



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**EFFECTO DE DOS AGENTES DE ACLARAMIENTO SOBRE LA MICRODUREZA  
SUPERFICIAL DE UNA RESINA COMPUESTA**

**Línea de investigación:**

**Biomateriales**

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

**Autora:**

Reyes Cruz, Laura Elena

**Asesor:**

Galarza Valencia, Diego Javier  
(ORCID: 0000-0002-5788-1780)

**Jurado:**

Poma Castillo, Lucia Februcia  
Medina Y Mendoza, Julia Elbia  
Chacón Gonzales, Doris Maura

**Lima - Perú**

**2022**

**Referencia:**

Reyes, L. (2022). *Efecto de dos agentes de aclaramiento sobre la microdureza superficial de una resina compuesta*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/6323>



**Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada (CC BY-NC-ND)**

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede generar obras derivadas ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**EFFECTO DE DOS AGENTES DE ACLARAMIENTO SOBRE LA MICRODUREZA  
SUPERFICIAL DE UNA RESINA COMPUESTA**

Línea de investigación: Biomateriales

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Autora

Reyes Cruz, Laura Elena

Asesor

Galarza Valencia, Diego Javier

(ORCID: 0000-0002-5788-1780)

Jurado

Poma Castillo, Lucia Februcia

Medina Y Mendoza, Julia Elbia

Chacón Gonzales, Doris Maura

Lima – Perú

2022

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Universidad a los diferentes docentes de la universidad que me brindaron su conocimiento y su apoyo para seguir adelante día a día, en especial a mi Asesor, por haberme dado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis.

## **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicada a toda mi familia porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo incondicional y sus consejos para hacer de mí una mejor persona.

## ÍNDICE

Resumen	vi
Abstract	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Descripción y formulación del problema	2
1.2. Antecedentes	2
1.3. Objetivos	11
- <i>Objetivo general</i>	11
- <i>Objetivos específicos</i>	11
1.4. Justificación	11
1.5. Hipótesis	12
II. MARCO TEÓRICO	13
2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación	13
III. MÉTODO	25
3.1. Tipo de investigación	25
3.2. Ámbito temporal y espacial	25
3.3. Variables	25
3.4. Población y muestra	26
3.5. Instrumentos	26
3.6. Procedimientos	27
3.7. Análisis de datos	28

IV. RESULTADOS	29
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	34
VI. CONCLUSIONES	36
VII. RECOMENDACIONES	37
VIII.REFERENCIAS	38
IX. ANEXOS	45

## Resumen

El objetivo del presente estudio fue comparar el efecto de dos agentes de aclaramiento sobre la microdureza superficial de una resina compuesta. **Método:** el estudio fue experimental, transversal, comparativo y prospectivo, en el que se evaluó la microdureza de 30 discos de resina compuesta de nanorelleno (Filtek™ Z350 XT, 3M ESPE, EE. UU.) antes y después del uso de los agentes de aclaramiento. Se utilizaron tres grupos experimentales, el primero fue peróxido de carbamida al 16%, el segundo fue peróxido de hidrógeno al 35% y como tercer grupo fue el control. **Resultados:** La mayor reducción de microdureza se encontró en el grupo al que se le aplicó el agente de aclaramiento de peróxido de hidrógeno al 35%. También se encontró que al comparar el promedio de la diferencia de la microdureza antes y después de la aplicación de los agentes de aclaramiento y control se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa ( $<0,001$ ) entre estos grupos con la prueba de ANOVA. Y luego de aplicar la prueba post hoc de Tukey se pudo obtener diferencias estadísticamente significativas entre el peróxido de carbamida al 16% y el control ( $<0,001$ ); así como también entre el peróxido de hidrógeno al 35% y el control ( $<0,001$ ). **Conclusión:** la microdureza de las resinas compuestas fue influenciada, disminuyendo significativamente por ambos procedimientos de blanqueamiento dental utilizados en el presente estudio.

**Palabras claves:** microdureza, resina compuesta, peróxido de hidrógeno, peróxido de carbamida.

### **Abstract**

The aim of the present study was to compare the effect of two lightening agents on the surface microhardness of a composite resin. **Method:** the study was experimental, transversal, comparative and prospective, in which the microhardness of 30 discs of nanofilled composite resin (Filtek™ Z350 XT, 3M ESPE, USA) was evaluated before and after the use of the agents. clearing. Three experimental groups were used, the first was 16% carbamide peroxide, the second was 35% hydrogen peroxide and the third group was the control. **Results:** The greatest reduction in microhardness was found in the group to which the 35% hydrogen peroxide lightening agent was applied. It was also found that when comparing the average of the microhardness difference before and after the application of the lightening agents and control, a statistically significant difference ( $<0.001$ ) was obtained between these groups with the ANOVA test. And after applying Tukey's post hoc test, it was possible to obtain statistically significant differences between 16% carbamide peroxide and the control ( $<0.001$ ); as well as between 35% hydrogen peroxide and control ( $<0.001$ ). **Conclusion:** the microhardness of the composite resins was influenced, decreasing significantly by both dental whitening procedures used in this study.

**Keywords:** microhardness, composite resin, hydrogen peroxide, carbamide peroxide.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el aclaramiento dental es uno de los tratamientos dentales estéticos más populares ya que es considerado un método económico y eficiente que conserva la estructura del diente. Por lo cual a lo largo del tiempo se ha venido desarrollo una gama de productos aclaradores de aplicación en el consultorio dental y en el hogar (Carey, 2014).

Las técnicas de aclaramiento en consultorio incluyen el uso de una composición de gel que comúnmente contiene 30 a 35% de peróxido de hidrógeno, mientras que el material aclarador de peróxido de carbamida (PC) del 10 al 15% en forma de gel se usa generalmente para la aplicación en el hogar (Kwon y Wertz, 2015).

La popularidad que viene teniendo el uso de las diversas técnicas del aclaramiento dental, hace considerar otro aspecto importante de la odontología moderna como lo es el material de restauración a base de resinas compuestas que presenta el paciente en boca. Los cambios en la rugosidad superficial y la microdureza se usan comúnmente para estudiar los posibles efectos adversos de los agentes blanqueadores en los materiales de restauración. El aumento de la rugosidad de la superficie aumenta la acumulación de alimentos y la formación de biofilm y aumenta el riesgo de enfermedad periodontal. La evidencia muestra que la acumulación bacteriana depende directamente de la rugosidad de la superficie. (Hossam et al., 2013).

El efecto final de estos agentes químicos sobre las resinas compuestas puede ser dependientes del tipo y resistencia de la matriz de resina, el contenido de relleno de resina compuesta, el gel aclarador y la duración de su aplicación (Wang et al., 2011).

Es por ello que este estudio tiene el objetivo de determinar el efecto del método de aclaramiento en la microdureza de superficie de una resina compuesta.

## **1.1. Descripción y formulación del problema**

Diferentes estudios han reportado resultados contradictorios sobre el efecto de agentes aclaradores sobre la microdureza superficial de la resina compuesta, algunos reportan una disminución en la microdureza superficial de la resina compuesta después del uso de estos agentes (Zuryati et al., 2013; Malkondu et al., 2011). Sin embargo, otros estudios no han informado cambios en la microdureza de la superficie de la resina compuesta después de la aplicación de agentes aclaradores (Fernandes et al., 2020; Mujdeci y Gokay, 2006).

La microdureza de la superficie de la resina compuesta depende de las propiedades mecánicas del material y su desintegración. Varios factores relacionados a la composición de resina compuesta, incluyendo el tipo de monómero, tamaño y contenido de relleno, puede afectar sus propiedades mecánicas (Beun et al., 2007).

Por lo cual nos formulamos la siguiente pregunta: ¿Cuál es el efecto de los agentes de aclaramiento sobre la microdureza superficial de una resina compuesta?

## **1.2. Antecedentes**

Atiq et al. (2021) realizó un estudio con el objetivo de comprobar los efectos del Peróxido de Carbamida al 16% y el Peróxido de Hidrógeno al 35% sobre la microdureza de los composites. Se utilizó composites de nanorrelleno y composites microhíbridos para preparar muestras de 30 discos. Los especímenes se dividieron al azar en 6 grupos de 5 especímenes solamente y no hubo subdivisión. El ensayo de microdureza superficial inicial y final de ambos composites se realizó antes y después del tratamiento de las probetas con agentes blanqueadores utilizando una Máquina de Ensayo de Microdureza. Los valores se anotaron como el valor final del número de dureza Vickers de la muestra individual. Todos los datos se recopilaron y analizaron con SPSS y el valor de  $p < 0,05$  se consideró estadísticamente significativo. Se usó ANOVA para determinar los valores de microdureza en los grupos para

comparación. Como resultados se obtuvo una reducción significativa en la microdureza del composite microhíbrido ( $p < 0,001$ ) después del blanqueo con peróxido de hidrógeno al 35%, pero se encontró una pequeña reducción en el composite de nanorrelleno ( $p=0,001$ ). También se observó una ligera reducción de la dureza con el composite microhíbrido después del tratamiento con peróxido de carbamida al 16 % ( $p=0,003$ ), pero no se encontró ninguna reducción en el composite de nanorrelleno ( $p=0,110$ ). Hubo diferencia significativa ( $p=0,068$ ) entre Nanofiller 16% y microhíbrido 35%. En conclusión, el peróxido de hidrógeno (35%) mostró una mayor reducción de la microdureza de los composites en comparación con el peróxido de carbamida al 16%.

Ramírez-Vargas et al. (2021) realizaron una investigación con el objetivo de evaluar el efecto *in vitro* del pulido sobre la microdureza superficial de resinas compuestas nanohíbridadas que fueron sometidas a blanqueo con peróxido de hidrógeno al 35% este estudio experimental *in vitro* transversal consistió en 30 muestras de resina compuesta fabricadas de acuerdo con la norma ISO 4049-2019 y divididas por igual en dos grupos (A y B) que se sometieron a blanqueo con peróxido de hidrógeno al 35 %. El grupo A se sometió al procedimiento de pulido, mientras que el grupo B fue el grupo de control, las muestras se almacenaron en agua destilada a 37°C durante 24 h. La microdureza Vickers se determinó con una carga de 100 gf durante 10 s. Los datos fueron analizados con la prueba *t* de Student para muestras independientes a un nivel de confianza del 95%. Como resultados encontraron que la microdureza superficial del grupo que se sometió a pulido (A) obtuvo una media de  $78,07 \pm 7,96$  HV, mientras que para el grupo que no se sometió a pulido (B) la media fue de  $65,67 \pm 5,22$  HV. La diferencia entre los grupos (A y B) fue estadísticamente significativa ( $p < 0,001$ ). Concluyeron que las resinas compuestas nanohíbridadas previamente sometidas a gel de peróxido

de hidrógeno al 35% aumentaron significativamente su microdureza superficial cuando se sometieron a pulido en comparación con las resinas compuestas nanohíbridas sin pulir.

Al-Angari et al. (2021) realizaron un estudio con el objetivo de comparar el efecto de dos sistemas blanqueadores (gel blanqueador y tiras blanqueadoras) sobre el cambio de color, rugosidad y microdureza del esmalte y dos resinas compuestas. Se prepararon dos cavidades en muestras de esmalte bovino ( $n = 16$ ) y se restauraron con dos composites: un nanohíbrido y un microhíbrido. El color de referencia, la rugosidad y la microdureza se midieron utilizando un espectrofotómetro, un perfilómetro óptico y un probador de microdureza Vickers, respectivamente. Los especímenes se tiñeron con café durante 14 días y se aleatorizaron en dos grupos de blanqueamiento: gel y tiras ( $n = 8$ ), luego se sometieron a una prueba de blanqueamiento/tinción de 10 días. Se volvieron a medir el color, la rugosidad y la microdureza. Como resultados encontraron que el gel mejoró significativamente el color ( $\Delta E$  4,9-8,3) y aumentó la rugosidad ( $R_a$  0,04-0,08  $\mu m$ ) de todos los sustratos ( $p < 0,0001$ ) en comparación con las tiras. El color del esmalte mejoró significativamente ( $\Delta E$  5.4-8.3) en comparación con el de la resina nanohíbrida ( $\Delta E$  2.6-4.9) y resina microhíbrida ( $\Delta E$  2.0-4.9) con geles o tiras. La rugosidad de de la resina microhíbrida (0,03-0,08  $\mu m$ ) fue significativamente mayor que la del esmalte (0,01-0,05  $\mu m$ ) y la de resina nanohíbrida (0,02-0,04  $\mu m$ ). El esmalte había reducido significativamente la microdureza en comparación con la resina nanohíbrida ( $p = 0,0144$ ). Concluyeron que los geles produjeron la mayor mejora de color y rugosidad en comparación con las tiras. El esmalte tuvo una mejora significativa del color, pero tuvo la mayor disminución en la microdureza.

Fernandes et al. (2020) realizó un estudio con el objetivo de evaluar la microdureza y la rugosidad de la superficie de las resinas compuestas antes y después del blanqueamiento dental. Se prepararon sesenta especímenes de cada resina compuesta (Filtek Supreme XT y

Opallis) y se aplicó sellador de superficie BisCover LV a la mitad de los especímenes. Se obtuvieron treinta muestras de esmalte. La rugosidad superficial y la microdureza se midieron antes y después de los procedimientos de blanqueamiento con peróxido de hidrógeno al 35 % o peróxido de carbamida al 16 % (n = 10). Se obtuvo como resultado que ni el tratamiento con peróxido de hidrógeno ni con peróxido de carbamida alteraron significativamente la dureza de las resinas compuestas, independientemente de la aplicación del sellador superficial; sin embargo, ambos tratamientos redujeron significativamente la dureza de las muestras dentales ( $p < 0,05$ ). El blanqueamiento no provocó ningún cambio en la rugosidad de la superficie, con la excepción de la resina compuesta Opallis sin sellar y el esmalte dental, los cuales mostraron un aumento en la rugosidad de la superficie después del blanqueamiento con peróxido de carbamida ( $p < 0,05$ ). La microdureza y la rugosidad de la superficie del esmalte y la resina compuesta Opallis se vieron influenciadas por los procedimientos de blanqueamiento.

Mohammadi et al. (2020) realizó un estudio con el objetivo de evaluar el efecto del tiempo de curado y los agentes blanqueadores en la microdureza superficial de la resina compuesta microhíbrida. Se emplearon 180 discos de resina compuesta microhíbrida se dividieron en dos grupos en términos de tiempo de curado: 40 s, 60 s. Luego, cada grupo se dividió en tres subgrupos: control (agua destilada), blanqueamiento casero (15% peróxido de carbamida) y blanqueamiento de oficina (40% peróxido de hidrógeno). La microdureza superficial de las muestras se determinó utilizando la prueba de dureza Vickers tanto al inicio como después de la finalización de las pruebas. Se utilizaron las pruebas ANOVA bidireccional y Tukey HSD para analizar y comparar los cambios de microdureza entre los grupos. Dando como resultados que el tiempo de curado, el método de blanqueamiento y el efecto acumulativo de estas dos variables afectaron significativamente la microdureza de la resina compuesta ( $P < 0.001$ ). Las pruebas de Tukey HSD demostraron que microdureza había disminuido

significativamente en los grupos de blanqueamiento, con la mayor disminución cuando se utilizó el método de blanqueamiento ( $P < 0,001$ ). Las muestras curadas durante 40 segundos exhibieron una microdureza más baja que las curadas durante 60 s y tuvo una mayor reducción de la microdureza después del blanqueamiento ( $P < 0,001$ ). Se llegó a la conclusión de que la aplicación de ambos métodos de blanqueamiento disminuyó la microdureza superficial de la resina compuesta microhíbrida, y un aumento en el tiempo de curado se asoció con una disminución en los efectos adversos de los agentes blanqueadores sobre la microdureza.

Yikilgan et al. (2017) realizaron una investigación con el objetivo de evaluar los efectos de diferentes métodos de pulido y agentes blanqueadores sobre la dureza y rugosidad de la superficie de la resina compuesta nanohíbrida, prepararon ciento veinte especímenes en forma de disco para composite nanohíbrido (Charisma Diamond). Se utilizaron 60 muestras para la medición de la microdureza y las demás para la evaluación de la rugosidad superficial. Las muestras se dividieron aleatoriamente en dos subgrupos ( $n = 30$  cada uno). En el primer grupo se aplicó un abrillantador líquido de baja viscosidad (Biscover LV). En el segundo grupo, no se aplicó nada. Todas las muestras se almacenaron en agua destilada a  $37^{\circ}\text{C}$  durante 24 h. Después de completar las mediciones iniciales, las muestras se dividieron al azar en tres subgrupos para la aplicación de blanqueo. Se aplicó peróxido de carbamida al 10 %, peróxido de carbamida al 45 %, peróxido de hidrógeno al 38 %. Como resultados o se observaron diferencias significativas en la dureza y rugosidad de la superficie según las técnicas de pulido. Cuando se compararon los agentes blanqueadores, los grupos de agente blanqueador que contenían peróxido de carbamida al 10 % y peróxido de hidrógeno al 38 % mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los valores de dureza antes y después del procedimiento ( $p < 0,05$ ). Concluyeron que el agente blanqueador tipo oficina que contiene peróxido de carbamida es más seguro para las resinas compuestas que otros agentes

blanqueadores. No se observó ningún efecto negativo de los materiales vidriados sobre la protección de la rugosidad superficial y la dureza de la resina compuesta.

Francis et al. (2017) realizó un estudio con el objetivo de comparar el efecto del peróxido de carbamida (CP) al 10 % y al 20 % sobre la microdureza (MHN) y la rugosidad de la superficie de dos composites de relleno en bloque disponibles comercialmente (Xtra fill Bulk Fill y Tetric EvoCeram Bulk Fill). Se prepararon un total de 50 especímenes con composites de ambos tipos utilizando moldes de latón de 10 mm de diámetro interior y 4 mm de altura. Cada tipo de compuesto se dividió en tres grupos, el grupo de control se almacenó en saliva artificial durante 14 días, los otros grupos se blanquearon con CP al 10 y 20 % respectivamente, durante 14 días. La microdureza de la resina compuesta se probó con un probador de dureza Vickers, mientras que la rugosidad de la superficie se probó con un perfilómetro. Se obtuvieron como resultados que tanto el 10 como el 20 % de CP redujeron significativamente la MHN de las resinas compuestas experimentales. Sin embargo, la rugosidad media de la superficie fue significativamente mayor en Xtra fill Bulk Fill que en Tetric EvoCeram Bulk Fill con una concentración de CP del 20 %. El MHN medio de Tetric EvoCeram se redujo en comparación con Xtra fill al 20 % de CP. En conclusión, hubo una reducción significativa en el MHN de los materiales de restauración después de la exposición a CP bajo un régimen de blanqueamiento clínicamente simulado. Sin embargo, se observó un aumento en la rugosidad de la superficie solo al 20% de CP.

Mujdeci y Gokay (2006) realizó un estudio con el propósito de evaluar el efecto de un gel blanqueador y una tira blanqueadora en la microdureza de 3 materiales restauradores del color del diente. Cuarenta especímenes cilíndricos (6 x 3 x 2 mm) de cada material de restauración, incluido una resina compuesta nanohíbrida (Grandio), una resina compuesta modificada con poliácido (Dyract extra) y un cemento ionómero de vidrio (Ionofil Molar AC),

se prepararon y almacenaron en agua destilada a 37 °C durante 24 horas. Los especímenes se pulieron usando discos de pulido medio, fino y superfino, se almacenaron en agua destilada a 37 °C durante 7 días. Las muestras se dividieron en 4 grupos (n=10). Se seleccionó un grupo al cuál se le hizo un análisis de microdureza Vickers (carga 100 g, tiempo de permanencia 20 segundos). Los otros 3 grupos fueron tratados por 21 días con 1 de los siguientes: agua destilada (control), gel blanqueador (peróxido de carbamida al 10 %) y tira blanqueadora (14% de peróxido de hidrógeno). Los datos se analizaron con análisis de varianza de 2 vías y Tukey. Como resultado se obtuvo que no hubo diferencias significativas en la microdureza entre los grupos de prueba de cada material restaurador. Sin embargo, se observaron diferencias significativas en la microdureza entre los materiales de restauración. Para todos los grupos de prueba, la resina compuesta mostró los valores más altos de dureza, mientras que el cemento de ionómero de vidrio presentó la más baja. Se llegó a la conclusión de que los productos de blanqueamiento utilizados en este estudio no afectaron adversamente la microdureza de los materiales restauradores.

Soares et al. (2013) realizaron un estudio con el objetivo de evaluar cambios en microdureza, rugosidad y morfología de la superficie del esmalte dental y resina compuesta después de diferentes técnicas de blanqueamiento dental. Fragmentos dentales de incisivos bovinos con restauraciones de resina compuesta se sometieron a diferentes protocolos de decoloración: G1: Aplicación diaria 8 horas de un 10% gel de peróxido de carbamida (CP) durante 21 días; G2: 3 Aplicaciones de 15 minutos de peróxido de hidrógeno al 38% (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) gel; G3: Gel 38% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> asociado a irradiación con LED (470nm) durante 6 minutos. La microdureza Knoop del esmalte y la resina compuesta se evaluaron a los 1, 7, 14 y 21 días para G1, y después de 1, 2 y 3 sesiones para G2 y G3. La rugosidad y morfología superficial (fuerza atómica microscopía) fueron evaluados antes y al final del tratamiento de blanqueamiento Los

datos fueron analizados por las pruebas de MannWhitney y Wilcoxon (=5%). Se observó una reducción en la dureza del esmalte después de 2 y 3 sesiones para G2 y G3. Para compuesto, la reducción ocurrió después de 21 días para G1, y después de 3 sesiones para G2 y G3 ( $p < 0,05$ ). Reducción significativa de la rugosidad y la morfología superficial se observó solo para el esmalte de G1 grupo ( $p < 0,05$ ). En conclusión, el gel CP al 10% promovido sólo alteraciones superficiales en el esmalte dental, mientras que el 38%  $H_2O_2$  gel promovió la reducción de minerales de este tejido dental. Todos los protocolos de blanqueamiento promovieron la reducción de la dureza de resina compuesta.

Baldión (2013) Realizó un estudio con el objetivo del estudio de evaluar el efecto del peróxido de hidrógeno sobre la resistencia de unión de una resina compuesta al esmalte dental en diferentes intervalos de tiempo posterior al blanqueamiento dental. Se seleccionaron 90 premolares humanos divididos en 6 grupos: El grupo control al que solo se le hizo técnica adhesiva y 5 grupos de estudio, a los cuales se les aplicó el agente blanqueador para luego hacer la técnica adhesiva a cada grupo en diferentes intervalos de tiempo posterior al blanqueamiento dental (0, 1, 7, 14 y 28 días) para luego determinar la resistencia de unión al corte de la resina adherida al esmalte dental. Los datos fueron analizados mediante la prueba ANOVA con la prueba estadística F y las comparaciones múltiples de Fisher y Duncan, con valores de  $p < 0,05$  como diferencias estadísticamente significativas. Se obtuvo como resultados que los valores de adhesión en los grupos con blanqueamiento de los 0 a los 28 días fueron estadísticamente menores al grupo control. En conclusión, el peróxido de hidrógeno reduce los valores de adhesión al esmalte dental. El tiempo posblanqueamiento es determinante para recuperar la resistencia de unión de la resina compuesta a la estructura dental.

Mourouzis et al. (2013) realizaron una investigación con el objetivo de evaluar los efectos de los agentes aclaradores en el consultorio sobre las propiedades físicas de tres

materiales de restauración de resina compuesta. Los agentes blanqueadores utilizados fueron peróxido de hidrógeno y peróxido de carbamida en altas concentraciones. Se prepararon, curaron y pulieron especímenes de cada material. Las mediciones de la diferencia de color, la microdureza y la rugosidad de la superficie se registraron antes y después del blanqueo y los datos se examinaron estadísticamente mediante el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba post-hoc Tukey HSD a  $P < 0,05$ . En los resultados se encontraron que las mediciones mostraron que el tono y el croma de la resina compuesta a base de silorano se alteraron después del procedimiento de decoloración ( $P < 0,05$ ). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas al probar la microdureza y la rugosidad superficial de las resinas compuestas probadas ( $P > 0,05$ ). Concluyeron que la resina compuesta a base de silorano probada mostró alguna alteración del color después de los procedimientos de decoloración. El procedimiento de aclaramiento no alteró la microdureza y la rugosidad superficial de todas las resinas compuestas probadas.

Basting et al. (2005) realizaron una investigación con el objetivo de investigar la microdureza superficial, la rugosidad y los cambios de color de 2 resinas compuestas diferentes después de la tinción y el aclaramiento. Se prepararon ciento cincuenta especímenes de cada compuesto. Los especímenes se dividieron en 5 grupos y se tiñeron durante 30 días con té, café, cola, vino tinto o agua destilada (control). Posteriormente, cada grupo se dividió en 3 subgrupos. Cada subgrupo recibió una aplicación de 14 días de los materiales decolorantes Opalescence™ Boost, Opalescence PF o VivaStyle® Paint On Plus. El color, así como la microdureza y la rugosidad de la superficie de todos los especímenes se determinaron al inicio del estudio, después de la tinción y después del blanqueo. Los datos se analizaron utilizando el análisis de varianza de medidas repetidas (ANOVA) y el método de Bonferroni. En los resultados se observó una disminución estadísticamente significativa en la microdureza

superficial de las muestras compuestas microhíbridas después del blanqueo ( $p < 0,05$ ). Se concluye que el aclaramiento puede afectar las propiedades según el tipo, el relleno y el contenido de matriz de la resina compuesta.

### **1.3. Objetivos**

#### **- *Objetivo general***

- Comparar el efecto de dos agentes de aclaramiento sobre la microdureza superficial de una resina compuesta.

#### **- *Objetivos específicos***

- Determinar la microdureza superficial antes y después de aplicar los agentes de aclaramiento y control sobre la resina compuesta.

- Determinar los valores de la diferencia de microdureza superficial antes y después de aplicar los agentes de aclaramiento y control sobre la resina compuesta.

- Comparar los valores antes, después y diferencia de la microdureza superficial de la resina compuesta sometida a agentes de aclaramiento y control.

### **1.4. Justificación**

Teórica, los resultados del presente trabajo de investigación permitirán contribuir evidencias sobre los efectos de aclaramiento dental en la microdureza superficial de las resinas compuestas.

Clínica, la difusión de este tipo de investigación nos ayudará a tener conocimiento de nuevas técnicas o procedimientos para tratar los posibles daños en las resinas compuestas y de

esa manera enfatizar el cuidado de un tratamiento aclarador sobre piezas dentarias con resinas compuestas.

Social, los pacientes que tengan múltiples restauraciones se beneficiarán con un tratamiento de calidad por parte del odontólogo que estará capacitado con la información brindada través de esta investigación.

### **1.5. Hipótesis**

Es probable que el agente de aclaramiento influya en la microdureza superficial de una resina compuesta.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación

#### 2.1.1 *Aclaramiento dental*

El aclaramiento dental es el proceso mediante el cual se aclara el color de un diente que puede ser logrado mediante la eliminación física de la mancha o una reacción química para aclarar el color del diente. Siendo el ingrediente activo en la mayoría de los productos de aclaramiento es el peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) que se entrega como peróxido de hidrógeno o peróxido de carbamida (Carey, 2014).

**2.1.1.1 Agentes aclaradores.** Los agentes aclaradores eliminan eficazmente manchas y decoloraciones de las superficies de los dientes. Estos se basan principalmente en peróxido de hidrógeno (PH) o sus derivados como el peróxido de carbamida (PC) y aclaran los dientes a través de la liberación de radicales libres de peróxido. Estos radicales se combinan con pigmentos internos y externos de los dientes y los eliminan a través de una reacción oxidativa (Okte et al., 2006).

El peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) es un líquido incoloro, ligeramente más viscoso que el agua, y tiene una masa molar de 34,01 g/mol. Por su bajo peso molecular, puede penetrar en la dentina, donde libera oxígeno y, por lo tanto, rompe los dobles enlaces de los compuestos orgánicos e inorgánicos dentro de los túbulos dentinarios (Hess, 1995).

En odontología, el peróxido de hidrógeno se utiliza en concentraciones que oscilan del 5% al 35%. Actúa como un fuerte agente oxidante, produce moléculas reactivas de oxígeno e hidrógeno aniones peróxido. El peróxido de hidrógeno es naturalmente producido, controlado, utilizado y destruido durante funcionamiento normal del cuerpo. De hecho, el cuerpo humano puede protegerse contra el estrés oxidativo aprovechando el ciclo redox del glutatión, catalasa,

ascorbato, superóxido dismutasa, prostaglandina E1, glutatión peroxidasa, vitamina E y peroxidasa plasmática (Plotino et al., 2008).

El peróxido de carbamida ( $\text{CH}_6\text{N}_2\text{O}_3$ ) es un cristalino blanco sólido que libera oxígeno cuando entra en contacto con agua. Las concentraciones utilizadas para el aclaramiento van del 10% al 35%. Peróxido de carbamida al 10 % solución se descompone en peróxido de hidrógeno al 3,35% y 6,65 % de urea (Fasanaro, 1992).

La urea se descompone aún más en amoníaco y agua, que pueden proporcionar algunos beneficios efectos secundarios porque tiende a aumentar el pH de la solución. Además, la urea tiene propiedades proteolíticas que pueden afectar la eficacia del aclaramiento dental (Arends et al., 1984).

Los productos de peróxido de carbamida generalmente contienen un carbopol o una base de glicerina. La base de carbopol se ralentiza reduce la liberación de peróxido de hidrógeno y, por lo tanto, es eficaz durante un período de tiempo más largo (Matis, 2000).

**2.1.1.2 Mecanismo del aclaramiento dental.** Las manchas que producen color dentro de las estructuras dentales son a menudo compuestos orgánicos que contienen enlaces dobles conjugados. Se sabe por la química de los colorantes que la decoloración puede ocurrir debido a la ruptura de un cromóforo, y que la destrucción de uno o más de los enlaces dobles dentro del sistema conjugado es probablemente involucrado. Así, la teoría dominante sobre el mecanismo de aclaramiento es que las moléculas de tinción son oxidadas en compuestos incoloros (Kwon y Wertz, 2015).

El mecanismo que resulta en el cambio de percepción del color del diente, este se puede subdividir en tres fases distintas: el movimiento del agente aclarador en la estructura dental, la interacción de los agentes aclaradores con las moléculas de la mancha y alteración de la superficie de la estructura del diente de tal manera que refleja la luz de manera diferente. El

resultado de esta secuencia de eventos sería el cambio de color final del diente después del aclaramiento (Kwon y Wertz, 2015).

**2.1.1.3 Difusión de los agentes aclaradores.** El Aclaramiento dental se basa en la premisa de que el peróxido de hidrógeno penetra en el esmalte y la dentina para interactuar con los cromóforos orgánicos. Como es sabido, los tejidos duros dentales son altamente permeables a los fluidos, y el mayor flujo de fluidos en el esmalte y la dentina está en los espacios interprismáticos y en los túbulos dentinarios respectivamente (Kwon et al., 2012).

Por lo tanto, el esmalte y la dentina actúan como membranas semipermeables y que permiten que el peróxido de hidrógeno se mueva de acuerdo a la segunda ley de difusión de Fick, que describe que la difusión de una molécula es proporcional a la superficie, y que es inversamente proporcional a la distancia de difusión (Kalia y Guy, 2001).

A pesar de que el aclaramiento dental a base de peróxido se introdujo en el siglo XIX, fue en 1987 que la penetración del peróxido de hidrógeno en la cavidad pulpar fue detectada y cuantificada por primera vez. En este estudio, los dientes fueron expuestos a peróxido de hidrógeno al 30%, y a medición espectrofotométrica de submicrogramos de peróxido de hidrógeno. Este modelo in vitro demostrado ser útil para estudios posteriores que investigan varios factores que pueden influir en la penetración del peróxido de hidrógeno en la cavidad pulpar (Bowles y Ugwuneri, 1987).

El peróxido de hidrógeno penetra en la cavidad pulpar, debido a efectos potencialmente adversos y citotóxicos, especialmente en pacientes con hipersensibilidad existente, recesión gingival, desgaste y abrasión cervical (Hanks et al., 1993).

**2.1.1.4 Efectos clínicos.** La satisfacción personal de poseer una hermosa sonrisa blanca es el efecto deseado. También estudios señalan efectos antisépticos, de reducción de placa y de reparación de heridas. Sin embargo, existen una serie de riesgos como: La duración del efecto

blanqueador es impredecible. En algunos estudios se cita regresión del color al año en 50% de los casos y en otros se sugiere repetir el tratamiento cada dos años, manifestándose una duración promedio de uno a tres años para el blanqueamiento interno con peróxido de hidrógeno y perborato de sodio. La efectividad del depender de cuál ha sido la causa de la coloración (Lozada y Care, 2000).

La inflamación de los tejidos periodontales y la resorción radicular externa y ósea se produce con mayor frecuencia en dientes jóvenes debido al mayor diámetro de los túbulos dentinarios que permiten la penetración del material de blanqueamiento intracoronal de los dientes no vitales hacia los tejidos periodontales. La sensibilidad de los tejidos blandos como enrojecimiento en proximidad de los dientes blanqueados o irritación oral es muy común en el inicio del proceso, se relaciona con la concentración de los peróxidos y la frecuencia de su aplicación. La sensibilidad dentaria postoperatoria, parece estar relacionada con el paso del peróxido de hidrógeno a través del esmalte y dentina, lo que produce ligera irritación pulpar (Sulieman et al., 2005).

El blanqueamiento tiene efectos nocivos sobre la interfase diente-restauración, disminuyendo las propiedades adhesivas de la restauración; por lo cual se recomienda realizar las restauraciones estéticas una semana después de terminado el proceso, mientras que otros estudios no encuentran un efecto significativo; dependiendo probablemente de la concentración de los peróxidos utilizados (Schemehorn et al., 2004).

**2.1.1.5 Efectos estructurales.** La aplicación del peróxido de carbamida al 10% ocasiona desmineralización del esmalte, extendida a 50  $\mu$ m bajo de la superficie del esmalte. El pH del gel blanqueador usado fue de 6.9 por lo que la desmineralización no se puede atribuir al pH bajo sino posiblemente a reacciones descontroladas de los radicales peróxidos. Por lo tanto, se necesita cuidadosa evaluación del uso de blanqueadores en pacientes susceptibles a caries dental y a desgaste dentario (Efeoglu et al., 2005).

En la evaluación in vitro de un blanqueador dental de peróxido de hidrógeno al 6 % no se encontró diferencia entre la microdureza de la dentina tratada y la dentina con placebo. Sin embargo, en la dentina tratada con peróxido de hidrógeno al 30 % al 24C por 25 h se observó alteración en la dentina peri e intertubular, con mayor resistencia de la peritubular, debido a su composición ya que la dentina peritubular es hipermineralizada y carece de colágeno en su matriz orgánica, mientras que el colágeno representa el 92 % de la matriz orgánica de la dentina intertubular, lo que explica la disminución significativa en la dureza de la dentina intertubular. El mecanismo exacto de acción del peróxido de hidrógeno no se entiende completamente. El peróxido de hidrógeno es potente agente oxidante y también muy ácido con pH de 2.05. Ambas propiedades parecen participar sobre los cambios que ocurren a nivel de dentina. Debido a esto en el blanqueamiento intracoronal se recomienda el uso de soluciones combinadas de peróxido de hidrógeno selladas en la cámara pulpar de 3 a 7 días, generalmente repitiéndose este procedimiento varias veces hasta lograr el cambio de color deseado. Es importante también la distancia de aplicación del pH a la pulpa por la variedad en la densidad tubular y mineral y por la gran capacidad buffer de la dentina. También no es claro si la aplicación de enzimas como la catalasa al final del blanqueamiento revierte estos cambios destructivos ocasionados por el peróxido de hidrógeno (Chng et al., 2005).

El gel blanqueador con peróxido de hidrógeno al 6 % no produce efectos en la superficie de los materiales restauradores oro, amalgama, porcelana y composite. Los macrófagos están implicados en todo el espectro de las reacciones de defensa. Por lo tanto, después de contacto con un agente agresor, estos fagocitos actúan liberando citoquinas proinflamatorias que inician un proceso inflamatorio. Son las células que participan en todas las respuestas del organismo estímulos físicos, químicos o bacterianos. Al evaluar la capacidad de adherencia y la morfología de los macrófagos inflamatorios se observó que aquellos tratados con perborato de sodio no mostraron diferencia alguna con los controles, mientras que los tratados con peróxido

de hidrógeno al 30 % presentaron un índice de adherencia aumentado y también alteraciones morfológicas como disrupción de la membrana citoplasmática, presencia de vacuolas citoplasmáticas, núcleos más periféricos y disrupción de la membrana nuclear. Siendo la adherencia el primer paso necesario para el desarrollo de la reacción inflamatoria y la fagocitosis. Estos resultados muestran el potencial citotóxico del peróxido de hidrógeno que es un efectivo blanqueador por su bajo peso molecular y buena difusión a través de los tejidos dentarios (esmalte y dentina), pero también puede ocasionar daño a los tejidos periodontales y conllevar a reabsorción cervical. Por otro lado, se ha reportado la afección de los fibroblastos gingivales, respecto a su viabilidad, morfología, proliferación y producción de fibronectina y colágeno (Lozada y Care, 2000).

**2.1.1.6 Técnicas de aclaramiento dental.** En dientes vitales puede ser de tres tipos: realizado por el dentista en el consultorio, ambulatorio realizado por el paciente en su casa, pero con la supervisión y la elaboración de un profesional; y realizado sin supervisión del dentista comprando productos OTC over the counter (productos de autoservicio) en cualquier tienda (Schwartz et al., 1999).

En el aclaramiento realizado en el consultorio dental, el agente blanqueador es a base de peróxido de hidrógeno al 35% y puede o no ser activado por luz. Es realizado por el dentista en el consultorio dental, previamente hay que realizar una profilaxis adecuada y controlar que no existan restauraciones defectuosas, caries o defectos estructurales en los cuales este expuesta la dentina, una vez controlado esto, se aísla el campo operatorio con un dique de hule mediano o grueso de manera adecuada sin anestésiar al paciente, se coloca un agente bloqueador para evitar el contacto del agente blanqueador con los tejidos periodontales. Posteriormente se realiza el pulido de la superficie dental con piedra pómez para eliminar contaminantes residuales, se coloca el agente blanqueador sobre las caras vestibulares y linguales de los dientes, se siguen las indicaciones recomendadas por el fabricante del sistema blanqueador para

que se produzca el efecto de blanqueamiento deseado. Se puede repetir tres sesiones máximo dejando quince días entre sesión y sesión. Este es el método más eficaz porque el peróxido de hidrógeno se maneja en su más alta concentración y el dentista tiene el control del material evitando el dañar los tejidos pulpares, así como periodontales a través del aislamiento del campo operatorio, se obtiene resultados inmediatos. El mayor inconveniente de esta técnica es que como no se anestesia al paciente para controlar el tiempo de exposición del agente blanqueador, las maniobras que se realizan en el procedimiento son incómodas en ocasiones, aunque es temporal y completamente sin daños irreversibles (Schwartz et al., 1999).

En el aclaramiento ambulatorio, el agente blanqueador en este procedimiento es a base de peróxido de carbamida al 13 al 10%. Este método consiste en la elaboración de un guarda personalizado realizado por un profesional, al igual que en la técnica descrita anteriormente. Previamente hay que realizar una profilaxis adecuada y controlar que no existan restauraciones defectuosas, caries o defectos estructurales en los cuales esté expuesta la dentina, una vez controlado esto, el guarda debe ser fabricado cumpliendo tres requisitos indispensables para evitar que durante la aplicación del agente blanqueador se presente contacto con los tejidos periodontales: a) respetar el margen gingival (aprox. 1mm); b) ser festoneado de acuerdo a la anatomía gingival en cada uno de los dientes y; c) utilizar un acetato rígido perfectamente ajustado al tercio cervical de los dientes a blanquear. Se le explica al paciente dependiendo de las indicaciones de cada fabricante, el uso y la aplicación del agente blanqueador. Los resultados de este tratamiento se observan generalmente a las tres semanas utilizándolo entre 2 y 6 horas diarias dependiendo de la casa comercial. Es importante indicarle al paciente una técnica de cepillado adecuada para poder eliminar el agente blanqueador por completo de 6 los dientes (Almas et al., 2002).

El aclaramiento con productos OTC es realizada por los consumidores en su hogar a través de productos que compran en cualquier tienda. En los últimos años los laboratorios han

incorporado este tipo de agentes al mercado y existen muchas presentaciones debido a la gran demanda de estos productos. Los más nuevos son las tiras para blanqueamiento que contienen una capa fina de gel (0.1-0.2 mm) de peróxido de hidrógeno al 6.5% o del 14%. Los barnices con peróxido de carbamida al 18%. Los productos OTC pueden ser una buena opción para muchos consumidores. Sin embargo, es indispensable el diagnóstico y la examinación de un profesional antes de su aplicación, ya que hay que conocer tanto la etiología como las condiciones del estado oral del paciente. Los dentistas deben estar capacitados para poder combinar y prescribir este tipo de productos. Los usos indiscriminados de estos productos pueden causar hipersensibilidad a los cambios térmicos, así como una irritación irreversible de la pulpa y al periodonto. Al no tener todo este conocimiento el consumidor puede ocasionar un daño en lugar de un beneficio a su persona. Es obligación de los dentistas aconsejar a los pacientes los efectos nocivos posibles y advertirlos (Kim, 2005).

En el aclaramiento en dientes no vitales, al estar presente una decoloración en un diente no vital significa que la pigmentación proviene de la cámara pulpar. La etiología de una decoloración en dientes no vitales es por presencia de productos hemáticos o bacterianos dentro de los conductos (necrosis pulpar) y mala técnica al realizar un tratamiento de conductos como una mala apertura de la cavidad o una mala técnica durante el corte de la gutapercha. Este aclaramiento es realizado por el dentista en el consultorio y consiste en eliminar de la cámara pulpar, a un diente previamente tratado con endodoncia, todos los agentes decolorantes y tejido necrótico existente (Abbott, 1997).

El diente a blanquear siempre debe estar aislado, se desobtura aproximadamente 3 mm por debajo de la unión cemento esmalte, se sella con ionómero de vidrio o resina fluida para evitar la resorción radicular y el contacto del agente blanqueador con el material de obturación. Se graba la cavidad con ácido fosfórico al 35% de 5 a 10 segundos aplicando posteriormente un adhesivo dentinario. Después con una fresa de carburo se elimina la capa de adhesivo en la

zona coronal sin tocar el sellado realizado anteriormente para evitar el paso del agente blanqueador a los túbulos dentinarios de la zona cervical y radicular (Ari y Ungor, 2002).

Existen tres procedimientos para blanquear dientes no vitales: Técnica ambulatoria, técnica inmediata, y Combinación de ambas técnicas (Roesch et al., 2007).

En la técnica ambulatoria, primero se hace una mezcla realizada con perborato de sodio (Amosan en polvo) y peróxido de hidrógeno al 35% (Superoxol) con un algodón para darle consistencia a la mezcla, se lleva a la cavidad de la cámara pulpar y se coloca una obturación temporal en la superficie. El paciente debe regresar a la semana para evaluar el blanqueamiento obtenido. Es un tratamiento ambulatorio y mucho más prolongado (Roesch et al., 2007).

En la técnica inmediata (termocatalítica) consiste en activar la mezcla de perborato de sodio con peróxido de hidrógeno al 35% y algodón a través de un instrumento caliente que se coloca sobre el algodón. Un diente no vital soporta una temperatura de hasta 73°C. Este procedimiento se realiza tres veces como máximo, el blanqueamiento obtenido se observa en ese momento y es mucho más efectivo que el tratamiento ambulatorio. Este tratamiento ofrece ventajas sobre tratamientos restaurativos más radicales, por costo y preservación de estructuras dentales. Sin embargo, es realizado por un dentista en un órgano dentario con la corona clínica pigmentada, el cual requiere tratamiento endodóntico o ya lo tiene (Roesch et al., 2007).

En la combinación de ambas técnicas, esta consiste en aplicarle al paciente en el consultorio dental la técnica termocatalítica y a su vez indicarle que se realice en casa la técnica ambulatoria (Roesch et al., 2007).

### ***2.1.2 Resina compuesta***

Están compuestas por una matriz polimérica, típicamente un dimetacrilato, refuerzo de rellenos, generalmente hechos de vidrio radiopaco, un agente de acoplamiento de silano para unir el relleno a la matriz y productos químicos que promueven o modulan la reacción de polimerización (Klapdohr y Moszner, 2005).

**2.1.2.1 Propiedades de la resina compuesta.** La resina compuesta posee excelentes propiedades mecánicas tales como alta resistencia, tenacidad a la fractura, dureza superficial, módulo de elasticidad optimizado, bajo desgaste, bajo nivel sorción y solubilidad de agua, baja contracción de polimerización, baja fatiga y degradación y alta radiopacidad. Al mismo tiempo, posee propiedades biológicas como una buena biocompatibilidad (sistémica y local), ausencia del dolor postoperatorio o hipersensibilidad, preservación de la integridad dental en términos, no provoca fracturas o grietas. Además, tienen propiedades estéticas, como una buena combinación de colores y estabilidad (translucidez, tonalidades), pulido óptimo, brillo superficial a largo plazo, ausencia de tinción marginal y una buena forma anatómica a largo plazo (Ilie y Hickel, 2011).

**2.1.2.2 Tipos de resinas compuestas.** Para mejorar muchas de las propiedades antes mencionadas, el tamaño de las partículas de relleno incorporadas en la resina matriz de composites dentales comerciales ha disminuido continuamente a lo largo de los años, de lo tradicional a los materiales nanocompuestos (Ilie y Hickel, 2011).

El relleno determina las propiedades mecánicas del material y también permite la contracción de polimerización, optimizando el desgaste, la translucidez, la opalescencia, la radiopacidad, la rugosidad intrínseca de la superficie y, por lo tanto, la capacidad de pulido, además de mejorar la estética y mejorar las propiedades de manipulación (Ferracane, 2011).

Así tenemos a los composites dentales convencionales, los llamados materiales de macrorrelleno, eran muy fuertes, pero difícil de pulir e imposible de retener la suavidad de la superficie. Es así que los fabricantes comenzaron a formular composites de microrrelleno, sin duda llamados inapropiadamente en ese momento, ya que eran realmente nanocompuestos porque el tamaño promedio de la sílice esférica amorfa de partículas de refuerzo fue de aproximadamente 40 nm. El campo de la nanotecnología se define en la nanoescala e incluye el rango de tamaño de 1 a 100 nm. Así, los microrrellenos originales serían más precisamente

llamados nanorrellenos, pero probablemente no lo fueron debido a la falta de reconocimiento del concepto actual de nano (Ilie y Hickel, 2009).

Los composites de microrrelleno eran pulibles, pero generalmente débiles debido a su contenido de relleno relativamente bajo, y se necesitaba un compromiso para producir la resistencia adecuada con pulido y estética mejorados. Por lo tanto, el tamaño de los compuestos convencionales se redujo para producir lo que finalmente se llamó compuestos híbridos de partículas pequeñas. Estos se distinguieron además como midifills, con tamaños de partículas promedio ligeramente más de 1  $\mu\text{m}$ , pero que también contiene una parte de los microrrellenos de sílice pirogénica. Más mejoras en el tamaño de partícula a través de técnicas dieron como resultado, compuestos con partículas que eran submicrónica, típicamente con un promedio de 0,4 a 1,0  $\mu\text{m}$ , que inicialmente fueron llamados minifills y finalmente llegaron a ser denominados microhíbridos. Estos materiales son generalmente considerados como compuestos universales ya que se puede utilizar para la mayoría de las aplicaciones anteriores y posteriores en función de su combinación de resistencia y capacidad de pulido. La innovación más reciente ha sido el desarrollo de los compuestos de nanorrelleno, que contienen solo partículas a nanoescala. La mayoría de los fabricantes han modificado las formulaciones de sus microhíbridos para incluir más nanopartículas, y posiblemente rellenos de resina prepolimerizada, similares a los que se encuentran en los compuestos de microrrelleno, y han llamado a este grupo nanohíbridos (Ilie y Hickel, 2009).

**2.1.2.3 Usos de las de resinas compuestas.** Los compuestos de resina se utilizan para una variedad de aplicaciones en odontología, incluidos, entre otros, materiales de restauración, revestimientos de cavidades, selladores de fosas y fisuras, muñones y reconstrucciones, inlays, onlays, coronas, restauraciones provisionales, cementos para prótesis dentales individuales o múltiples y dispositivos de ortodoncia, selladores endodónticos y postes de conducto radicular.

Es probable que el uso de estos materiales seguirá creciendo tanto en frecuencia y aplicación debido a su versatilidad (Ilie y Hickel, 2011).

### III. MÉTODO

#### 3.1. Tipo de investigación

Experimental porque en este estudio se manipularon intencionalmente la variable independiente para analizar las consecuencias de esta sobre la variable dependiente. Transversal porque se realizó una medición de las variables. Comparativo porque se utilizó un análisis estadístico para comparar los resultados encontrados en los grupos. Prospectivo porque los resultados estuvieron disponibles para su recolección después del inicio de la investigación. (Hernández et al., 2014).

#### 3.2. Ámbito temporal y espacial

El presente estudio se realizó en el Laboratorio HTL Certificate durante el año 2022, el cual posee la certificación NTP-ISO/IEC 17025:2017.

#### 3.3. Variables

##### *Variable dependiente*

Microdureza

##### *Variable independiente*

Agente de aclaramiento

<b>Variab</b>	<b>Definición</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala</b>	<b>Valores</b>
	<b>operacional</b>			
Agentes de aclaramiento	Tipo de tratamiento aplicado sobre los	de Marca comercial	Cualitativa	1 = Peróxido de Carbamida al 16% (Polanight)

---

	bloques de resina.			2 = Peróxido de Hidrógeno al 35% (Polaoffice)
Microdureza	Medida como indicador de la capacidad de material para resistir fuerzas de penetración.	Microdurómetro Vickers Electrónico – Marca LG. Modelo HV -1000	Cuantitativa	150 - 324.1 HVN (kg/mm <sup>2</sup> )

---

### 3.4. Población y muestra

La muestra para cada grupo de evaluación fue constituida por diez especímenes para cada grupo. Siendo el grupo I: especímenes con aplicación de peróxido de carbamida al 16%, el grupo 2: especímenes con aplicación de peróxido de hidrógeno al 35% y un grupo 3 de control.

### 3.5. Instrumentos

- Ficha de recolección de datos (Anexo A)
- LED VALO GRAND (385 - 515 nm).
- Microdurómetro Vickers Electrónico – Marca LG. Modelo HV -1000
- Vernier digital de 200 nm

### **3.6. Procedimientos**

#### ***Preparación de especímenes***

Se prepararon 30 discos de resina compuesta de nanorelleno (Filtek™ Z350 XT, 3M ESPE, EE. UU.) en un molde de 10 mm de diámetro y 2 mm de espesor. En primer lugar, este molde se cubrió con una tira de matriz transparente y un portaobjetos de vidrio por debajo.

En segundo lugar, se rellenó el molde con el material de resina compuesta, luego fue cubierto con una matriz transparente y un portaobjetos de vidrio en el lado superior que ayudó a eliminar el exceso de material y proporcionó una superficie lisa. El fotocurado del material se realizó de forma continua a través de la parte superior e inferior del portaobjetos de vidrio durante 40 segundos usando luz de curado LED VALO GRAND (385 - 515 nm).

Después de retirar la tira, los especímenes se pulieron utilizando papeles de carburo de silicio de grano 800, 1200, 1500, 2000 y se sumergieron en agua destilada y baño ultrasónico durante 3 min para la eliminación de residuos y limpieza. Inmediatamente después, las muestras se almacenaron en agua destilada a 37 °C durante 24 horas.

#### ***Medición de la microdureza inicial***

Se realizó una prueba inicial de microdureza para el material de resina compuesta después de completar la polimerización. Los discos fueron estabilizados y colocados en el microdurómetro. El indentador en los discos con una carga de 50 g durante 15 segundos marcó tres muescas, dejando una distancia de 1 mm entre muescas. El valor medio se convirtió en número de dureza Vickers y se anotó en la ficha de recolección de datos (Anexo A).

#### ***Aplicación del agente aclarador***

El grupo 3 se consideró como grupo control y se sumergió en agua destilada, por otro lado, los grupos restantes 1 y 2 se trataron con agentes aclaradores. Las muestras del grupo 1 se sumergieron en peróxido de carbamida al 16 % (Polanight) una vez al día durante 6 horas por de dos semanas. Las muestras del grupo 2 se sumergieron en peróxido de hidrógeno al 35

% (Polaoffice) durante 45 min en el primer día y la segunda vez a los 7 días. Después del tratamiento, las muestras se lavaron con agua destilada. Durante el período de pausa, las muestras se almacenaron en frascos con tapa de rosca que contenían agua destilada. El agua destilada se reemplazó diariamente.

### ***Medición de la microdureza final***

Después de 15 días cuando se completó el proceso de aclaración se tomó una evaluación de los valores finales de microdureza con el microdurómetro de la misma forma que se tomó la microdureza inicial en dos puntos diferentes. Los valores se registraron en la ficha de recolección (Anexo A) para su posterior análisis estadístico.

### **3.7. Análisis de datos**

Se creó una base de datos en el programa Microsoft Excel 2019, el cuál fue exportado al paquete estadístico SPSS V. 24.0. Para el análisis descriptivo se utilizaron los promedios, desviación estándar, mediana, valor mínimo y valor máximo. Además, los datos presentaron normalidad y se utilizó la prueba de T de Student para muestras relacionadas, así como también la prueba de ANOVA de una vía con su respectiva prueba post hoc. Se consideró un nivel de significancia  $<0,05$ .

#### IV. RESULTADOS

El estudio fue realizado en discos de resina compuesta de nanorelleno (Filtek™ Z350 XT, 3M ESPE, EE. UU.) en los cuales se midió la microdureza antes y después de aplicar agentes de aclaramiento.

**Tabla 1**

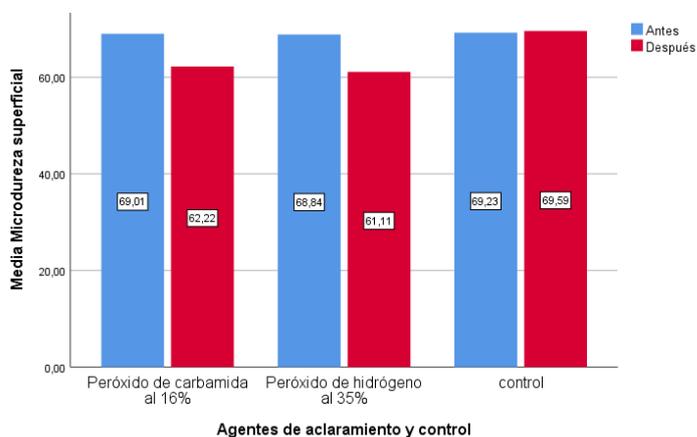
*Microdureza superficial antes y después de aplicar los agentes de aclaramiento y control sobre la resina compuesta.*

Grupo	Peróxido de carbamida 16%	de al	Microdureza superficial antes	Media	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo	t	Valor p*
				69,01	2,17	69,40	65,60	71,70	9,885	<0,001
			Microdureza superficial después	62,22	1,47	62,20	59,70	64,80		
	Peróxido de hidrógeno 35%	de al	Microdureza superficial antes	68,84	2,04	69,00	66,10	72,60	17,420	<0,001
			Microdureza superficial después	61,11	2,15	60,90	58,10	64,90		
	control		Microdureza superficial antes	69,23	2,01	69,10	65,80	73,80	-1,715	0,120
			Microdureza superficial después	69,59	1,79	69,70	66,40	73,00		

\* Prueba T para muestras relacionadas

## Figura 1

*Microdureza superficial antes y después de aplicar los agentes de aclaramiento y control sobre la resina compuesta.*



*Nota.* La microdureza superficial de la resina compuesta antes de la aplicación de peróxido de carbamida al 16% fue  $69,01 \pm 2,17$  y después fue  $62,22 \pm 1,47$ . Con respecto a la aplicación de peróxido de hidrógeno al 35%, la microdureza superficial de la resina compuesta antes fue  $68,84 \pm 2,04$  y después fue  $61,11 \pm 2,15$ . Por último, con respecto al control la microdureza superficial de la resina compuesta antes fue  $69,23 \pm 2,01$  y después fue  $69,59 \pm 1,79$ . Además, la diferencia antes y después de la aplicación del peróxido de carbamida al 16% fue estadísticamente significativa al igual que en el peróxido de hidrógeno al 35% ( $<0,001$ ).

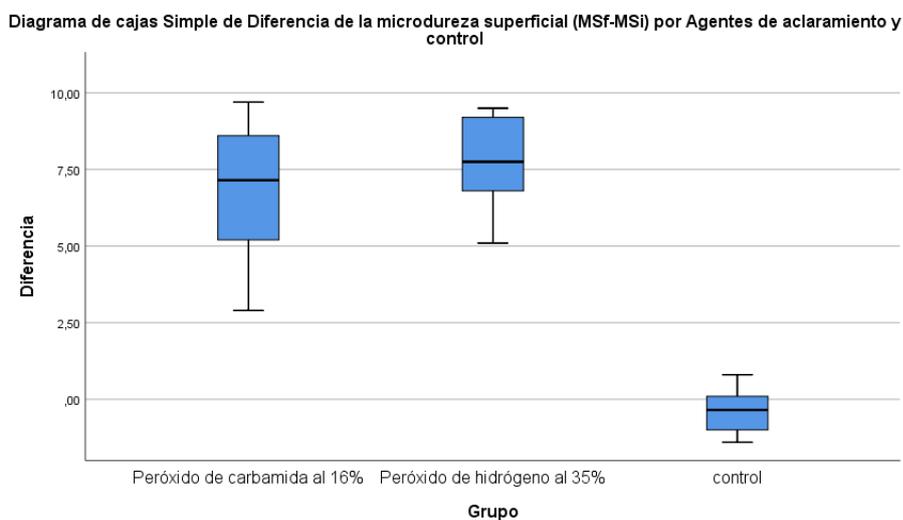
**Tabla 2**

*Valores de la diferencia de microdureza superficial antes y después de aplicar los agentes de aclaramiento y control sobre la resina compuesta.*

		Media	Desv.	Desv.	95% del intervalo de confianza para la media			
n		(MS <sub>f</sub> - MS <sub>i</sub> )	Desviación	Error	Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
Peróxido de carbamida al 16%	de 10	6,79	2,17	0,68	5,23	8,34	2,90	9,70
Peróxido de hidrógeno al 35%	de 10	7,73	1,40	0,44	6,72	8,73	5,10	9,50
control	10	-0,36	0,66	0,20	-0,83	0,11	-1,40	0,80

**Figura 2**

*Valores de la diferencia de microdureza superficial antes y después de aplicar los agentes de aclaramiento y control sobre la resina compuesta.*



*Nota.* La diferencia de microdureza superficial antes y después de aplicar el peróxido de carbamida al 16% fue  $6,79 \pm 2,17$  con un mínimo de 2,9 y un máximo de 9,70. Por otro lado, la diferencia de microdureza superficial antes y después de aplicar el peróxido de hidrógeno al 35% fue  $7,73 \pm 1,4$  con un mínimo de 5,1 y un máximo de 9,5.

**Tabla 3**

*Comparación de los valores antes, después y diferencia de la microdureza superficial de la resina compuesta sometida a agentes de aclaramiento y control.*

Grupo	Microdureza superficial (MS <sub>i</sub> )	Microdureza antes		Microdureza superficial después		Diferencia (MS <sub>f</sub> - MS <sub>i</sub> )		F	Valor p*
		Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar		
Peróxido de carbamida al 16%	69,01	2,17	62,22	1,47	6,79	2,17	82,387	<0,001	
Peróxido de hidrógeno al 35%	68,84	2,04	61,11	2,15	7,73	1,40			
control	69,23	2,01	69,59	1,79	-0,36	0,66			

\*Prueba ANOVA de una vía

*Nota.* Luego de la comparación del promedio de la diferencia de la microdureza antes y después de la aplicación de los agentes de aclaramiento y control se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa (<0,001) entre estos grupos con la prueba de ANOVA.

**Tabla 4**

*Efecto de dos agentes de aclaramiento sobre la microdureza superficial de una resina compuesta*

Agentes de aclaramiento		Valor p*
Peróxido de carbamida al 16%	Peróxido de hidrógeno al 35%	0,374
	control	<0,001
Peróxido de hidrógeno al 35%	Peróxido de carbamida al 16%	0,374
	control	<0,001
control	Peróxido de carbamida al 16%	<0,001
	Peróxido de hidrógeno al 35%	<0,001

\* Prueba post hoc de Tukey

*Nota.* Luego de aplicar la prueba post hoc de Tukey se pudo obtener diferencias estadísticamente significativas entre el peróxido de carbamida al 16% y el control (<0,001); así como también entre el peróxido de hidrógeno al 35% y el control (<0,001).

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El aclaramiento dental es uno de los tratamientos dentales estéticos más populares que conserva la estructura del diente, en la actualidad se llevan a cabo con una gama de productos aclaradores los cuales pueden generar alteraciones en la microdureza superficial de las resinas compuestas presentes en boca (Carey, 2014).

En el presente estudio se encontró que la microdureza superficial de la resina compuesta antes de la aplicación de peróxido de carbamida al 16% fue mayor que después de la aplicación de este y con respecto a la aplicación de peróxido de hidrógeno al 35%, la microdureza superficial de la resina compuesta antes fue mayor que después de la aplicación de este agente aclarador. Por último, con respecto al grupo control la microdureza superficial de la resina compuesta antes de la aplicación del agente aclarador no tuvo mucha variación con la microdureza después de la aplicación del este. Además, la diferencia antes y después de la aplicación del peróxido de carbamida al 16% fue estadísticamente significativa al igual que en el peróxido de hidrógeno al 35%. Coincidiendo con el estudio de Mohammadi et al. (2020) en el cual el tiempo de curado, el método de blanqueo y el efecto acumulativo de estas dos variables afectaron significativamente la microdureza de la resina compuesta microhíbrida, se realizó la misma metodología del presente estudio, pero usando como agentes blanqueadores al peróxido de carbamida al 15 % y al peróxido de hidrógeno al 40 %.

También hay coincidencias en los resultados con el estudio de Francis et al. (2017) en los cuales al aplicar los métodos de blanqueamiento con peróxido de carbamida al 10 y al 20%, se disminuyó la microdureza superficial de las resinas compuestas analizadas (X-tra fill Bulk Fill y Tetric EvoCeram Bulk Fill) probablemente este resultado se deba a que se aplicó una metodología parecida.

Encontramos que también hubieron coincidencias en los resultados con el estudio de Atiq et al. (2021) en el cual se encontró una reducción significativa en la microdureza del composite microhíbrido (Denfil™, Vericom, Korea) después del aclaramiento con peróxido de hidrógeno al 35%, pero se encontró una pequeña reducción en el composite de nanorrelleno (Filtek™ Z350 XT, 3M ESPE, EE. UU.), también se encontró una pequeña reducción de la microdureza en el composite microhíbrido con el peróxido de carbamida al 16 %, pero no se encontró ninguna reducción en el composite de nanorrelleno a pesar de que en ambos estudios se usó la misma marca de resina compuesta de nanorelleno (Filtek™ Z350 XT, 3M ESPE, EE. UU.), probablemente debido a la similar metodología.

Asimismo, los resultados del presente estudio, no concuerdan con el estudio de Fernandes et al. (2020), en el cual se obtuvo como resultado que el tratamiento con peróxido de hidrógeno al 35% y con peróxido de carbamida al 16 % no alteraron significativamente la dureza de las resinas compuestas, probablemente a que en estos estudios se usó otra marca de resina (Opallis) en las muestras a parte de la Filtek Supreme XT ya usada, con muestras de distinto diámetro y espesor, además de usar una irradiación de  $650 \text{ mW/cm}^2$ , intensidad distinta a la utilizada en el presente estudio.

Las limitaciones de este estudio son la extrapolación de los resultados de un estudio in vitro es por eso que estos resultados deben interpretarse con cautela. Se espera que la función remineralizante de la saliva reduzca los efectos adversos del pH bajo cuando los dientes están en uso en la cavidad oral. Por lo tanto, cuanto más se pueda simular las condiciones intraorales, se obtendrán mejores resultados que se puedan extrapolar a otras poblaciones objetivo.

Es por ello que la presente investigación tuvo como objetivo comparar el efecto de dos agentes de aclaramiento sobre la microdureza superficial de una resina compuesta.

## VI. CONCLUSIONES

- Se encontraron diferencias entre la microdureza del agente de aclaramiento de peróxido de carbamida al 16% y el control; así como también entre el peróxido de hidrógeno al 35% y el control.
- La microdureza de la resina compuesta fue influenciada después de la aplicación del peróxido de carbamida al 16% y del peróxido de hidrógeno al 35%.
- La mayor reducción de microdureza se observó en el grupo al que se le aplicó el agente de aclaramiento de peróxido de hidrógeno al 35%.
- Se encontraron diferencias entre las microdurezas de la resina compuesta después de la aplicación de los dos agentes de aclaramiento y el control.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se deben realizar estudios clínicos longitudinales y evaluaciones de seguimiento clínico para evaluar el desempeño a largo plazo de estos materiales de restauración después de procedimientos estéticos que involucran agentes blanqueadores.
- Se sugiere realizar estudios posteriores que se realicen en condiciones muy similares a las condiciones clínicas para evaluar los efectos de diferentes tiempos de curado con diferentes unidades de fotopolimerización sobre diferentes materiales de resinas compuestas.
- Se deben ejecutar estudios in vivo con diferentes concentraciones de agentes blanqueadores en las mismas condiciones que tiene la cavidad oral para evaluar la microdureza de las resinas compuestas y así poder analizar valores más precisos y directos.
- Se debe informar al paciente que después de usar agentes blanqueadores que existen algunas posibilidades de reemplazo para la restauración existente.

## VIII. REFERENCIAS

- Abbott, P.V. (1997). Aesthetic considerations in endodontics: internal bleaching. *Pract Periodontics Aesthet Dent*, 9, 833-842.
- Al-Angari, S. S., Eckert, G. J. y Sabrah, A. (2021). Color stability, Roughness, and Microhardness of Enamel and Composites Submitted to Staining/Bleaching Cycles. *The Saudi dental journal*, 33(4), 215–221. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2020.08.003>
- Almas, K., Al-Harbi, M. y Al-Gunaim, M. (2003). The effect of a 10% carbamide peroxide home bleaching system on the gingival health. *The journal of contemporary dental practice*, 4(1), 32–41.
- Arends, J., Jongebloed, W. L., Goldberg, M. y Schuthof, J. (1984). Interaction of urea and human enamel. *Caries research*, 18(1), 17–24. <https://doi.org/10.1159/000260742>
- Ari, H. y Ungor, M. (2002). In vitro comparison of different types of sodium perborate used for intracoronal bleaching of discoloured teeth. *Int Endod J*, 35(5), 433-6.
- Atiq, T., Farrukh, M., Khurram, M., Irfan, F., Barkaat, H. y Iqbal, S. (2021). Effects of Two Different Bleaching Agents on the Microhardness of Composite. *Pakistan Journal of Medicine and Dentistry*, 10(4), 11–16.
- Baldión, P. (2013). Influence of post-bleaching time on a composite resin bond strength to enamel. *Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Antioquia*, 25(1), 92-116.
- Basting, R. T., Fernández Y Fernandez, C., Ambrosano, G. M. y de Campos, I. T. (2005). Effects of a 10% carbamide peroxide bleaching agent on roughness and microhardness of packable composite resins. *Journal of esthetic and restorative dentistry: official*

*publication of the American Academy of Esthetic Dentistry*, 17(4), 256–263.  
<https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2005.tb00124.x>

Beun, S., Glorieux, T., Devaux, J., Vreven, J. y Leloup, G. (2007). Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials*, 23(1), 51–59.  
<https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.12.003>

Bowles, W. H. y Ugwuneri, Z. (1987). Pulp chamber penetration by hydrogen peroxide following vital bleaching procedures. *Journal of endodontics*, 13(8), 375–377.  
[https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(87\)80196-6](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(87)80196-6)

Carey, C. M. (2014). Tooth whitening: what we now know. *The journal of evidence-based dental practice*, 14, 70–76. <https://doi.org/10.1016/j.jebdp.2014.02.006>

Chng, H., Ramli, H., Yap, A. y Lim, C. (2005). Effect of hydrogen peroxide on intertubular dentine. *Journal of Dentistry*, 33, 363-369.

Efeoglu, N., Wood, D. y Efeoglu, C. (2005). Microcomputerised tomography evaluation of 10 % carbamide peroxide applied to enamel. *Journal Dentistry*, 33, 561-567.

Fasanaro, T. S. (1992). Bleaching teeth: history, chemicals, and methods used for common tooth discolorations. *Journal of esthetic dentistry*, 4(3), 71–78.  
<https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.1992.tb00666.x>

Fernandes, R. A., Strazzi-Sahyon, H. B., Suzuki, T., Briso, A. y Dos Santos, P. H. (2020). Effect of dental bleaching on the microhardness and surface roughness of sealed composite resins. *Restorative dentistry & endodontics*, 45(1), 1-8.  
<https://doi.org/10.5395/rde.2020.45.e12>

- Ferracane, J. L. (2011). Resin composite--state of the art. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials*, 27(1), 29–38.  
<https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.020>
- Francis, G., Pradeep, K., Ginjupalli, K. y Saraswathi, V. (2017). Effects of bleaching agents on the microhardness and surface roughness of bulk fill composites. *World Journal of Dentistry*, 8(3), 196-201. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10015-1437>
- Hanks, C. T., Fat, J. C., Wataha, J. C. y Corcoran, J. F. (1993). Cytotoxicity and dentin permeability of carbamide peroxide and hydrogen peroxide vital bleaching materials, in vitro. *Journal of dental research*, 72(5), 931–938.  
<https://doi.org/10.1177/00220345930720051501>
- Hernández, R., Fernandez, C. y Baptista P. (2014). *Metodología de la investigación* McGrawHill.
- Hess, W.T. (1995). Kirk-Othmer encyclopedia of Chemical technology. Wiley.
- Hossam, A. E., Rafi, A. T., Ahmed, A. S. y Sumanth, P. C. (2013). Surface topography of composite restorative materials following ultrasonic scaling and its Impact on bacterial plaque accumulation. An in-vitro SEM study. *Journal of international oral health: JIOH*, 5(3), 13–19.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3769865/pdf/jioh-05-03-013.pdf>
- Ilie, N. y Hickel, R. (2009). Investigations on mechanical behaviour of dental composites. *Clinical oral investigations*, 13(4), 427–438.  
<https://doi.org/10.1007/s00784-009-0258-4>

- Ilie, N. y Hickel, R. (2009). Macro-, micro- and nano-mechanical investigations on silorane and methacrylate-based composites. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials*, 25(6), 810–819. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.02.005>
- Ilie, N. y Hickel, R. (2011). Resin composite restorative materials. *Australian dental journal*, 56(1), 59–66. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2010.01296.x>
- Kalia, Y. N. y Guy, R. H. (2001). Modeling transdermal drug release. *Advanced drug delivery reviews*, 48(2-3), 159–172. [https://doi.org/10.1016/s0169-409x\(01\)00113-2](https://doi.org/10.1016/s0169-409x(01)00113-2)
- Kim, E. (2005). The increment of the popularity of the dental bleaching. *Journal of dimensions of dental higiene*, 3(11), 30-31.
- Klapdohr, S. y Moszner, N. (2005). New inorganic components for dental filling composites. *Monatsh Chem*, 136, 21–45. <https://doi.org/10.1007/s00706-004-0254-y>
- Kwon, S. R., Wertz, P. W., Li, Y. y Chan, D. C. (2012). Penetration pattern of rhodamine dyes into enamel and dentin: confocal laser microscopy observation. *International journal of cosmetic science*, 34(1), 97–101. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2494.2011.00688.x>
- Kwon, S. R. y Wertz, P. W. (2015). Review of the Mechanism of Tooth Whitening. *Journal of esthetic and restorative dentistry: official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry*, 27(5), 240–257. <https://doi.org/10.1111/jerd.12152>
- Lozada, O. y Care, C. (2000) Riesgos y beneficios del blanqueamiento dental. *Acta Odontológica Venezolana*, 38(1), 14-17.

- Malkondu, Ö., Yurdagüven, H., Say, E. C., Kazazoğlu, E. y Soyman, M. (2011). Effect of bleaching on microhardness of esthetic restorative materials. *Operative dentistry*, 36(2), 177–186. <https://doi.org/10.2341/10-078-L>
- Matis, B. A. (2000). Degradation of gel in tray whitening. *Compendium of continuing education in dentistry*, 28, 28–S49.
- Mohammadi, N., Alavi, F. N., Rikhtehgaran, S., Chaharom, M., Salari, A., Kimyai, S. y Bahari, M. (2020). Effect of Bleaching Method and Curing Time on the Surface Microhardness of Microhybrid Composite Resin. *Maedica*, 15(3), 359–364. <https://doi.org/10.26574/maedica.2020.15.3.359>
- Mourouzis, P., Koulaouzidou, E. A. y Helvatjoglu-Antoniades, M. (2013). Effect of in-office bleaching agents on physical properties of dental composite resins. *Quintessence international (Berlin, Germany: 1985)*, 44(4), 295–302. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a29154>
- Mujdeci, A. y Gokay, O. (2006). Effect of bleaching agents on the microhardness of tooth-colored restorative materials. *The Journal of prosthetic dentistry*, 95(4), 286–289. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2006.01.010>
- Okte, Z., Villalta, P., García-Godoy, F., Lu, H. y Powers, J. M. (2006). Surface hardness of resin composites after staining and bleaching. *Operative dentistry*, 31(5), 623–628. <https://doi.org/10.2341/05-124>
- Plotino, G., Buono, L., Grande, N. M., Pameijer, C. H. y Somma, F. (2008). Nonvital tooth bleaching: a review of the literature and clinical procedures. *Journal of endodontics*, 34(4), 394–407. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.12.020>

- Ramírez-Vargas, G. G., Medina Y Mendoza, J. E., Aliaga-Mariñas, A. S., Ladera-Castañeda, M. I., Cervantes-Ganoza, L. A. y Cayo-Rojas, C. F. (2021). Effect of Polishing on the Surface Microhardness of Nanohybrid Composite Resins Subjected to 35% Hydrogen Peroxide: An *In vitro* Study. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry*, 11(2), 216–221. [https://doi.org/10.4103/jispcd.JISPCD\\_9\\_21](https://doi.org/10.4103/jispcd.JISPCD_9_21)
- Roesch, R.L., Peñaflor, F.E., y Navarro, M.R. (2007). Tipos y técnicas de blanqueamiento dental. *Oral*, 8(25), 392-395.
- Schemehorn, B., Gonzáles-Cabezas, C., y Joiner, A. (2004). A SEM evaluation of a 6 % hydrogen peroxide tooth whitening gel on dental material; in vitro. *Journal of Dentistry*, 32, 15-19
- Schwartz, R., Summitt, J. y Robbins, W. (1999). *Fundamentos en Odontología. Un logro contemporáneo*. Actualidades Odontológicas Latinoamericana.
- Soares, D., Ribeiro A., Sacono, N., Soares, R., Hebling, J. y De Souza, C. (2013). Efecto del blanqueamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35% en la resistencia de unión de dientes restaurados con resina compuesta. *Revista de Operatória Dental Biomateriales*, 2, 1-12. <http://hdl.handle.net/11449/125563>
- Suliman, M., Addy, M., Mae Donald, E., y Rees, J. (2005). The bleaching depth of a 35 % hydrogen peroxide based in-office product: a study in vitro. *Journal of Dentistry*, 33, 33-40.
- Wang, L., Francisconi, L. F., Atta, M. T., Dos Santos, J. R., Del Padre, N. C., Gonini, A., Jr, y Fernandes, K. B. (2011). Effect of bleaching gels on surface roughness of nanofilled composite resins. *European journal of dentistry*, 5(2), 173–179.

- Yikilgan, İ., Kamak, H., Akgul, S., Ozcan, S. y Bala, O. (2017). Effects of three different bleaching agents on microhardness and roughness of composite sample surfaces finished with different polishing techniques. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 9(3), e460–e465. <https://doi.org/10.4317/jced.53136>
- Zuryati, A. G., Qian, O. Q., y Dasmawati, M. (2013). Effects of home bleaching on surface hardness and surface roughness of an experimental nanocomposite. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 16(4), 356–361. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.114362>

## IX. ANEXOS

## Anexo A: Ficha de recolección de datos

N	Microdureza superficial de la resina compuesta					
	Grupo I: Peróxido de carbamida al 16%		Grupo II: Peróxido de hidrógeno al 35%		Grupo III: Control	
	Microdureza inicial	Microdureza final	Microdureza inicial	Microdureza final	Microdureza inicial	Microdureza final
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

## Anexo B: Carta de presentación



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**FACULTAD DE  
ODONTOLÓGIA**

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

---

**OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO**

Pueblo Libre, 8 de julio de 2022

**Ingeniero Mecánico**  
**ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN**  
**HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC**  
**Presente .-**

De mi especial consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con la finalidad de presentarle a la Bachiller en Odontología Srta. Laura Elena Reyes Cruz, quien se encuentra realizando el Plan de Tesis titulado:

**« EFECTO DE DOS AGENTES DE ACLARAMIENTO SOBRE LA MICRODUREZA  
SUPERFICIAL DE UNA RESINA COMPUESTA »**

En tal virtud, mucho agradeceré le brinde las facilidades del caso a la Srta. Reyes, a fin de realizar:

- ✓ La medición de microdureza superficial de resinas compuestas frente a los agentes aclaradores – unidades Kg/mm<sup>2</sup>,

Dicha información le permitirá desarrollar su trabajo de investigación.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para renovarle los sentimientos de mi especial consideración.

Atentamente



**DR. FRANCO RAÚL MAURICIO VALENTÍN**  
DECANO



**Dr. AMÉRICO A. MUNAYCO MAGALLANES**  
JEFE  
OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO  
FACULTAD DE ODONTOLÓGIA

Se adjunta: Plan de Tesis

016-2022

NT: 029056 - 2022

AAMM/Luz V.

Calle San Marcos N°351 – Pueblo Libre  
e-mail: ogt.fo@unfv.edu.pe

Telef.: 7480888 - 8335

## Anexo C: Certificado de Laboratorio


**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**LMF - 2021 - 039**

Página 1 de 2

Fecha de emisión: 2021-10-11  
 Fecha de expiración: 2022-10-12  
 Expediente: LMC-2021-0678

**1. SOLICITANTE : HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.**  
 Dirección : Nro. 1319 Int. 116 Urb. Los Jardines de San Juan, Etapa II, San Juan de Lurigancho - Lima - Lima.

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : DURÓMETRO**

Marca : LG  
 Modelo : HV-1000  
 Serie : No Indica  
 Identificación : 8975 (\*)  
 Procedencia : Corea  
 Tipo : Digital  
 Ubicación : No Indica  
 Fecha de Calibración : 2021-10-10

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados del certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

El usuario está en la obligación de recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado y el tiempo de uso del instrumento.

**3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN:**

La calibración se realizó por medición directa y comparativa con patrones calibrados con trazabilidad nacional.

**4. LUGAR DE CALIBRACIÓN:**

En las instalaciones de HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.  
 Nro. 1319 Int. 116 Urb. Los Jardines de San Juan, Etapa II, San Juan de Lurigancho - Lima - Lima.

**5. CONDICIONES AMBIENTALES:**

	Inicial	Final
Temperatura	20,6 °C	20,8 °C
Humedad Relativa	60 % HR	61 % HR

LABORATORIOS MECALAB S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Gerente de Metrología



Firmado digitalmente  
 por Jorge Padilla  
 Fecha: 2021.10.11  
 23:41:41 -05'00'

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE "LABORATORIOS MECALAB S.A.C."

J. Av: Lurigancho N° 1063 Urb. Horizonte de Zárate - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú

© www.inmelab.pe / ventas@inmelab.pe

**6. PATRONES DE REFERENCIA:**

Trazabilidad	Patrón	Marca	Certificado de Calibración
DM-INACAL	Termohigrómetro	Traceable	LH-047-2021 Abril 2021
N.I.S.T.	Bloque patrón de dureza	200 HV	HV L-6
N.I.S.T.	Bloque patrón de dureza	413 HV	HV L-7
N.I.S.T.	Bloque patrón de dureza	744 HV	HV L-8

**7. RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN:****ERROR DE INDICACIÓN**

Condiciones Ambientales			
Inicial	24,3	Final	24,4

Valor Patrón	Indicación	Corrección	Incertidumbre	Unidades
200,0	199,8	0,2	0,13	HV
413,0	412,7	0,3	0,13	HV
744,0	744,2	-0,2	0,13	HV

**ERROR DE REPETIBILIDAD**

Condiciones Ambientales			
Inicial	24,4	Final	24,5

Valor Patrón (HRB)	Indicación (HRB)	Corrección (HRB)
200,0	200,2	-0,2
200,0	200,2	-0,2
200,0	200,2	-0,2
200,0	200,2	-0,2
200,0	200,2	-0,2



**Error de repetibilidad:** 0,20 HRC  
**Incertidumbre:** 0,13 HRC

**8. OBSERVACIONES:**

- (\*) Identificación asignada por HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C., grabada en una etiqueta adherida al instrumento.
- El valor indicado del equipo que se muestra en la tabla, es el promedio de 5 valores medidos.
- La incertidumbre de la medición que se presenta está basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.
- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".

**9. CONCLUSIONES:**

- De las mediciones realizadas se concluye que el instrumento se encuentra **calibrado** debido a que los valores medidos están dentro del rango normal de operación.
- Se recomienda realizar la próxima calibración en un plazo no mayor a un año desde la emisión de la misma.

FIN DEL DOCUMENTO

## Anexo D: Prueba de normalidad

Grupo	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Microdureza Inicial	Peróxido de carbamida al 16%	,153	10	,200*	,934	10	,491
	Peróxido de hidrógeno al 35%	,142	10	,200*	,958	10	,757
	control	,215	10	,200*	,885	10	,147
Microdureza Final	Peróxido de carbamida al 16%	,172	10	,200*	,972	10	,910
	Peróxido de hidrógeno al 35%	,129	10	,200*	,970	10	,891
	control	,146	10	,200*	,976	10	,940
Diferencia	Peróxido de carbamida al 16%	,168	10	,200*	,952	10	,694
	Peróxido de hidrógeno al 35%	,153	10	,200*	,952	10	,692
	control	,133	10	,200*	,979	10	,962

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

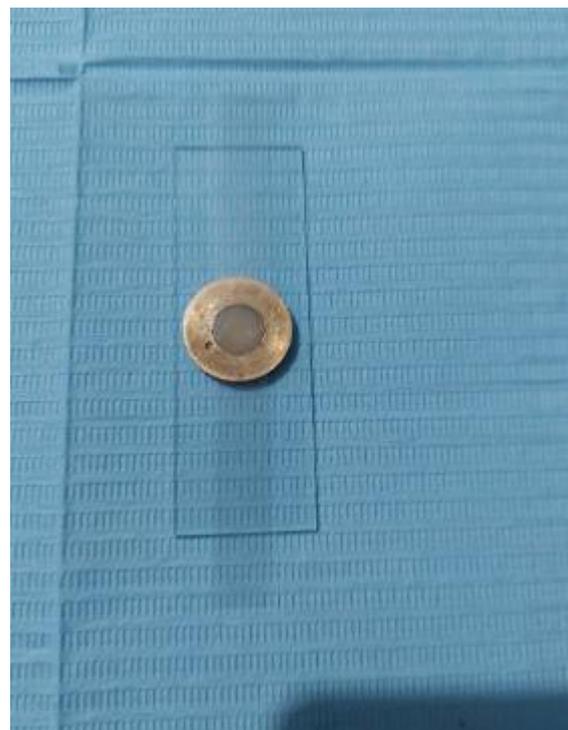
a. Corrección de significación de Lilliefors

## Anexo E: Procedimiento

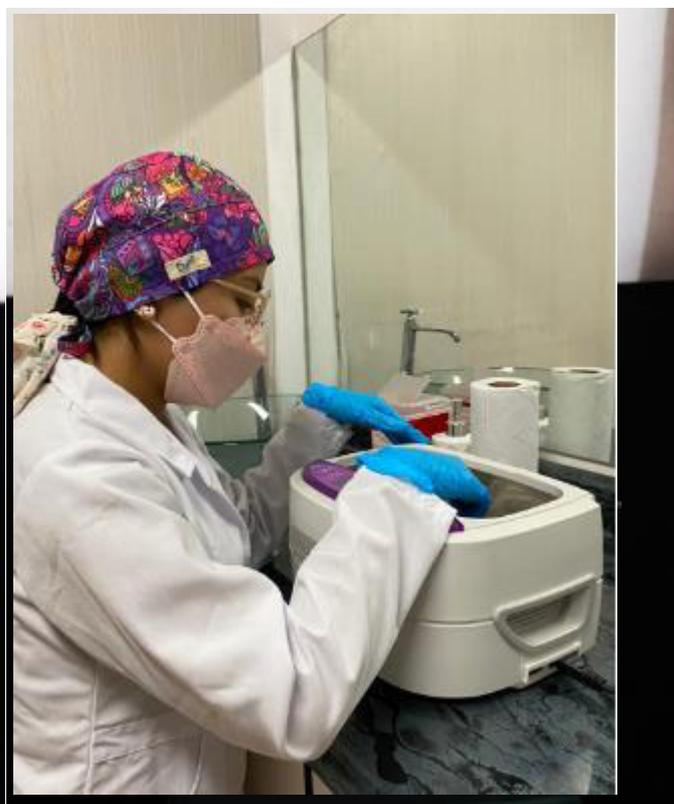
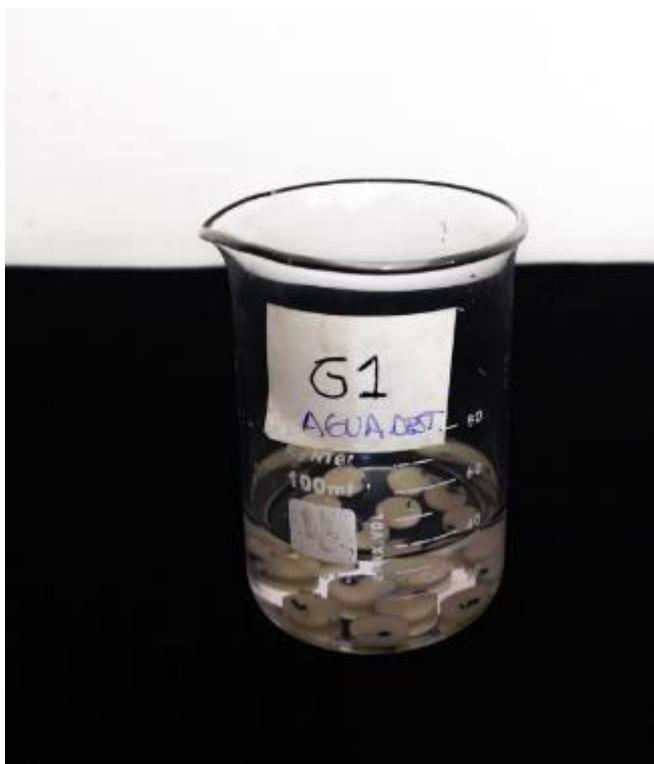
### Materiales para la ejecución de la investigación



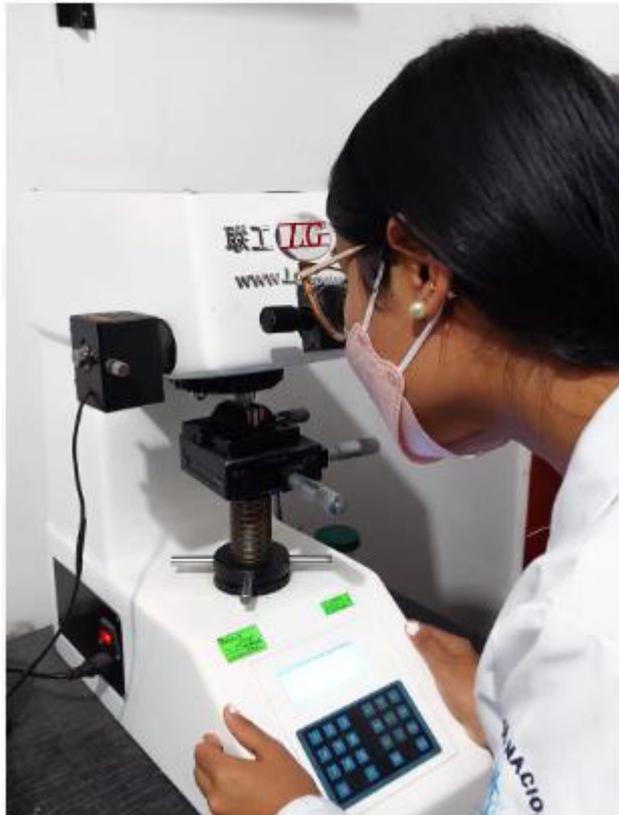
## Confección de los discos de resina compuesta



## Limpieza de los discos de resina con lavadora ultrasónica



## División de los grupos experimentales y medición de la microdureza



Vistas de las indentaciones del microdurómetro sobre los discos de resina

