la versión clásica), sorbitol, poloxámero 407, ácido benzoico, sacarina de sodio, aroma, benzoato de sodio.

- **Características Principales:**

- Acción: Combate las bacterias que causan la placa y el mal aliento.
- Frecuencia: De uso diario, mañana y noche, tras el cepillado.
- Sabor: Menta refrescante.
- Sin Diluir: No debe diluirse en agua para asegurar su efectividad.
- Variedad: Existe la versión "Cool Mint Zero" sin alcohol.
- Edad sugerida: Recomendado para mayores de 12 años (32).

g) Enjuague Bucal Tottus Frescura Total:

El enjuague bucal Tottus Frescura Total (menta refrescante) está diseñado para la higiene bucal diaria, enfocándose en combatir el mal aliento y proporcionar una sensación de frescor. Generalmente contiene fluoruro de sodio para la prevención de caries y agentes antisépticos para reducir la placa bacteriana, comúnmente mentol y otros componentes similares a enjuagues bucales estándar (33).

- **Características Principales:**

- Variedades: Frescura Total (menta) y Sin Alcohol.
- Función: Ayuda a prevenir caries, reducir la placa bacteriana y refrescar el aliento.
- Presentaciones: Envases de 180 mL, 500 mL y 1 Litro.
- Uso: Ideal para completar la rutina de higiene bucal después del cepillado.

- **Composición (Basado en formulaciones estándar de la marca):**

- Fluoruro de Sodio: Activo principal para remineralizar el esmalte y prevenir caries.
- Cloruro de Cetilpiridinio: Agente antiséptico que ayuda a eliminar bacterias.
- Menta/Aromatizantes: Para proporcionar frescura total (33).

3.1.3. Interacción entre el Alcohol y las Resinas Compuestas

La durabilidad clínica de las resinas compuestas depende no solo de sus propiedades mecánicas iniciales, sino de su estabilidad química frente a los fluidos orales. La introducción de agentes químicos externos, como el etanol presente en los colutorios, desencadena procesos de degradación que alteran la estructura del polímero y la unión con el relleno inorgánico (34).

a) Mecanismos de degradación química

- **Sorción acuosa y solubilidad de la matriz polimérica:** Cuando las moléculas del disolvente, principalmente agua y alcohol, comienzan a penetrar y migrar en la estructura tridimensional de la resina polimérica, se considera que el proceso ha comenzado. El líquido puede penetrar en el material sin necesidad de presiones externas, ya que esta difusión se produce gradualmente y aprovecha los pequeños espacios que existen entre las cadenas poliméricas. Una vez introducidas en la resina, estas moléculas pueden interactuar con sus componentes, lo que puede provocar modificaciones en las características mecánicas y físicas de la resina. Este fenómeno, conocido como sorción, genera un "hinchamiento" de la matriz que expande las cadenas de polímeros y debilita las fuerzas de Van der Waals. Simultáneamente, ocurre la solubilidad, que es la liberación o lixiviación de monómeros que no reaccionaron durante la polimerización (monómeros residuales) y de oligómeros de bajo peso molecular. Este intercambio de masa debilita la integridad estructural del material (35).
- **Reblandecimiento de la matriz por acción del etanol:** El etanol es un solvente orgánico con un parámetro de solubilidad cercano al de muchos monómeros de la matriz dental (como el Bis-GMA y el TEGDMA). Esto le permite penetrar con mayor facilidad en la red de polímeros en comparación con el agua pura. Una vez dentro, el alcohol actúa como un plastificante, reduciendo la temperatura de transición vítrea (T_g) del material y provocando un reblandecimiento físico. Este efecto reduce significativamente la microdureza superficial, haciendo que la restauración sea más susceptible al desgaste abrasivo y a la deformación plástica (36).

b) Degradación de la interfase matriz-relleno

La capacidad del agente aglutinante, que es el silano, para transmitir las tensiones desde la matriz flexible a las partículas de relleno rígidas es un factor crítico para determinar el éxito de una resina nanohíbrida a la hora de mantener su integridad. La exposición al alcohol acelera la hidrólisis de los enlaces siloxánicos en la interfase. Al degradarse el silano, las partículas de relleno pierden su anclaje y pueden desprenderse de la superficie (fenómeno conocido como filler plucking),

lo que deja microcavidades que aumentan la rugosidad y facilitan la acumulación de biopelícula (37).

c) Factores que influyen en la susceptibilidad

La magnitud del daño provocado por el alcohol no es uniforme y depende de variables críticas:

- **Grado de conversión:** Una polimerización incompleta deja una red más porosa y con mayor cantidad de monómeros residuales, facilitando la penetración del solvente (25).
- **Naturaleza química de la matriz:** Las resinas basadas en UDMA (dimetacrilato de uretano) suelen mostrar mayor resistencia a la degradación por alcohol que aquellas ricas en Bis-GMA, debido a su estructura molecular y menor hidrofilia (38).
- **Carga y tamaño de relleno:** Aunque las resinas nanohíbridas tienen una alta carga inorgánica que debería proteger la matriz, la gran superficie de contacto de las nanopartículas ofrece más áreas de interfase potencialmente vulnerables a la degradación hidrolítica (39).
- **Concentración de alcohol:** El impacto es directamente proporcional al porcentaje de etanol en el colutorio, siendo las formulaciones con más del 20% las que reportan las mayores caídas en la microdureza (38).

3.1.4. Dureza y Microdureza superficial

Una forma de determinar la dureza superficial de un material es evaluar la facilidad o dificultad con la que se raya o penetra su superficie. En las primeras investigaciones sobre este tema, uno de los materiales utilizados era más blando que el otro, y los investigadores emplearon dos materiales distintos con diferentes niveles de dureza. Para evaluar la dureza superficial de cada sustancia, examinaron la capacidad del material más duro para dejar una marca o rayadura en la superficie del material más blando. El uso de un penetrador, una herramienta que se presiona contra la superficie del material con una fuerza precisa, es otro

método frecuente para evaluar esta característica. Este método se utiliza ampliamente para determinar el grado de dureza de diversos materiales. En cuanto a la hendidura que deja el penetrador, se ha observado que los materiales más blandos producen marcas profundas y anchas, lo que indica una menor dureza. Por el contrario, las hendiduras superficiales y estrechas indican un material más resistente a la penetración y, por lo tanto, más tenaz (40).

El durómetro es el instrumento más utilizado para medir la dureza de los materiales. Dependiendo del tipo de análisis, este dispositivo cuenta con indentadores o sondas de diversas formas (como esferas o pirámides), tamaños y materiales, siendo el acero y el diamante los más comunes. La fuerza o carga aplicada mediante estas sondas puede variar considerablemente, desde unos pocos gramos hasta varios kilos. Esto permite adaptar la medición a una amplia gama de materiales, desde muy blandos hasta extremadamente duros. Además, el tiempo de aplicación de la presión sobre la muestra no está predefinido; lo selecciona el usuario que realiza la medición y depende de la técnica empleada. Gracias a su adaptabilidad en cuanto a carga y tiempo, el durómetro es un instrumento flexible que se utiliza frecuentemente en laboratorios y control de calidad (40).

La dureza es una cualidad que refleja la resistencia de la superficie de un material al ser raspada o deformada bajo presión, en comparación con otras propiedades del mismo. Además, describe la capacidad del material para soportar la penetración de un indentador afilado al ser sometido a una fuerza determinada. Para evaluar con precisión esta propiedad, se utiliza un procedimiento que consiste en presionar o rayar una muestra del material con un indentador mientras se aplica una carga precisa. Es posible determinar si el material es más blando (indentación grande y profunda) o más duro (indentación pequeña y superficial) analizando la profundidad o el tamaño de la indentación dejada por el indentador. La evaluación de la calidad y la resistencia de una amplia variedad de materiales, incluidas las resinas dentales, es una práctica que se realiza frecuentemente en laboratorios (41).

Existe una relación entre la fuerza o carga aplicada a un material y la profundidad de penetración en su superficie. Esta relación permite evaluar la dureza del

material. En otras palabras, cuanto más duro sea el material, mayor será la fuerza necesaria para lograr una determinada penetración, o menor la penetración con la misma carga. Por consiguiente, combinando estos dos parámetros —la fuerza aplicada y la profundidad de penetración alcanzada por el indentador— se puede obtener un valor que represente con precisión la resistencia superficial del material analizado (41).

Uno de los aspectos que se discuten es que los diversos métodos para determinar la dureza de un material se basan en el mismo principio fundamental. Solo existe una diferencia entre los distintos métodos: la forma y el tipo de indentador o punta que se utiliza para presionar la superficie del material. La excepcional dureza del diamante y su geometría, que permite una penetración uniforme, son dos de las razones por las que se considera que los indentadores de diamante de forma esferoidal (redondeada) ofrecen los resultados más precisos y fiables entre todas las opciones disponibles. Por ello, suelen elegirse para aplicaciones que requieren un alto nivel de precisión, como la evaluación de resinas dentales de última generación o materiales cerámicos contemporáneos (41).

Estas son las pruebas que se utilizan con mayor frecuencia para determinar el grado de dureza:

- a) **Dureza Rockwell:** Para realizar este tipo de medición, se utiliza un indentador metálico o esférico. El diámetro del indentador puede variar según los requisitos de la tarea. Este indentador se somete a cargas que, dependiendo del nivel de dureza previsto del material, generalmente oscilan entre sesenta y ciento cincuenta kilos. La prueba de dureza Rockwell es uno de los métodos más utilizados en polímeros empleados en odontología. Para esta prueba, se utiliza una esfera indentadora de 12,7 milímetros de diámetro junto con una carga menor de aproximadamente 30 kilos. Esta combinación de carga reducida y esfera de tamaño adecuado resulta ideal para evaluar materiales poliméricos sin causar daños excesivos. Además, permite obtener mediciones fiables de la dureza superficial de estos materiales en el contexto de la evaluación dental (42).
- b) **Dureza Brinell:** El ensayo de dureza Brinell es la técnica más antigua para evaluar la dureza. Se utiliza para determinar la resistencia de un material a

la penetración y es el método más riguroso que se emplea actualmente. Este método utiliza una esfera de carburo de tungsteno de 1,6 milímetros de diámetro, muy pequeña, a la que se le aplica una carga de 123 Newtons. Si bien esta esfera también puede fabricarse con acero inoxidable, el carburo de tungsteno es el material más utilizado para realizar mediciones precisas debido a su gran dureza. Para llevar a cabo el ensayo, el indentador se coloca en contacto con la superficie del material durante treinta segundos, aplicando una presión constante durante este tiempo. Tras retirar el indentador, se mide el diámetro de la indentación circular que queda en la muestra; la profundidad de la indentación no se tiene en cuenta en esta medición. Para calcular la dureza Brinell del material ensayado, se utiliza este diámetro. Además, este diámetro es un buen indicador de la resistencia del material a la penetración (42).

- c) **Dureza Vickers:** Esta prueba se utiliza habitualmente en la evaluación de los materiales empleados en restauraciones dentales. Una diferencia significativa con respecto a las pruebas de dureza Knoop y Brinell radica en que el indentador empleado es un diamante piramidal en lugar de una esfera. En esencia, este método es bastante similar a ambos. Al utilizar este tipo de indentador, la superficie del material queda marcada con una hendidura cuadrada. Está especialmente diseñada para evaluar la dureza de materiales relativamente duros, como muchos de los composites y cerámicas utilizados en odontología. Además, permite evaluar la dureza de regiones extremadamente pequeñas. Gracias a su precisión y a la mínima indentación, es posible examinar incluso pequeñas zonas de una restauración o elementos específicos de una muestra sin causar daños excesivos (42).
- d) **Dureza Knoop:** Este método de medición se desarrolló específicamente para realizar pruebas de microindentación, una técnica que mide la dureza de los materiales en zonas muy pequeñas o en capas extremadamente delgadas. El método consiste en aplicar una carga controlada sobre una muestra mediante un indentador de diamante de precisión con una forma geométrica específica (generalmente una pirámide). Tras aplicar la fuerza durante el tiempo establecido, se retira el indentador y se analiza la huella superficial del material con un microscopio. Los parámetros de esta huella,

como la longitud de sus diagonales, se utilizan para calcular la dureza del material. Este tipo de prueba permite evaluar la dureza superficial de resinas compuestas, cerámicas y otros materiales restauradores, lo cual resulta muy útil en odontología (42).

Diversos estudios han demostrado que la erosión afecta la superficie de los materiales dentales, así como sus características físicas y superficiales, especialmente en ionómeros de vidrio, compómeros y resinas compuestas. Según los resultados de las investigaciones publicadas, se ha observado una disminución en la dureza superficial de ciertos polímeros, atribuida al ablandamiento y disolución de su matriz orgánica. Sin embargo, esta disminución no es tan significativa como la que se produce en los dientes naturales al exponerse a las mismas condiciones ácidas. Además de los materiales mencionados, existen otros que, al exponerse a condiciones ácidas, tienden a perder dureza superficial y a erosionarse. Entre estos materiales se incluyen los compómeros, los ionómeros de vidrio modificados con resina y los ionómeros de vidrio convencionales. Estos resultados son relevantes para la práctica clínica, ya que permiten predecir el comportamiento de cada material ante la exposición prolongada a bebidas ácidas, colutorios bucales con pH bajo o determinadas dietas. (43).

3.2. Antecedentes investigativos

3.2.1. Locales:

- **“Efecto de una bebida carbonatada, con y sin azúcar, sobre la micro dureza superficial en dos tipos de resina compuesta nanohíbrida. Arequipa 2024
Autor: Valeria Alessandra Zegarra Bellido.**

Este estudio tuvo como objetivo evaluar la microdureza superficial de dos resinas nanohíbridas disponibles comercialmente, Forma™ y Palfique Lx5®, y determinar si este atributo se modificaba tras la inmersión en dos tipos de bebidas carbonatadas: una con azúcar y otra sin ella.

Los métodos empleados incluyeron la preparación de 60 muestras cilíndricas de resina, distribuidas de la siguiente manera: El Grupo A incluyó 30 cilindros de resina Forma™, divididos en tres subgrupos: A1 (10 cilindros sin exposición a ninguna bebida), A2 (10 cilindros sumergidos en Coca-Cola con azúcar durante 30 minutos diarios durante 15 días) y A3 (10 cilindros sumergidos en Coca-Cola Zero durante 30 minutos diarios durante 15 días).

El grupo B estaba compuesto por 30 cilindros de resina Palfique Lx5®, distribuidos de la siguiente manera: B1 (10 cilindros sin exposición a bebidas), B2 (10 cilindros sumergidos en Coca-Cola azucarada durante 30 minutos diarios durante 15 días) y B3 (10 cilindros de Palfique Lx5® sumergidos durante 15 días, 30 minutos diarios, en Coca-Cola sin azúcar o Coca-Cola Zero).

Posteriormente, todas las muestras se evaluaron con el durómetro Indentec en el laboratorio de ingeniería metalúrgica de la UNSA, obteniéndose los siguientes valores promedio de dureza: grupo A1, 121,10 HV; grupo A2, 111,00 HV; grupo A3, 110,40 HV. Grupo B1: 132,20 HV; grupo B2: 103,80 HV; grupo B3: 110,10 HV.

El análisis revela diferencias entre los grupos examinados y, según la prueba t de Student, si bien ambas resinas nanohíbridas mostraron una disminución de la dureza al exponerse a las dos bebidas, esta disminución fue más significativa en el refresco azucarado. Además, entre las dos resinas, Palfique Lx5® presentó una reducción de la dureza más pronunciada (44).

3.2.2. Nacionales:

- **“Variación del PH salival con el uso de colutorios bucales con y sin alcohol en pacientes del Centro Salud 9 de octubre”. Juliaca. 2022**
Autor: Luis Erick Hilasaca Canaza.

El pH salival sirve como señal del nivel de acidez de las sustancias en el ambiente oral; por lo tanto, la cavidad oral funciona como un ecosistema que requiere un pH equilibrado. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la variación en el

pH salival antes y después del uso de enjuagues bucales con y sin alcohol en pacientes del centro de salud Nueve de Octubre en Juliaca en 2022. Este estudio utilizó una metodología cuantitativa, un marco experimental, un alcance preexperimental, un nivel explicativo y una clasificación aplicada. Se recolectaron muestras de saliva antes y después de la aplicación de los enjuagues bucales y se documentaron en una hoja de datos, citando la tabla de escala de pH salival. Las muestras se obtuvieron de 35 pacientes de 40 a 60 años de edad mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. La prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov indicó que los datos no se ajustaban a una distribución normal, produciendo un valor p de 0,001, que está por debajo del umbral de significancia de 0,05. En consecuencia, se utilizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, un método no paramétrico. La prueba de Wilcoxon arrojó un valor Z de -5.040 y un valor p de 0.001, que es inferior a 0.05; por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa. La prueba de Wilcoxon arrojó un valor Z de 5.036 y un valor p de 0.001, ambos por debajo del umbral de significancia, lo que respalda la aceptación de la hipótesis alternativa. Conclusión: La evidencia estadística indica fluctuación en el pH salival antes y después del uso de enjuagues bucales, tanto alcohólicos como no alcohólicos, entre pacientes del Centro de Salud Nueve de Octubre en Juliaca, 2022 (45).

- **“Efecto de los colutorios con y sin alcohol en el pH salival en estudiantes de la carrera de enfermería técnica del instituto de educación superior público José Carlos Mariátegui”. Moquegua. 2023.**

Autor: Paolo Gonzalo Carpio Álvarez y cols.

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el pH salival de estudiantes de enfermería del Instituto Público de Educación Superior José Carlos Mariátegui en cuatro intervalos: antes, y 5, 15 y 30 minutos después del uso de enjuagues bucales con y sin alcohol.

Esta investigación fue experimental, comparativa, prospectiva y longitudinal, con un diseño experimental. La población total incluyó a 58 estudiantes de enfermería de la institución, categorizados en dos grupos (enjuagues bucales con alcohol y sin alcohol) según criterios de inclusión. El pH salival se evaluó de forma observacional y los hallazgos se documentaron. Se utilizó un pHmetro digital

Hanna Checker Plus HI1271 equipado con un electrodo 98103 para medir el pH antes, y 5, 15 y 30 minutos después de la aplicación de ambos tipos de enjuague bucal.

Los resultados indican que, en ambos grupos, el pH salival aumentó a los 5 minutos con respecto al valor inicial, seguido de una disminución entre los 15 y 30 minutos, sin volver a los niveles basales. Al comparar los distintos intervalos de tiempo entre los dos grupos (enjuague bucal con y sin alcohol), un valor p superior a 0,05 indica que el pH salival se mantuvo comparable en todos los momentos evaluados, ya que no se identificaron variaciones estadísticamente significativas (46).

3.2.3. Internacionales:

- **“Microdureza superficial de la resina nano-híbrida sometidas a enjuagues bucales de diferente composición”. Ecuador. 2021**

Autor: Wilson Steven Salas Castro

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la microdureza superficial de una resina nanohíbrida sometida a dos enjuagues bucales con composiciones variables. El estudio fue de naturaleza observacional, descriptiva y comparativa. La muestra incluyó 30 cilindros de resina nanohíbrida, cada uno de 4 mm de diámetro y 4 mm de espesor, de acuerdo con la norma ISO 4049, categorizados en tres grupos ($n=10$): el Grupo 1 consiste en resina combinada con agua destilada, el Grupo 2 comprende resina mezclada con un enjuague de clorhexidina sin alcohol, y el Grupo 3 incluye resina combinada con un enjuague de alcohol. Las muestras se sumergieron durante 12 horas para simular un año de uso. Se utilizó un microdurómetro Vickers Future Tech FM800 para evaluar la microdureza. Las mediciones del grupo de control (agua destilada) se compararon con las de los grupos experimentales. Los valores más altos se registraron en el grupo 1 (89,27 Vickers), seguidos de una caída significativa en el grupo 2 (81,24 Vickers), mientras que el grupo 3 mostró una ligera reducción (87,35 Vickers). El enjuague del grupo 2 tuvo el efecto más sustancial sobre la dureza de la resina,

con variaciones estadísticamente significativas ($p=0,000$) en relación con los demás grupos (47).

- **“Efecto de colutorios bucales sobre la dureza del composite empleado en la reparación dental estética”. Saudi Arabia. 2023.**

Autor: Noura Abdulaziz Alessa.

Contexto. El uso de enjuagues bucales está en aumento a nivel mundial. Sin embargo, se reconoce que estos enjuagues afectan negativamente las restauraciones dentales de resina compuesta. El objetivo de este estudio es evaluar el efecto de diversos enjuagues bucales sobre la microdureza de las restauraciones.

Métodos. Se elaboraron treinta muestras de composite Tetric N-Ceram. Cada muestra se fotopolimerizó durante 40 segundos y posteriormente se mantuvo en solución salina a 37 °C durante 24 horas. La microdureza inicial de cada muestra se midió con un microdurómetro Vickers Innovatest. Las muestras se sumergieron aleatoriamente en 20 ml de los enjuagues bucales seleccionados (Colgate® Plax, Listerine® Teeth & Gum Defence y Closeup® Antibacterial Mouthwash Cool Breeze) y se incubaron a 37 °C durante 24 horas. Posteriormente, se reevaluaron los niveles de microdureza. El pH de cada enjuague bucal se midió con un pHmetro digital.

Resultados. Las propiedades ácidas de Colgate® y Listerine® provocaron una reducción de la microdureza de las muestras de composite sumergidas en estas sustancias. Listerine® produjo la reducción más significativa de la microdureza y presentó el pH más bajo (4,34). Closeup®, con un pH neutro de 7,02, no tuvo un impacto adverso en la microdureza; por el contrario, su concentración de zinc aumentó la dureza de las muestras.

Conclusiones: Los enjuagues bucales ácidos afectaron negativamente la microdureza de las restauraciones dentales de resina compuesta (48).

- **“Efecto de tres enjuagues bucales en la degradación superficial de resinas compuestas: estudio in vitro”. Ecuador. 2018**

Autor: Paola Elisabeth Casanova Obando y cols.

Objetivo: Evaluar la reducción de masa y el aumento de la rugosidad superficial en resinas compuestas tras la exposición a enjuagues bucales.

Materiales y métodos: Se fabricaron ochenta y ocho discos de resinas nanohíbridas Grandio (VOCO) y Filtek Z250 XT (3M), incluyendo 44 discos de cada resina, divididos en 3 subgrupos (n=14), junto con 2 discos elegidos al azar como controles. Los discos se sumergieron en enjuagues bucales Listerine Zero, Coolmint y Whitening durante 21 minutos, tras lo cual se pesaron y se evaluó su rugosidad superficial. Posteriormente, se sumergieron en saliva artificial durante 12 horas, luego se volvieron a sumergir en el enjuague bucal correspondiente y se realizó una nueva evaluación de peso y rugosidad. El ciclo se repitió durante un total acumulado de 1092 minutos a 37 °C.

Resultados: Las medidas de rugosidad y peso, analizadas mediante ANOVA ($p < 0,001$), no mostraron alteraciones significativas en las resinas evaluadas tras la exposición a los enjuagues bucales; sin embargo, se observó una variación en función de la duración de la exposición.

Conclusiones: Los enjuagues bucales pueden afectar negativamente a las resinas compuestas, y la gravedad del efecto aumenta con el tiempo de contacto prolongado (49).

4. HIPÓTESIS

Dado que los colutorios con contenido de alcohol pueden alterar la matriz orgánica de las resinas nanohíbridas, afectando su estructura y provocando la liberación de monómeros,

Es probable que la exposición prolongada a estos colutorios bucales reduzca la microdureza superficial de las resinas nanohíbridas, en comparación con aquellas no expuestas o expuestas a colutorios sin alcohol.





CAPITULO II

PLANTEAMIENTO OPERACIONAL (METODOLOGÍA)

1. METODOLOGÍA

1.1.Diseño Metodológico

TABLA 1 Metodología

Categoría	Clasificación y Descripción
Propósito	Investigación aplicada. El objetivo principal es generar conocimiento con una aplicación práctica directa en odontología restauradora.
Enfoque metodológico	Cuantitativo. Se basa en la medición numérica y el análisis estadístico de datos. Se medirá la variable dependiente (microdureza Vickers), y los resultados se compararán para establecer diferencias entre grupos.
Diseño	Experimental <i>in vitro</i>. Se manipulan deliberadamente las variables independientes (tipo de colutorio y tipo de resina) bajo condiciones de laboratorio controladas.
Alcance	Descriptivo y explicativo. En primer lugar, describirá los valores de microdureza obtenidos en cada grupo experimental. Se buscará explicar las diferencias observadas en los colutorios y las resinas.
Temporalidad	Transversal o de corte. La exposición a los colutorios y la medición de la microdureza se realizarán en un periodo definido, evaluando el efecto en un momento posterior al tratamiento, sin seguimiento a largo plazo.

1.2. Análisis de Variables

TABLA 2 Variables

VARIABLE	INDICADORES	SUBINDICADORES	ITEMS
ESTÍMULO: Colutorios con alcohol	Dento X-tra Cool		
	LISTERINE® Cool Mint		
	Enjuague Bucal Tottus Frescura Total		
RESPUESTA: Microdureza superficial de la resina Vittra APS y Filtek Z350 XT	Nivel de dureza	Baja	< 70 HV*
		Regular	> 70 y ≤ 90 HV
		Media	> 90 y ≤ 110 HV
		Alta	> 110 y ≤ 130 HV
		Muy alta	> 130 y ≤ 150 HV

* Dureza Vickers

1.3. Técnica de investigación

Este estudio utilizará un enfoque de laboratorio y utilizará la observación experimental para recopilar datos y resultados.

1.4. Técnica de ejecución de investigación

1.3.1 Selección de muestras

Siguiendo los estándares de la norma internacional ISO 4049, se crearon cuarenta y ocho muestras cilíndricas de resina. Estas muestras correspondían a las diversas marcas comerciales incluidas en la investigación. Los parámetros específicos utilizados en el proceso de producción fueron un diámetro interior de 8 milímetros y una altura de 4 milímetros. La resina se colocó en incrementos secuenciales y cada capa se fotopolimerizó durante veinte segundos, a menos que el fabricante especificara una duración diferente. Esto se logró utilizando una lámpara LED de última generación con una potencia mínima certificada de ochocientos milivatios por centímetro cuadrado. Dado que esta etapa no altera significativamente los valores de dureza superficial, la evaluación pudo concentrarse directamente en las propiedades del material sin introducir variables adicionales del acabado. Es fundamental señalar que las superficies de las muestras no recibieron ningún tratamiento de pulido después del proceso de desmoldeo.

1.3.2 Tamaño de la muestra

Se realizó una revisión de estudios previos con características comparables a las del presente estudio para determinar el tamaño de la muestra y la distribución de los especímenes entre los distintos grupos experimentales. Con base en esta información científica, resulta evidente que la investigación in vitro en este campo suele utilizar cantidades comparables de unidades para cada grupo de sujetos. Por consiguiente, se seleccionó el muestreo por conveniencia no probabilístico como método de muestreo, criterio que se fundamentaba precisamente en la similitud con el diseño experimental in vitro de investigaciones previas. Esta base bibliográfica valida el enfoque de muestreo adoptado en el presente estudio. Como resultado de este procedimiento, se decidió finalmente que el número total de muestras a crear sería de 48 unidades. Este número concuerda con las referencias científicas revisadas y es suficiente para los objetivos del experimento, que incluyen la comparación.

1.3.3 Preparación de muestras y metodología:

El total de 48 muestras fue organizado en dos grandes grupos, designados como Grupo A y Grupo B, en función del tipo de resina compuesta evaluada (una resina por grupo). Dentro de esta estructura primaria, la distribución de los especímenes se llevó a cabo de la siguiente manera, asegurando que cada grupo contara con el número suficiente de réplicas para los análisis posteriores:

Grupo A: dividido en 4 subgrupos:

- A1: Durante la investigación, se creó un grupo de control compuesto por seis cilindros utilizando resina Vittra APS. Para su preparación, la resina se vertió directamente sobre el molde metálico, previamente apoyado sobre una placa de vidrio. Esto se hizo para asegurar que la superficie inferior estuviera completamente nivelada. Para garantizar el llenado completo de la cavidad del molde, este se llenó con resina en incrementos secuenciales, fotopolimerizando cada capa según las instrucciones. Debido a su uniformidad, se seleccionó la cara de cada muestra en contacto con la placa de vidrio para realizar las mediciones de dureza. Posteriormente, las muestras se conservaron en solución salina fisiológica hasta su análisis con un durómetro GOYOJO, equipo utilizado para cuantificar la microdureza superficial del material. Este conjunto de muestras se utilizó como referencia para la comparación (grupo de control) con las demás resinas investigadas.
- A2: Se prepararon 6 cilindros utilizando la resina Vittra APS, siguiendo el mismo procedimiento de fabricación: aplicación directa de la resina sobre el molde apoyado en una platina de vidrio, con llenado por incrementos hasta completar el molde. La superficie que estuvo en contacto con la platina de vidrio fue la seleccionada para las mediciones de dureza, por su uniformidad. Una vez confeccionadas, las muestras se mantuvieron en suero fisiológico como medio de almacenamiento. Posteriormente, los especímenes se sumergieron diariamente en el colutorio Dento X-tra Cool durante al menos 10 minutos, repitiendo este procedimiento a lo largo de 10 días consecutivos. Entre cada sesión de inmersión, las muestras se volvieron a conservar en suero fisiológico para preservar sus propiedades. Finalizado este período de tratamiento, los cilindros fueron llevados al durómetro de la marca

GOYOJO, donde se procedió a medir la microdureza superficial de cada espécimen.

- A3: Se elaboraron 6 cilindros a partir de la resina Vittra APS, aplicando la resina directamente sobre el molde metálico colocado sobre una platina de vidrio. El molde se rellenó por incrementos sucesivos de resina, asegurando una correcta fotopolimerización de cada capa. La cara del espécimen que quedó en contacto con la platina de vidrio fue la elegida para las mediciones de dureza, por ofrecer una superficie plana y uniforme sin necesidad de pulido. Una vez fabricadas, las muestras se almacenaron en suero fisiológico. Posteriormente, se sumergieron diariamente en el colutorio LISTERINE® Cool Mint durante al menos 10 minutos, repitiendo este procedimiento a lo largo de 10 días consecutivos. Entre cada inmersión, las muestras se mantuvieron nuevamente en suero fisiológico para conservar su hidratación. Transcurrido ese período, los cilindros se trasladaron al durómetro marca GOYOJO, donde se realizó la medición de la microdureza superficial de cada muestra.
- A4: Se confeccionaron 6 cilindros empleando la resina Vittra APS, siguiendo el mismo protocolo de fabricación descrito previamente. La resina se aplicó directamente sobre el molde metálico apoyado en una platina de vidrio, y se fue colocando por incrementos sucesivos hasta llenar completamente la cavidad del molde, fotopolimerizando cada capa según los tiempos establecidos. La superficie de cada muestra que quedó en contacto con la platina de vidrio fue la seleccionada para las mediciones de dureza, debido a su planicidad y uniformidad, lo que evita la necesidad de pulido posterior. Una vez confeccionados, los especímenes se conservaron en suero fisiológico. Luego, se sumergieron diariamente en el colutorio Enjuague Bucal Tottus Frescura Total durante al menos 10 minutos, repitiendo este procedimiento a lo largo de 10 días consecutivos. Entre cada sesión de inmersión, las muestras se mantuvieron nuevamente en suero fisiológico para preservar sus propiedades. Finalmente, después de este tratamiento, los cilindros se llevaron al durómetro marca GOYOJO, donde se midió la microdureza superficial de cada espécimen.

Grupo B: dividido en 4 subgrupos:

- B1: Se fabricaron 6 cilindros utilizando la resina Filtek Z350 XT, los cuales constituyeron el grupo control para esta marca. El procedimiento consistió en aplicar la resina directamente sobre el molde metálico previamente colocado sobre una platina de vidrio, rellenando la cavidad por incrementos sucesivos hasta completar el grosor total del molde. La cara de cada espécimen que estuvo en contacto con la platina de vidrio fue la seleccionada para las mediciones de dureza, dada su superficie plana y uniforme, lo que evita interferencias por falta de pulido. Una vez confeccionadas, las muestras se conservaron en suero fisiológico hasta el momento de ser evaluadas. Finalmente, los cilindros se trasladaron al durómetro marca GOYOJO, donde se procedió a medir la microdureza superficial de cada muestra, sirviendo estos valores como referencia comparativa para los grupos experimentales de la misma resina.
- B2: Se confeccionaron 6 cilindros empleando la resina Filtek Z350 XT, aplicando la resina directamente sobre el molde metálico apoyado en una platina de vidrio. El llenado del molde se realizó por incrementos sucesivos hasta completar la cavidad, fotopolimerizando cada capa según los tiempos establecidos. La superficie en contacto con la platina de vidrio fue la elegida para las mediciones de dureza, por ser perfectamente plana y uniforme. Una vez fabricadas, las muestras se conservaron inicialmente en suero fisiológico. Posteriormente, se sumergieron diariamente en el colutorio Dento X-tra Cool durante al menos 10 minutos a lo largo de 10 días consecutivos. Entre cada sesión de inmersión, los especímenes se mantuvieron nuevamente en suero fisiológico para preservar sus propiedades. Transcurrido ese período de tratamiento, los cilindros se llevaron al durómetro marca GOYOJO, donde se realizó la medición de la microdureza superficial de cada muestra.
- B3: Se elaboraron 6 cilindros a partir de la resina Filtek Z350 XT, colocando la resina directamente sobre el molde metálico apoyado en una platina de vidrio. El molde se rellenó por incrementos sucesivos hasta alcanzar el grosor completo, fotopolimerizando cada capa según lo indicado. La cara de cada espécimen que estuvo en contacto con la platina de vidrio fue la seleccionada para las mediciones de dureza, por ofrecer una superficie lisa y uniforme que

no requiere pulido posterior. Una vez confeccionadas, las muestras se conservaron en suero fisiológico. Posteriormente, se sumergieron diariamente en el colutorio LISTERINE® Cool Mint durante al menos 10 minutos, repitiendo este procedimiento a lo largo de 10 días consecutivos. Entre cada inmersión, los especímenes se mantuvieron nuevamente en suero fisiológico para preservar su hidratación. Finalizado el tratamiento, los cilindros se trasladaron al durómetro marca GOYOJO, donde se midió la microdureza superficial de cada muestra.

- B4: Se confeccionaron 6 cilindros empleando la resina Filtek Z350 XT, aplicando la resina directamente sobre el molde metálico apoyado en una platina de vidrio. El llenado se realizó por incrementos sucesivos hasta completar la cavidad del molde, fotopolimerizando cada capa según los tiempos establecidos. La superficie de cada espécimen que estuvo en contacto con la platina de vidrio fue la seleccionada para las mediciones de dureza, debido a su planicidad y uniformidad, lo que evita la necesidad de pulido adicional. Una vez fabricadas, las muestras se conservaron inicialmente en suero fisiológico. Posteriormente, se sumergieron diariamente en el colutorio Enjuague Bucal Tottus Frescura Total durante al menos 10 minutos, repitiendo este procedimiento a lo largo de 10 días consecutivos. Entre cada sesión de inmersión, los especímenes se mantuvieron nuevamente en suero fisiológico para preservar sus propiedades. Finalizado el período de tratamiento, los cilindros se trasladaron al durómetro marca GOYOJO, donde se realizó la medición de la microdureza superficial de cada muestra.

1.3.4 Instrumento Documental

TABLA 3 Ficha de observación

Marca de Resina		
Muestra	Colutorio con alcohol	Microdureza
1		
2		
3		
4		
5		
6		

1.5. Validación de los instrumentos:

- **Validación de la muestra:**

Se empleó un método conocido como muestreo no probabilístico por juicio para determinar el tamaño de la muestra. Para cada uno de los dos grupos principales (resina Vittra APS y resina Filtek Z350 XT), se seleccionaron veinticuatro especímenes. Esto elevó el número total de muestras recolectadas para la investigación a cuarenta y ocho. El objetivo de establecer esta cifra fue garantizar una varianza consistente en las pruebas de microdureza. Esto se hizo para reducir la posibilidad de obtener resultados impredecibles o con una gran dispersión, lo que podría comprometer la validez de las comparaciones estadísticas. Tomando en cuenta antecedentes científicos similares, y fundamentado en el cumplimiento estricto de la norma ISO 4049, utilizando moldes metálicos de precisión (8x4 mm) y una fotopolimerización estandarizada con lámpara LED con potencia mínima de 800 mW/cm². Este protocolo de fabricación asegura la igualdad de las muestras, eliminando variables externas y garantizando que las alteraciones observadas sean producto exclusivo de la acción química de los colutorios (50).

- **Validación del instrumento de Recolección:**

Para el acopio de los valores de microdureza, se diseñó una Ficha de Recolección de Datos de doble entrada específica, elaborada por la propia investigadora, la cual será

sometida a un proceso de Validación por expertos (Dictaminadores y Asesor del proyecto). Este procedimiento garantizó que el instrumento documental sea capaz de organizar y sistematizar de forma rigurosa los datos del estudio.

- **Validación del instrumento de medición de la microdureza:**

La medición de la microdureza superficial se realizará mediante un Durómetro Digital de precisión (Marca GOYOJO) y la medición se realizará bajo la supervisión del Ingeniero que apoyará en la investigación:

- El equipo cuenta con una calibración de fábrica bajo estándares internacionales, asegurando que la fuerza de indentación y la lectura óptica se encuentran dentro de los rangos de error permitidos por la norma ASTM E384 (Standard Test Method for Microindentation Hardness of Materials).
- Para minimizar el error aleatorio. Cada muestra fue sometida a tres indentaciones en diferentes puntos de su superficie, utilizando el promedio de estas como el valor final.

1.6. Materiales:

- Resinas nanohíbridas Vittra APS y Filtek Z350 XT.
- Colutorios con alcohol de las marcas: Dento X-tra Mint, LISTERINE® Cool Mint y Enjuague Bucal Tottus Frescura Total.
- Suero fisiológico.

2. CAMPO DE VERIFICACIÓN

2.1. Ubicación Espacial

Ámbito general: Arequipa.

Ámbito específico: Laboratorio de Ingeniería de Materiales

2.2. Unidades de Estudio

TABLA 4 Unidades de Estudio

Grupo	Material	Colutorio	Nº de muestras	Ensayo realizado
A1	Vittra APS	Control	6	Microdureza
A2	Vittra APS	Dento X-tra Mint	6	Microdureza
A3	Vittra APS	LISTERINE® Cool Mint	6	Microdureza
A4	Vittra APS	Enjuague Bucal Tottus Frescura Total	6	Microdureza
B1	Filtek Z350 XT	Control	6	Microdureza
B2	Filtek Z350 XT	Dento X-tra Mint	6	Microdureza
B3	Filtek Z350 XT	LISTERINE® Cool Mint	6	Microdureza
B4	Filtek Z350 XT	Enjuague Bucal Tottus Frescura Total	6	Microdureza

3. ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Organización

Los datos obtenidos luego de la experimentación, serán manejados como datos numéricos para realizar las operaciones correspondientes

3.2. Recursos

Recursos Humanos

- Investigador: Nicole Tatiana Zeballos Diaz
- Asesor: Dr. Willmer José Baldárrago Salas
- Ingeniero: Ing. Guido Quispe Ampuero

Recursos Físicos

Se empleó equipo especializado para la realización de las pruebas experimentales, incluyendo el durómetro marca GOYOJO para las mediciones de microdureza, así como el molde metálico, la lámpara LED de fotopolimerización y la platina de vidrio para la confección estandarizada de los cilindros de resina. Además, se contó con acceso a internet y a medios computacionales (software estadístico y hojas de cálculo) para el procesamiento y análisis de los datos obtenidos, lo que permitió realizar las pruebas estadísticas correspondientes y garantizar la rigurosidad en la interpretación de los resultados.

Recursos económicos

Todos los recursos materiales, técnicos y logísticos necesarios para el desarrollo del presente estudio fueron asumidos directamente por la investigadora principal, incluyendo la adquisición de las resinas compuestas, los colutorios, el material de laboratorio, así como los costos operativos asociados a la fabricación de las muestras y las mediciones de microdureza.

Recursos institucionales

Universidad Católica de Santa María

Universidad Nacional de San Agustín

TABLA 5 Cronograma de actividades

Tiempo Actividades	2026												
	Enero				Marzo			Abril			Mayo		
	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Proyecto de investigación													
Experimento. Elaboración de sustento teórico													
Análisis de resultados y estadística													
Borrador de tesis. Revisión por los jurados													
Sustentación													

TABLA 6 Análisis Estadístico

Variable	Tipo	Escala de Medición	Medidas Estadísticas	Pruebas estadísticas
Microdureza	Experimental, aplicada, transversal y comparativo	De Razón (HV)	Media aritmética, desviación, máximo y mínimo	Anova Tukey T de Student Shapiro-Wilk



CAPITULO III

RESULTADOS

TABLA 7 Prueba de Normalidad

GRUPO DE ESTUDIO	SHAPIRO – WILK		Muestras
	Valor	P	
	VITTRA APS		
Control	0,932	0,595	6
Dento X-tra Cool	0,906	0,408	6
Listerine Cool Mint	0,972	0,907	6
Tottus Enjuague Bucal	0,845	0,142	6
	FILTEK Z350 XT		
Control	0,981	0,954	6
Dento X-tra Cool	0,974	0,917	6
Listerine Cool Mint	0,938	0,646	6
Tottus Enjuague Bucal	0,866	0,210	6

*Matriz de datos

En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, aplicada a todos los grupos experimentales correspondientes a las resinas Vittra APS y Filtek Z350 XT. En cada uno de los grupos evaluados, los valores de significancia (p) resultaron ser superiores al umbral de 0.05. Este hallazgo permite confirmar que los datos de microdureza recolectados siguen una distribución normal en todos los casos. Dicha condición es de suma importancia, ya que valida el empleo de pruebas estadísticas paramétricas (también denominadas convencionales) para los análisis comparativos posteriores. En concreto, se justifica la utilización del análisis de varianza (ANOVA) y de la prueba t de Student, garantizando así la robustez y validez de las inferencias estadísticas.

FIGURA 1 Normalidad Vittra APS

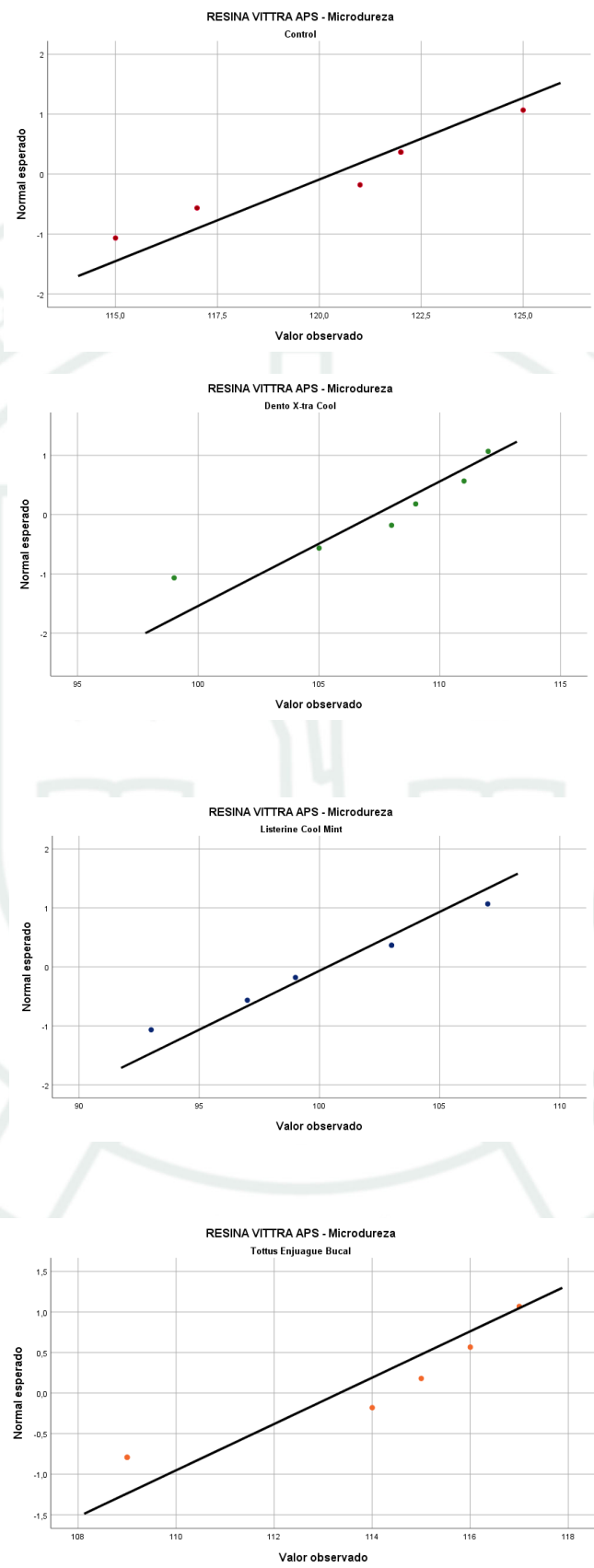


FIGURA 2 Normalidad Filtek Z350 XT

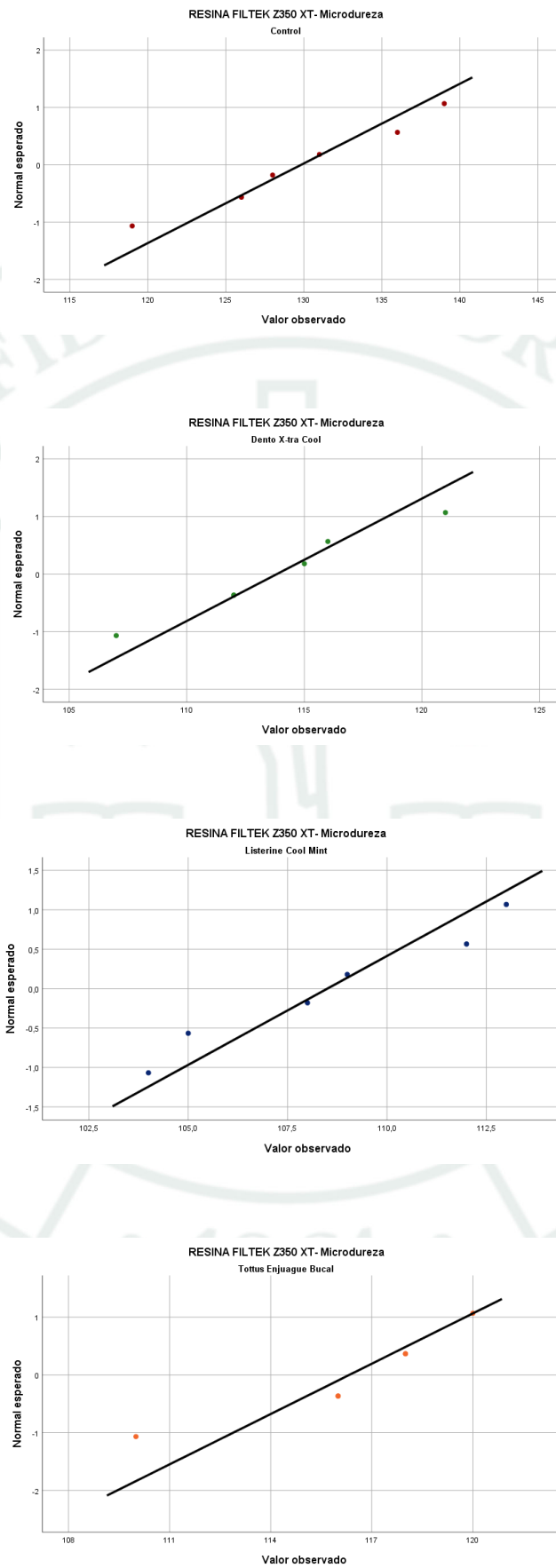


TABLA 8 Microdureza. Vittra APS. Colutorio Dento X-Tra Cool

RESINA VITTRA APS Microdureza	Grupo de Estudio	
	Control	Dento – X-tra Cool
Media Aritmética (Promedio)	120,33	107,33
Desviación Estándar	3,67	4,76
Valor Mínimo	115	99
Valor Máximo	125	112
Total Muestras	6	6

*Matriz de datos

P = 0,000 (P < 0,05) S.S.

De acuerdo con los datos presentados en la tabla, se observa que la exposición de la resina Vittra APS al colutorio Dento X-Tra Cool generó una reducción estadísticamente significativa en los valores de microdureza superficial. Este hallazgo indica que dicho colutorio tiene un efecto negativo sobre la integridad superficial de esta resina, al menos bajo las condiciones experimentales evaluadas. El valor promedio descendió de 120.33 HV en el grupo control a 107.33 HV en el grupo experimental. Con un valor de $p = 0.000$, se confirma que el efecto de este colutorio altera las propiedades mecánicas de la matriz resinosa de Vittra APS de forma estadísticamente significativa.

FIGURA 3 Microdureza. Vittra APS. Colutorio Dento X-Tra Cool

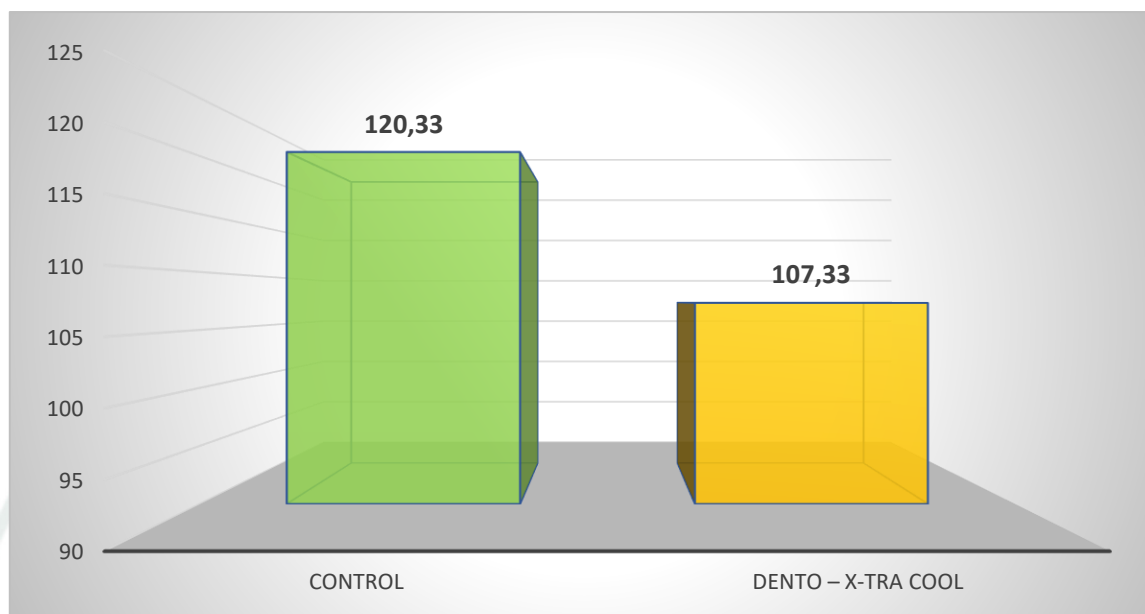


TABLA 9 Microdureza. Vittra APS. Colutorio Listerine Cool Mint

RESINA VITTRA APS Microdureza	Grupo de Estudio	
	Control	Listerine Cool Mint
Media Aritmética (Promedio)	120,33	100,33
Desviación Estándar	3,67	5,00
Valor Mínimo	115	93
Valor Máximo	125	107
Total Muestras	6	6

*Matriz de datos

P = 0,000 (P < 0,05) S.S.

En esta tabla se observa el impacto más severo sobre la resina Vittra APS, donde la media aritmética de microdureza cayó de 120.33 HV (control) a 100.33 HV tras la exposición al colutorio Listerine Cool Mint. La desviación estándar de 5.00 y un valor de $p = 0.000$ ratifican una degradación superficial considerable. Este resultado sugiere que la formulación química de Listerine ejerce una acción más agresiva sobre los componentes orgánicos de esta marca de resina en particular.

FIGURA 4 Microdureza. Vittra APS. Colutorio Listerine Cool Mint

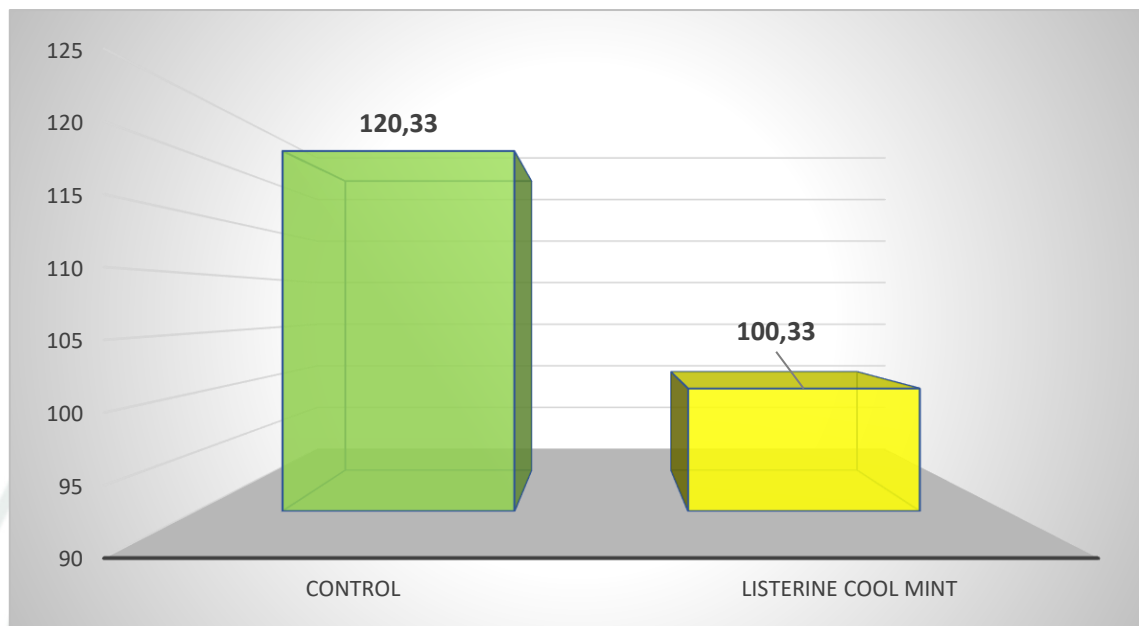


TABLA 10 Microdureza. Vittra APS. Colutorio Tottus Enjuague bucal

RESINA VITTRA APS Microdureza	Grupo de Estudio	
	Control	Tottus Enjuague Bucal
Media Aritmética (Promedio)	120,33	113,33
Desviación Estándar	3,67	3,50
Valor Mínimo	115	109
Valor Máximo	125	117
Total Muestras	6	6

*Matriz de datos

P = 0,007 (P < 0,05) S.S.

El análisis comparativo entre el grupo control y las muestras sumergidas en el Enjuague Tottus indica una reducción en los niveles de dureza, pasando de un promedio de 120.33 HV a 113.33 HV. Aunque el valor de $p = 0.007$ confirma una diferencia significativa, se observa que este colutorio generó menor impacto negativo para la resina Vittra APS, manteniendo valores de microdureza más cercanos al estado inicial.

FIGURA 5 Microdureza. Vittra APS. Colutorio Tottus Enjuague bucal

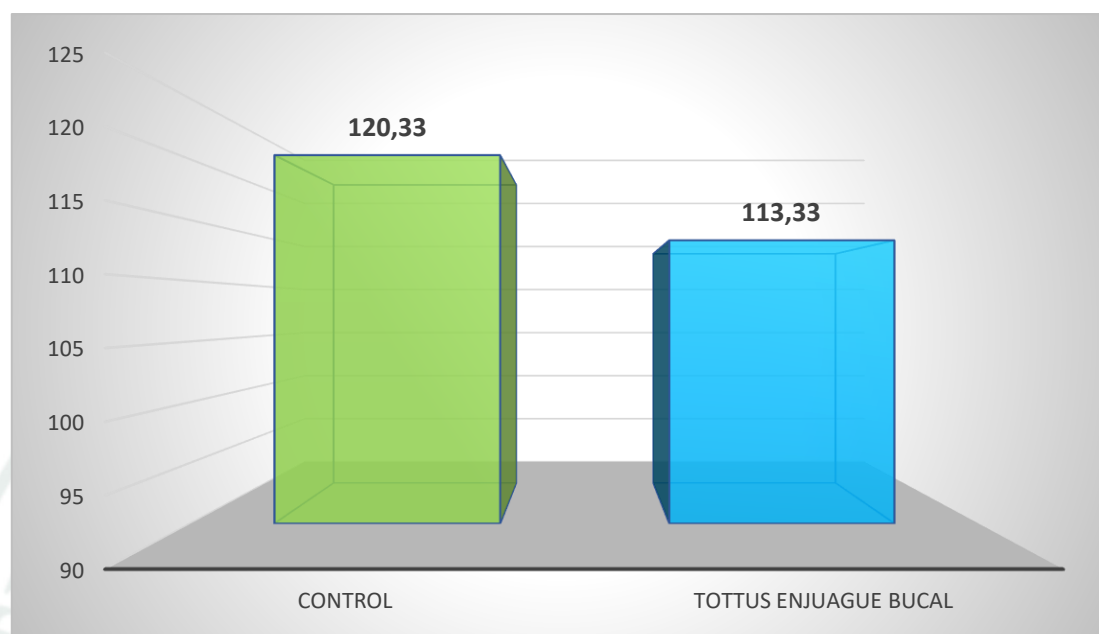


TABLA 11 Comparación de microdureza. Resina Vittra APS

RESINA VITTRA APS Microdureza	Grupo de Estudio		
	Dento X-tra Cool (A2)	Listerine Cool Mint (A3)	Tottus Enjuague Bucal (A4)
Media Aritmética (Promedio)	107,33	100,33	113,33
Desviación Estándar	4,76	5,00	3,50
Valor Mínimo	99	93	109
Valor Máximo	112	107	117
Total Muestras	6	6	6

*Matriz de datos

P = 0,001 (P < 0,05) S.S.**A4 > A2 > A3**

En esta tabla se consolida la comparación realizada entre los tres grupos experimentales de la resina Vittra APS (designados como A2, A3 y A4) empleando el análisis de varianza (ANOVA). Los resultados arrojaron un valor de significancia de $p = 0.001$, el cual es notablemente inferior al umbral de 0.05. El orden de afectación determinado por la prueba post-hoc (Tukey) establece que el colutorio Tottus permite conservar una mayor dureza (113.33 HV), seguido por Dento (107.33 HV) y, finalmente, Listerine (100.33 HV) como el agente más agresivo.

FIGURA 6 Comparación de microdureza. Resina Vittra APS

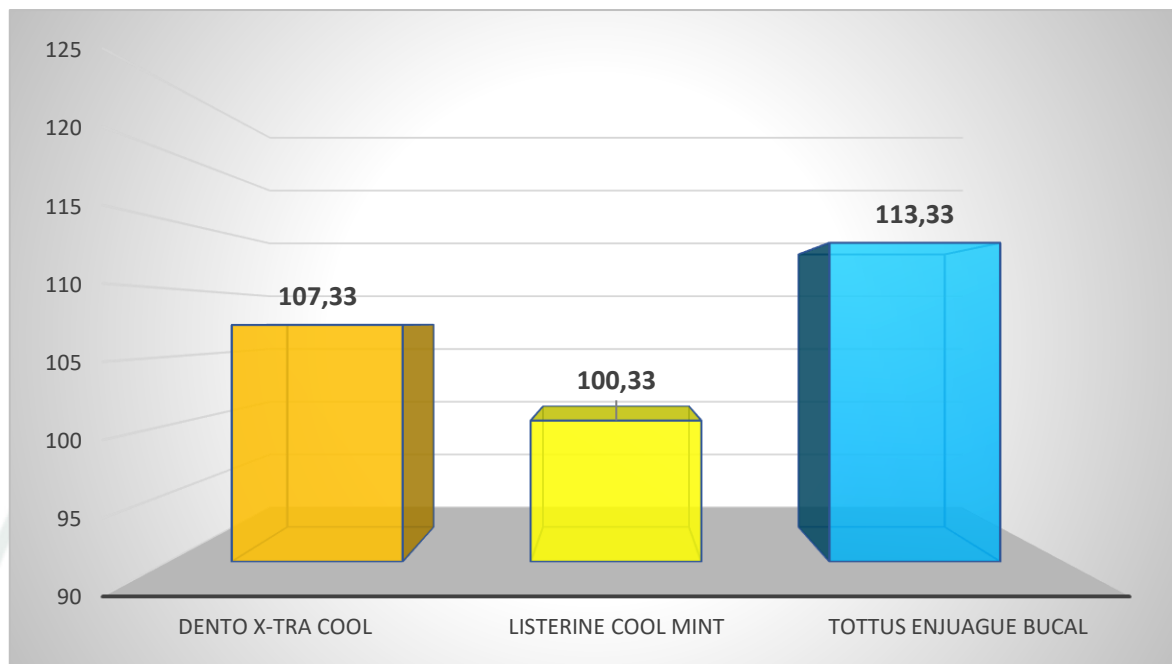


TABLA 12 Microdureza. Filtek Z350 XT. Colutorio Dento X-Tra Cool

RESINA FILTEK Z350 XT Microdureza	Grupo de Estudio	
	Control	Dento X-tra Cool
Media Aritmética (Promedio)	129,83	113,83
Desviación Estándar	7,19	4,70
Valor Mínimo	119	107
Valor Máximo	139	121
Total Muestras	6	6

*Matriz de datos

P = 0,001 (P < 0,05) S.S.

Para la resina Filtek Z350 XT, la exposición al colutorio Dento provocó una reducción de la microdureza de 129.83 HV a 113.83 HV. El valor de $p = 0.001$ valida estadísticamente esta disminución, evidenciando que la matriz de esta resina también es susceptible a la acción del etanol contenido en dicho colutorio.

FIGURA 7 Microdureza. Filtek Z350 XT. Colutorio Dento X-Tra Cool

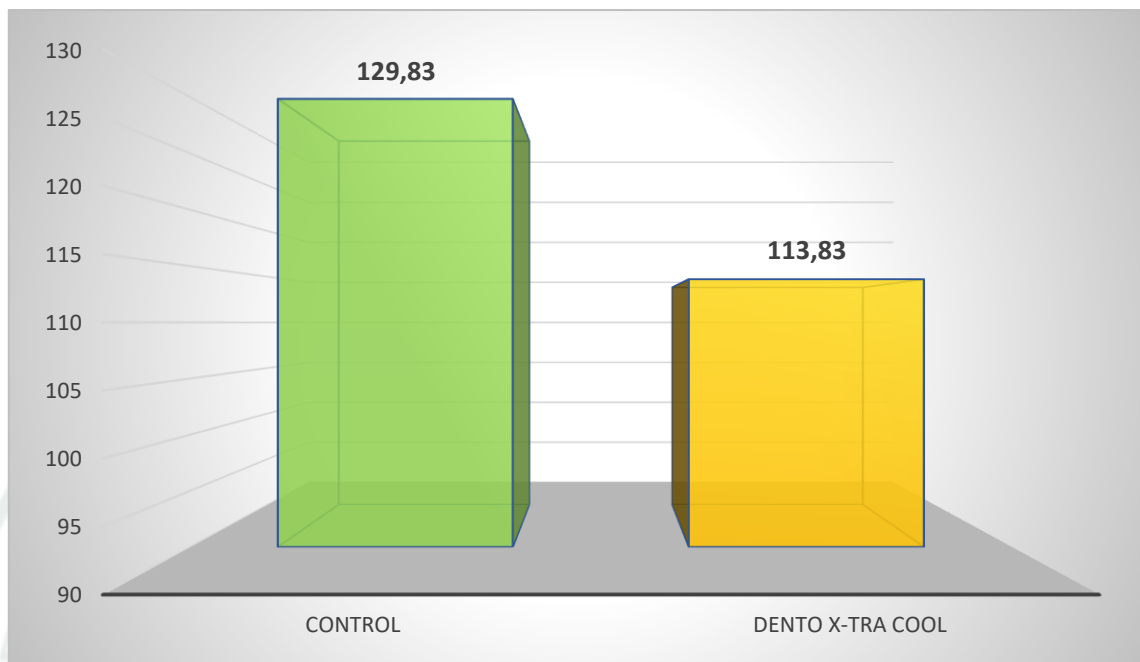


TABLA 13 Microdureza. Filtek Z350 XT. Colutorio Listerine Cool Mint

RESINA FILTEK Z350 XT Microdureza	Grupo de Estudio	
	Control	Listerine Cool Mint
Media Aritmética (Promedio)	129,83	108,50
Desviación Estándar	7,19	3,61
Valor Mínimo	119	104
Valor Máximo	139	113
Total Muestras	6	6

*Matriz de datos

P = 0,000 (P < 0,05) S.S.

De manera similar a lo observado con la resina Vittra APS, el colutorio Listerine Cool Mint también provocó una disminución significativa en los niveles de microdureza superficial de la resina Filtek Z350 XT. Los valores cayeron desde una media de 129,83 unidades Vickers (HV) en el grupo control hasta 108,50 HV en el grupo expuesto al colutorio. El valor de $p = 0.000$ confirma un efecto altamente significativo del agente químico sobre el material. Este resultado refuerza la evidencia de que las concentraciones alcohólicas y el pH característico de Listerine tienen un alto potencial para reblandecer la superficie de la resina del estudio.

FIGURA 8 Microdureza. Filtek Z350 XT. Colutorio Listerine Cool Mint

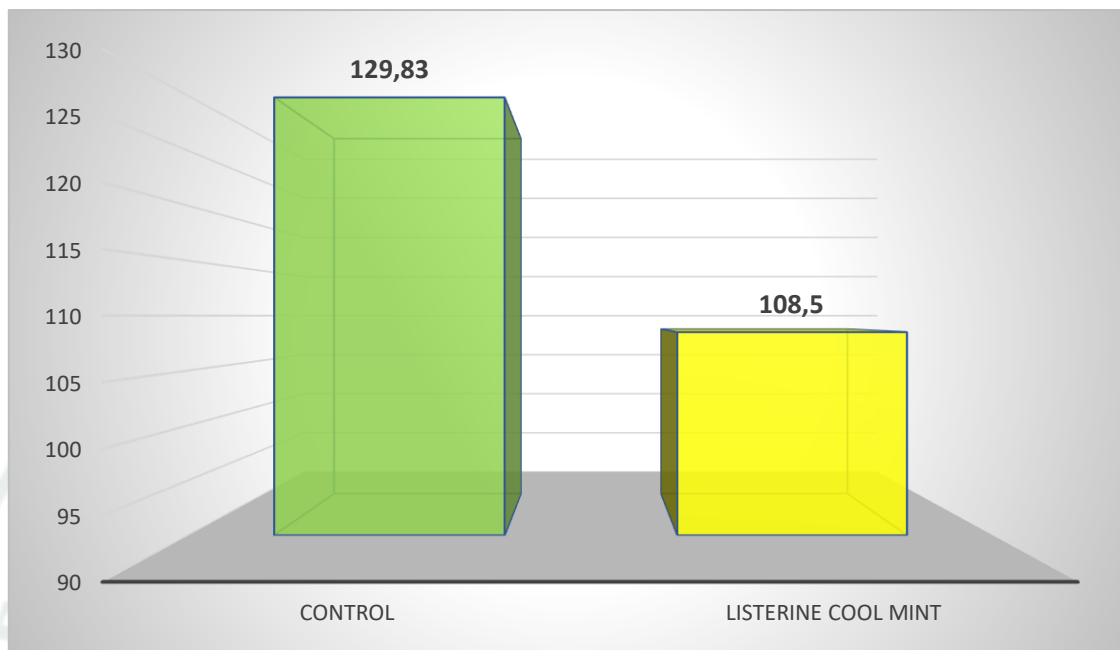


TABLA 14 Microdureza. Filtek Z350 XT. Colutorio Tottus enjuague bucal

RESINA FILTEK Z350 XT Microdureza	Grupo de Estudio	
	Control	Tottus Enjuague Bucal
Media Aritmética (Promedio)	129,83	116,33
Desviación Estándar	7,19	3,44
Valor Mínimo	119	110
Valor Máximo	139	120
Total Muestras	6	6

*Matriz de datos

P = 0,002 (P < 0,05) S.S.

Los valores consignados en la presente tabla evidencian que la exposición continua al colutorio Tottus Frescura Total durante el período experimental produjo una reducción apreciable en la microdureza superficial de la resina Filtek Z350 XT. Partiendo de un valor promedio de 129,83 HV en el grupo control (sin exposición al colutorio), los especímenes tratados con este colutorio alcanzaron una media de 116,33 HV. Con un valor de $p = 0.002$, se establece una diferencia significativa, aunque este producto resultó ser el menos afectado en su integridad superficial. Esto sugiere que, dentro de los colutorios con alcohol evaluados, esta formulación específica es la que menos compromete la dureza del material Filtek.

FIGURA 9 Microdureza. Filtek Z350 XT. Colutorio Tottus enjuague bucal

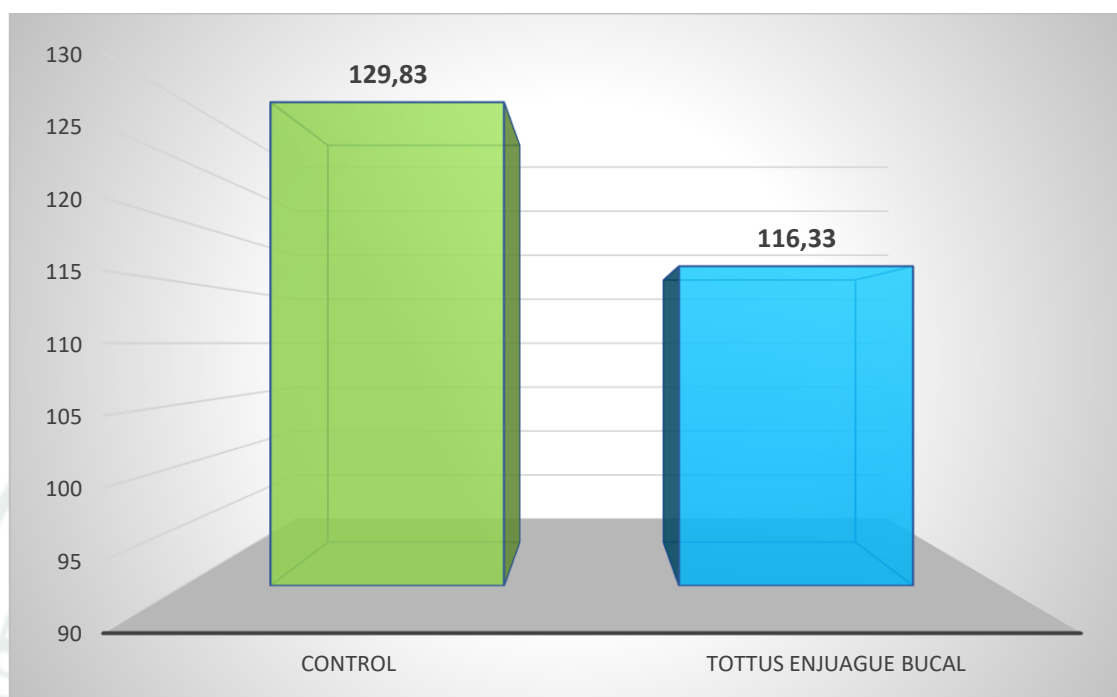


TABLA 15 Comparación de microdureza. Resina Filtek Z350 XT

RESINA FILTEK Z350 XT Microdureza	Grupo de Estudio		
	Dento X-tra Cool (B2)	Listerine Cool Mint (B3)	Tottus Enjuague Bucal (B4)
Media Aritmética (Promedio)	113,83	108,50	116,33
Desviación Estándar	4,70	3,61	3,44
Valor Mínimo	107	104	110
Valor Máximo	121	113	120
Total Muestras	6	6	6

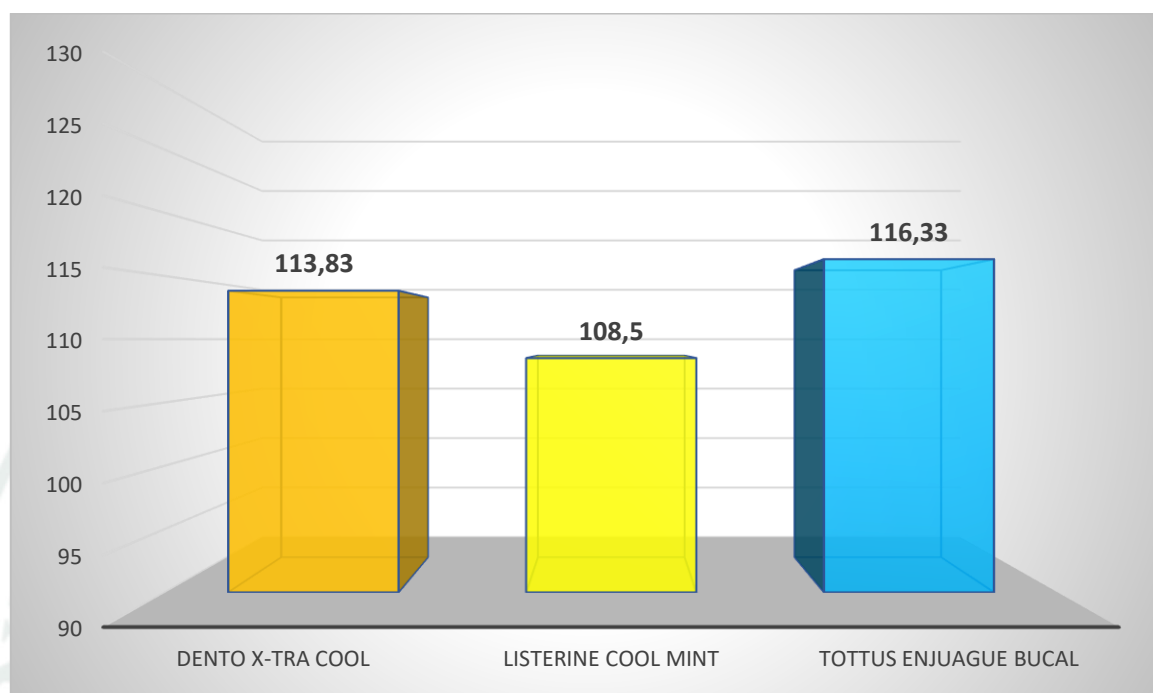
*Matriz de datos

P = 0,001 (P < 0,05) S.S.

B4 = B2 > B3

La comparación final realizada entre los tres grupos experimentales correspondientes a la resina Filtek Z350 XT (denominados B2, B3 y B4) evidencia la existencia de diferencias estadísticamente significativas, tal como lo confirma el análisis de varianza (ANOVA). El valor de significancia obtenido fue de $p = 0.001$, un resultado claramente inferior al límite convencional de 0.05. Según la interpretación estadística Tukey, los colutorios Tottus y Dento mostraron un comportamiento similar entre sí, manteniendo niveles de dureza superiores al grupo de Listerine, el cual quedó rezagado con el valor más bajo.

FIGURA 10 Comparación de microdureza. Resina Filtek Z350 XT



DISCUSIÓN

Al comparar los objetivos y las preguntas de investigación de este estudio con los datos recopilados, resulta evidente que la hipótesis formulada se ha verificado por completo. En comparación con los grupos de control, los resultados demostraron que los tres colutorios bucales con alcohol tuvieron un impacto significativo en la dureza superficial de ambas resinas nanohíbridas (Vittra APS y Filtek Z350 XT). Este descenso en la dureza, especialmente marcado tras el uso de Listerine Cool Mint, prueba que el contacto con el alcohol debilita la estructura de las resinas, dando respuesta directa a la pregunta de investigación y cumpliendo con el propósito de generar evidencia sobre el efecto nocivo de estos productos en las restauraciones dentales.

Al contrastar mis hallazgos con la investigación local de Zegarra Bellido (Arequipa, 2024) (44), encuentro una clara concordancia en que la dureza superficial de las resinas nanohíbridas resulta muy vulnerable a sustancias químicas externas. Mientras que dicha autora evidenció que las gaseosas disminuyen la microdureza de resinas como Forma™, en mi estudio conseguí demostrar que los colutorios con alcohol producen un efecto semejante de deterioro. Una diferencia importante es que, en mi caso, el agente agresor es el alcohol etílico y no el azúcar o el ácido de una gaseosa, pero ambos estudios confirman que la integridad de la superficie se pierde significativamente frente al contacto cotidiano con estas diferentes sustancias.

Respecto al antecedente nacional de Hilasaca Canaza (Juliaca, 2022) (45), encuentro que mi trabajo complementa sus hallazgos desde una perspectiva clara. Mientras el trabajo de Juliaca se enfocó en cómo el pH de la saliva cambia al usar colutorios con alcohol, yo pude demostrar la consecuencia mecánica de ese ambiente químico: el ablandamiento de la resina. Ambos estudios concuerdan en que el contenido alcohólico del colutorio modifica el balance oral, y en mis ensayos con Vittra APS y Filtek Z350 XT logré medir con precisión cómo dicha alteración química se manifiesta en una disminución efectiva de la dureza Vickers de ambas marcas de resinas nanohíbridas.

En relación con el trabajo de Carpio Álvarez y cols (Moquegua, 2023) (46), mis resultados refuerzan la idea de que los colutorios con alcohol crean un entorno hostil para los materiales dentales. Ellos observaron fluctuaciones importantes en el pH salival tras el uso de estos productos, lo cual se alinea con mi análisis sobre el potencial erosivo de los colutorios. La diferencia principal radica en que ellos evaluaron la respuesta biológica en estudiantes,

mientras que yo, en mi estudio in vitro, logré aislar el efecto directo del alcohol sobre la matriz de la resina, confirmando que esta acidez es la que determina la disminución de la dureza en la superficie del material restaurador.

A nivel internacional, el estudio de Salas Castro (Ecuador, 2021) (47) presenta una diferencia interesante con mis hallazgos. Mientras que él encontró que un colutorio sin alcohol (con clorhexidina) afectaba más la dureza que uno con alcohol, en mi investigación mis datos mostraron lo contrario: el alcohol fue el principal responsable de la degradación. En mi estudio, el Listerine Cool Mint, que tiene una alta concentración de etanol, fue el que provocó la mayor caída de microdureza en las muestras del estudio, lo que sugiere que el tipo de matriz de las resinas (Vittra APS y Filtek) podría ser más vulnerable al etanol que las que se utilizó en el estudio ecuatoriano.

Existe una notable similitud entre los hallazgos de mi investigación y los de Alessa (Arabia Saudita, 2023) (48), quien también utilizó la prueba de microdureza Vickers. Al igual que en mis resultados con Filtek y Vittra, el estudio saudita reportó que el Listerine causó la mayor disminución de dureza debido a su naturaleza ácida y contenido alcohólico. En ambas investigaciones se arribó a una conclusión idéntica: los colutorios con pH reducido y contenido alcohólico constituyen agentes perjudiciales que afectan la longevidad de las resinas compuestas, confirmando que el alcohol presente en los colutorios produce una clara alteración en las propiedades de las resinas nanohíbridas, especialmente en los dos estudios para el caso de la marca Listerine Cool Mint.

Finalmente, al contrastar mi trabajo con el de Casanova Obando y cols (Ecuador, 2018) (49), noto que mis resultados son mucho más determinantes en cuanto a la pérdida de dureza. Aunque ellos indicaron que el efecto negativo aumenta con el tiempo de contacto, no encontraron cambios tan bruscos en la rugosidad o el peso de forma inmediata. En cambio, yo sí pude registrar disminuciones significativas en la microdureza tras solo 10 días de inmersión, lo que demuestra que en el caso de la propiedad dureza del material, es un método mucho más sensible y eficaz para detectar el daño temprano que el alcohol le causa a la resina.

Numerosos estudios han reportado efectos negativos de los colutorios bucales con alcohol en las restauraciones de resinas compuestas. Se describe que la presencia de alcohol en los colutorios bucales disminuye la dureza de los materiales de restauración dental. Se demuestra cierta reducción de la microdureza incluso con colutorios bucales sin alcohol, por lo que resulta

fundamental conocer los ingredientes al usar un colutorio bucal, ya que algunos pueden tener efectos negativos en las restauraciones dentales.

La población ha adquirido un mayor conocimiento sobre salud bucal, lo que ha conllevado la adopción de prácticas higiénicas y un mayor uso de colutorios bucales.

El empleo de colutorios entre los adolescentes se está incrementando, impulsado por la difusión de una óptima higiene oral y la aspiración de mostrar una dentadura estéticamente agradable, favorecido por su acceso sin prescripción médica. Asimismo, las múltiples costumbres que los menores adquieren durante su etapa de crecimiento en ocasiones derivan en la incorporación de prácticas de limpieza dental deficientes.

En este contexto, los materiales compuestos de resina representan la opción más empleada en odontología gracias a los avances en sus características. El deterioro y la degradación de las restauraciones dentales provocados por la interacción de los alimentos, la saliva, los productos de higiene oral y las bebidas en el entorno bucal constituye un hecho incuestionable, lo cual fundamenta la realización de esta investigación.

CONCLUSIONES

PRIMERA

El nivel de microdureza de la resina Vittra APS disminuye significativamente tras la inmersión en los tres colutorios con alcohol evaluados. Los resultados muestran que el valor inicial de 120.33 HV cayó en todos los grupos experimentales, siendo el colutorio Listerine Cool Mint el agente más agresivo al reducir la dureza a un promedio de 100.33 HV.

SEGUNDA

Se estableció que la resina Filtek™ Z350 XT también experimenta un deterioro significativo en su superficie al entrar en contacto con dichos agentes químicos. El promedio de microdureza descendió desde un control de 129.83 HV hasta alcanzar valores de 108.50 HV con Listerine y 113.83 HV con Dento. Estos hallazgos confirman que, aunque esta marca de resina presenta una dureza inicial mayor, no es inmune al reblandecimiento provocado por los componentes de los colutorios con alcohol.

TERCERA

Se establece que el uso de colutorios con contenido de alcohol ejerce un efecto negativo y determinante al disminuir la microdureza superficial de las resinas nanohíbridas. Se demuestra que el alcohol actúa como un agente degradante que debilita la unión entre la matriz y el relleno inorgánico de las resinas. Por lo tanto, queda evidenciado que la elección del colutorio bucal es un factor crítico que puede comprometer la durabilidad de las restauraciones dentales.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la población general priorizar el uso de colutorios libres de alcohol para su higiene diaria. Dado que se demostró que el etanol actúa como un solvente que reblandece la superficie de las resinas, el uso de alternativas sin alcohol permitirá mantener la integridad de las curaciones, evitando el desgaste prematuro y la pérdida de las restauraciones en corto tiempo.
2. Se sugiere a la comunidad académica realizar estudios longitudinales que evalúen el efecto de estos agentes químicos por periodos superiores a los 10 días, simulando meses o años de uso clínico. Asimismo, sería valioso investigar otras variables como la rugosidad superficial y la estabilidad del color, o comparar el comportamiento de otras resinas frente a los mismos agentes químicos, para ampliar el mapa de conocimiento sobre la degradación de los biomateriales.
3. Es fundamental que el profesional realice una anamnesis detallada sobre los hábitos de higiene del paciente antes de prescribir un colutorio bucal. Se recomienda evitar la prescripción de colutorios con altas concentraciones de alcohol en pacientes que posean múltiples restauraciones de resina nanohíbrida en sectores de alta exigencia. La comunicación debe ser clara: explicar al paciente que un colutorio inadecuado puede reducir la vida útil de sus tratamientos dentales.
4. A los fabricantes de colutorios, se les insta a incluir advertencias claras en el etiquetado sobre el potencial efecto del alcohol en los materiales restauradores, además de fomentar el desarrollo de fórmulas antisépticas que mantengan un pH neutro y eliminen el uso de sustancias agresivas o irritantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Humberto Ricardo Cervantes-Cuevas JGMMMRR. Microdureza superficial y resistencia a la compresión de resinas nanohíbridas: análisis de las propiedades mecánicas actuales. Revista de la Asociación Dental Mexicana. 2022; 79(4).
2. Gonzalo Valdivia-Peralta CMCAPG. Efecto de colutorios con contenido alcohólico sobre la integridad de la matriz orgánica en resinas compuestas: estudio de degradación superficial. Revista Estomatológica Herediana. 2021; 31(2).
3. Jorge Torres-Paredes ESVMRG. Estudio comparativo in vitro del efecto de tres formulaciones de enjuagues bucales sobre la dureza de resinas de nanorelleno: bases para la prescripción clínica. Revista Facultad Odontología Univiversidad Antioquía. 2023; 35(1).
4. BARRANCOS MOONEY JPJB. Operatoria Dental. Avances clínicos, restauraciones y estética. 5th ed. Alvear MTd, editor. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2015.
5. Mondelli RFL GGFJ. Materiales dentales: procedimientos clínicos y laboratoriales. Segunda ed. Sao Paolo; 2016.
6. Gurgan S KVUYB. An overview of clinical and material properties of modern composite resins. European Journal Prosthodont Restorative Dental. 2021; 29(2).
7. Nocchi Conceição E. Odontología restauradora. Salud y estética. 2nd ed. Frydman ADCMyJ, editor. Buenos Aires: EDITORIAL MÉDICA PANAMERICANA, S.A.C.F.; 2007.
8. Hervás García Adela MLMACVJBFAFGP. Resinas compuestas: Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. Med. oral patol. oral cir.bucal (Internet. 2006 Abril; 11(2).
9. Mosby. DICCIONARIO DE ODONTOLOGÍA. Segunda edición ed. Barcelona, España: Elsevier España, S.L.; 2009.

10. Macchi RL. Materiales Dentales. Quinta ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2022.
11. Barrancos JBMYPJ. Operatoria Dental: Integración clínica y estética. Quinta ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2021.
12. Guzmán HJ. Biomateriales odontológicos de uso clínico. Sexta ed. Bogotá: ECOE Ediciones; 2020.
13. García-Zavaleta GDRFyLM. Comportamiento mecánico de las resinas nanohíbridas y nanoparticuladas: Revisión de la literatura. Revista Estomatológica Herediana. 2020; 30(3).
14. Osorio REVyS. Clasificación y evolución de las resinas compuestas: de la macropartícula a la nanotecnología. Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia. 2019; 31(1).
15. Stephen C. Bayne JLFGWMSJMyTJH. The evolution of dental composite resin materials. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry. 2023; 35(1).
16. Cenci TPCyMS. Resinas compuestas: ¿Dónde estamos y hacia dónde vamos? Revista de la Asociación Odontológica Argentina. 2021; 109(2).
17. Lucena-Martín SLGyC. Resinas Bulk Fill: ¿Un cambio de paradigma en la operatoria dental? Avances en Odontoestomatología. 2018; 34(2).
18. Gómez C PJ. Estética y odontología restauradora: principios biomiméticos Madrid: Ripano; 2019.
19. BARATIERI LN. Operatoria dental: procedimientos preventivos y restauradores Sao Paulo: Editora Quintessence; 1993.
20. Sideridou I TVPG. Effect of chemical structure on degree of conversion in light-cured dimethacrylate-based dental resins. Biomaterials. 2018; 23(8).
21. Group FD. Vittra. Estética superior. FGM Dental Group. 2022.

22. ESPE 3. Filtek" Z350 XT. Restaurador universal. [Online].; 2010 [cited 2026 Abril 20]. Available from: <https://multimedia.3m.com/mws/media/1359114O/folleto-restaurador-universal-filtek-z350-xt.pdf>.
23. Guerrero-Guzmán JFOCyA. Efecto de los colutorios antisépticos sobre la microflora y los materiales dentales. *Revista Odontológica Mexicana*. 2021; 25(2).
24. Silva ALRyMV. Biomateriales en odontología restauradora: Composición y aplicaciones clínicas. Segunda ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2022.
25. López-Sánchez CMVyR. Formulación de enjuagues bucales y su interacción con la superficie de resinas nanohíbridas. *Revista Estomatológica Herediana*. 2023; 33(1).
26. Valenzuela-Vargas CASMyM. Análisis de componentes químicos en colutorios de venta libre: Revisión sistemática. *Avances en Odontoestomatología*. 2020; 36(3).
27. Kramer FGGyN. Influencia de solventes alcohólicos en la degradación de la matriz polimérica de composites. *Dental Materials*. 2019; 35(4).
28. Romanos RDRyGE. Efecto del etanol sobre las propiedades físicas de las resinas compuestas: Una revisión crítica. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022; 23(15).
29. Restrepo-Perdomo JMEyM. Evaluación del pH de colutorios comerciales y su impacto en la microdureza de materiales restauradores. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*. 2021; 32(2).
30. Valdivia-Peralta APGyG. Desgaste y erosión química de resinas nanohíbridas sometidas a agentes químicos bucales. *Revista Científica Odontológica*. 2022; 10(1).
31. Inkafarma. Enjuague Bucal Dento Extra Cool. [Online].; 2022 [cited 2026 Abril 20]. Available from: <https://inkafarma.pe/producto/enjuague-bucal-dento-extra-cool-frasco-980-ml/035274>.
32. Kenvue Panama SA. LISTERINE® Cool Mint. [Online].; 2025 [cited 2026 Abril 20]. Available from: <https://www.listerinecentroamerica.com/productos/cuidado-esencial/cool-mint>.

33. Tottus. Enjuague Bucal Tottus Frescura Total. [Online].; 2025 [cited 2026 Abril 20]. Available from: <https://www.tottus.com.pe/tottus-pe/articulo/113709975/enjuage-bucal-tottus-menta-refrescante-envase-500-ml/113709976>.
34. Valdivia-Peralta APGyG. Desgaste y erosión química de resinas nanohíbridas sometidas a agentes químicos bucales. *Revista Científica Odontológica*. 2022; 10(1).
35. López-Sánchez CMVyR. Formulación de enjuagues bucales y su interacción con la superficie de resinas nanohíbridas. *Revista Estomatológica Herediana*. 2023; 33(1).
36. García-Zavaleta GDRFyLM. Comportamiento mecánico de las resinas nanohíbridas y nanoparticuladas: Revisión de la literatura. *Revista Estomatológica Herediana*. 2020; 30(3).
37. Jorge Torres-Paredes ESVyMRG. Estudio comparativo in vitro del efecto de tres formulaciones de enjuagues bucales sobre la dureza de resinas de nanorelleno: bases para la prescripción clínica. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*. 2023; 35(1).
38. Valenzuela-Vargas CASMyM. Análisis de componentes químicos en colutorios de venta libre: Revisión sistemática. *Avances en Odontoestomatología*. 2020; 36(3).
39. Humberto Ricardo Cervantes-Cuevas JGMyMMRR. Microdureza superficial y resistencia a la compresión de resinas nanohíbridas: análisis de las propiedades mecánicas actuales. *Revista de la Asociación Dental Mexicana*. 2022; 79(4).
40. Alvarez JT. "Evaluación in vitro de la microdureza superficial de una resina compuesta microhíbrida, una resina compuesta fluida y un cemento ionómero vítreo de restauración frente a la acción de una bebida carbonatada". Tesis para título profesional. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Escuela Académico Profesional de Odontología; 2002.
41. Mas López AC. "Efecto erosivo valorado a través de la microdureza superficial del esmalte dentario, producido por tres bebidas industrializadas de alto consumo en la ciudad de Lima. Estudio in vitro". Tesis para título profesional. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología; 2002.

42. Amambal Altamirano J. "Estudio In Vitro del efecto erosivo de las bebidas industrializadas en el esmalte de dientes permanentes humanos". Tesis para título profesional. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología; 2013.
43. David SMJLM. "EFECTOS DE LAS BEBIDAS GASEOSAS SOBRE ALGUNAS RESINAS COMPUESTAS". Revista Científica Odontológica. 2013 Diciembre; 9(2).
44. Zegarra Bellido VA. Efecto de una bebida carbonatada, con y sin azúcar, sobre la micro dureza superficial en dos tipos de resina compuesta nanohíbrida. Tesis para Título Profesional de Cirujano Dentista. Arequipa: Facultad de Odontología, Escuela Profesional de Odontología; 2025.
45. Canaza LEH. Variación del PH salival con el uso de colutorios bucales con y sin alcohol en pacientes del Centro Salud 9 de Octubre. Para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista. Juliaca: Universidad Continental, Escuela Académico Profesional de Odontología; 2023.
46. PAOLO GONZALO CARPIO ALVAREZ POZA. Efecto de los colutorios con y sin alcohol en el pH salival en estudiantes de la carrera de enfermería técnica del instituto de educación superior público José Carlos Mariátegui. Tesis para optar por el Título Profesional de Cirujano Dentista. Moquegua: Universidad José Carlos Mariategui, Escuela Profesional de Odontología; 2024.
47. Castro WSS. Microdureza superficial de la resina nano-híbrida sometidas a enjuagues bucales de diferente composición. Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Odontólogo. Riobamba - Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo, Carrera de Odontología; 2021.
48. Alessa NA. Efecto de colutorios bucales sobre la dureza del composite empleado en la reparación dental estética. Anales del Sistema Sanitario de Navarra. 2023; 46(2).
49. Paola Elisabeth Casanova Obando MFTADSFCMCAdCA. Efecto de tres enjuagues bucales en la degradación superficial de resinas compuestas: estudio in vitro. Revista de Odontopediatría Latinoamericana. 2018 Julio - Diciembre; 8(2).

50. Ceballos L FMFJ. Relevancia clínica de los estudios in vitro sobre microdureza en resinas compuestas: una revisión sistemática. *Revista de Operatoria Dental y Biomateriales*. 2021; 10(2).
51. Anusavice KJ. Phillips. Ciencia de los materiales dentales. Undécima Edición ed. Madrid: Elsevier España S.A.; 2004.
52. PHYSICAL PROPERTIES. Mitsubishi Chemical Advanced Materials. .
53. García García P, Martínez Pérez MM, Sánchez Guerrero C. Odontología restauradora: fundamentos y aplicaciones clínicas. Segunda ed. Elsevier , editor. Barcelona; 2019.
54. FA R. State-of-the-art: dental photopolymerization. *Journal of Esthetic Restorative Dental*. 2019; 31(1).
55. JL F. Resin composite—State of the art. *Dental Materials*. 2011; 27(1).



ANEXOS

FICHA 1 Resina Vittra APS

Grupo Control A1

Muestras	Microdureza HV
1	122
2	125
3	117
4	115
5	122
6	121

Grupo Dento X-tra Cool A2

Muestras	Microdureza HV
1	111
2	108
3	109
4	99
5	112
6	105

Grupo Listerine Cool Mint A3

Muestras	Microdureza HV
1	103
2	99
3	107
4	93
5	103
6	97

Grupo Tottus Enjuague Bucal A4

Muestras	Microdureza HV
1	117
2	115
3	109
4	109
5	114
6	116

FICHA 2 Resina Filtek Z350 XT

Grupo Control B1

Muestras	Microdureza HV
1	131
2	126
3	119
4	128
5	139
6	136

Grupo Dento X-tra Cool B2

Muestras	Microdureza HV
1	121
2	115
3	112
4	107
5	112
6	116

Grupo Listerine Cool Mint B3

Muestras	Microdureza HV
1	105
2	109
3	112
4	104
5	113
6	108

Grupo Tottus Enjuague Bucal B4

Muestras	Microdureza HV
1	116
2	110
3	118
4	120
5	116
6	118

FICHA 3 Certificado de dureza Vittra APS



DEPARTAMENTO DE INGENIERIA METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA METALÚRGICA DE LA UNSA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

CERTIFICADO

El que suscribe, Ing. Guido Quispe Ampuero, CERTIFICA que se han realizado los siguientes ensayos:

ENSAYO REALIZADO : ENSAYO DE DUREZA
ESCALA : HV
MUESTRAS : RESINA VITTRA APS
NUMERO DE MUESTRAS : Total 24
SOLICITANTE : Nicole Zevallos

RESULTADOS DEL ENSAYO DE DUREZA

RESINA VITTRA

Escala N° Muestra	A1 Control	A2 Dento X-Tra Cool	A3 Listerine Cool Mint	A4 Tottus enjuague bucal
	HV	HV	HV	HV
1	122	111	103	117
2	125	108	99	115
3	117	109	107	109
4	115	99	93	109
5	122	112	103	114
6	121	105	97	116

Observaciones:

Las muestras ensayadas fueron proporcionadas por el solicitante

Arequipa, 20 de abril del 2026


GUIDO F. QUISPE AMPUERO
INGENIERO METALURGISTA
Nº del Colegio de Ingenieros 103532

Ing. Guido Quispe Ampuero
CIP 103532

FICHA 4 Certificado de dureza Z350 XT



DEPARTAMENTO DE INGENIERIA METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA METALÚRGICA DE LA UNSA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

CERTIFICADO

El que suscribe, Ing. Guido Quispe Ampuero, CERTIFICA que se han realizado los siguientes ensayos:

ENSAYO REALIZADO : ENSAYO DE DUREZA

ESCALA : HV

MUESTRAS : RESINA Z350 XT

NUMERO DE MUESTRAS : Total 24

SOLICITANTE : Nicole Zevallos

RESULTADOS DEL ENSAYO DE DUREZA

RESINA Z350 XT

Escala N° Muestra	B1 Control	B2 Dento X-Tra Cool	B3 Listerine Cool Mint	B4 Tottus enjuague bucal
	HV	HV	HV	HV
1	131	121	105	116
2	126	115	109	110
3	119	112	112	118
4	128	107	104	120
5	139	112	113	116
6	136	116	108	118

Observaciones:

Las muestras ensayadas fueron proporcionadas por el solicitante

Arequipa, 20 de abril del 2026


GUIDO F. QUISPE AMPUERO
INGENIERO METALURGISTA
Nº del Colegio de Ingenieros Nº 103532

Ing. Guido Quispe Ampuero
CIP 103532

REGISTRO VISUAL

FIGURA 11 Resina Vittra APS



FIGURA 12 Resina Filtek Z350 XT



FIGURA 13 Dento X-Tra Cool



FIGURA 14 Listerine Cool Mint



FIGURA 15 Tottus enjuague bucal



FIGURA 16 Durómetro



FIGURA 17 Elaboración de muestras



FIGURA 18 Elaboración de muestras



FIGURA 19 Elaboración de muestras

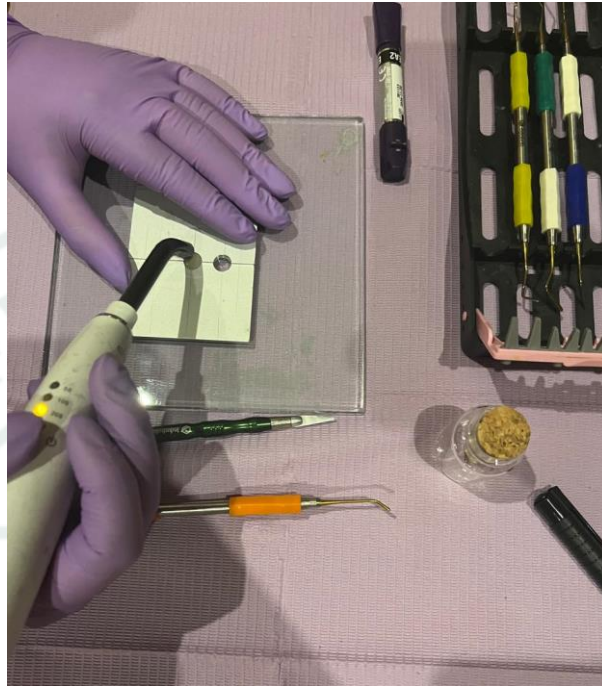


FIGURA 20 Elaboración de muestras

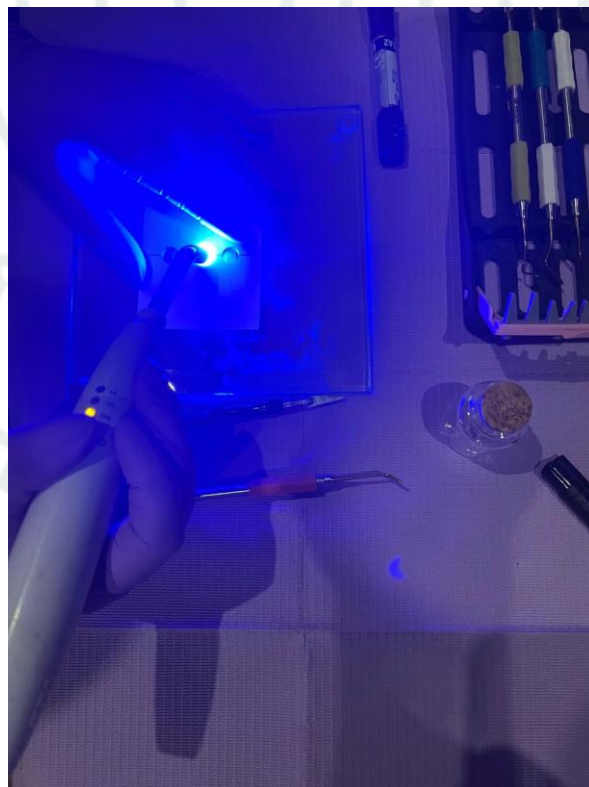


FIGURA 21 Grupos experimentales



FIGURA 22 Grupos experimentales



DICTÁMEN COMITÉ DE ÉTICA



**Universidad
Católica de
Santa María**

Investigadora
Nicole Tatiana Zeballos Díaz

Sentimiento Santamariano

**Comité
Institucional de
Ética de la
Investigación**

Campus Central
Urb. San José s/n Umacollo
Arequipa – Perú
(+54) — 382038

UCSM.EDU.PE

Arequipa, 11 mayo 2026

De mi especial consideración.

Me dirijo a usted para hacerle llegar el resultado de la evaluación de su proyecto de investigación y dictamen del Comité Institucional de Ética de Investigación.

TÍTULO: “Efecto de tres colutorios con contenido de alcohol sobre la microdureza superficial de dos resinas nanohíbridas: estudio in vitro. Arequipa, 2025”.

INVESTIGADORA: Nicole Tatiana Zeballos Díaz.

TIPO Y DISEÑO: Aplicada, cuantitativo, experimental, descriptivo, explicativo, transversal.

OBJETIVO: La investigación tiene como objetivo: Determinar el efecto de tres colutorios con alcohol sobre la microdureza superficial de las dos resinas nanohíbridas del estudio.

PROCEDIMIENTOS: Análisis laboratorial.

SUJETOS DE ESTUDIO: Resinas nanohíbridas Vittra APS y Filtek Z350 XT.

RIESGO DEL ESTUDIO: Mínimo.

OBSERVACIONES, SUGERENCIAS: Debe proteger confidencialidad de la data sensible.



DICTAMEN:



DICTAMEN FAVORABLE 242- 2026 CIEI-UCSM

VIGENCIA: La aprobación tiene vigencia desde la emisión del presente dictamen hasta el 11 de mayo de 2027.

A handwritten signature in black ink, which appears to read "Agueda Muñoz Del Carpio Toia", is positioned above the printed name.

Agueda Muñoz Del Carpio Toia
Comité Institucional de Ética de la Investigación UCSM

Arequipa, 11 mayo 2026