

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Odontología

Escuela Profesional de Odontología



Efecto del prototipo de la lámpara Lumident en la detección de resinas en dientes extraídos en el Centro Odontológico de la UCSM, Arequipa 2023

Tesis presentada por el Bachiller:

Alosilla Ortiz, Joel Antonio

ORCID: 0000-0002-4507-1588

Para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Asesor (a):

Dr. Salas Rojas, Mónica Hilda Cleofé

ORCID: 0000-0003-2704-7880

Arequipa - Perú

2024

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ODONTOLOGIA

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 05 de Enero del 2024

Dictamen: 009629-C-EPO-2024

Visto el borrador del expediente 009629, presentado por:

2012700091 - ALOSILLA ORTIZ JOEL ANTONIO

Titulado:

**EFEECTO DEL PROTOTIPO DE LA LÁMPARA LUMIDENT EN LA DETECCIÓN DE RESINAS EN
DIENTES EXTRAÍDOS EN EL CENTRO ODONTOLÓGICO DE LA UCSM, AREQUIPA 2023**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**29231712 - VASQUEZ HUERTA ELSA CARMELA
DICTAMINADOR**



**04641311 - TEJADA TEJADA RENAN FERNANDO
DICTAMINADOR**



**29601395 - CACERES BELLIDO LENIA VICTORIA TERESA
DICTAMINADOR**



Efecto del prototipo de la lámpara Lumident en la detección de resinas en dientes extraídos en el Centro Odontológico de la UCSM, Arequipa 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

3%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1 www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet 2%

2 documents.tips Fuente de Internet 1%

3 1library.co Fuente de Internet 1%

4 repositorio.cientifica.edu.pe Fuente de Internet 1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, quienes siempre me han enseñado el valor de la dedicación y el trabajo arduo. Su amor y sacrificio han sido mi luz en este viaje académico. A ustedes, mi eterna gratitud y amor.

AGRADECIMIENTO

Primero y, ante todo, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi asesor, cuya guía, apoyo y experticia fueron invaluable a lo largo de este proyecto. Su paciencia y dedicación no solo me guiaron a través de mi investigación, sino que también me motivaron a perseguir la excelencia y la precisión en todos los aspectos de mi trabajo.

Agradezco profundamente a la Universidad Católica de Santa María, por brindarme la oportunidad de realizar esta investigación y por proporcionar los recursos y el ambiente necesarios para llevar a cabo mi trabajo. A mis compañeros de laboratorio y colegas, gracias por ser una fuente constante de apoyo, aliento e inspiración.

Quisiera expresar mi gratitud a mis padres, y a mi familia, por su amor incondicional, sus oraciones y su inquebrantable creencia en mis capacidades. Sin su apoyo constante y su fe en mí, este viaje no habría sido posible.

Finalmente, pero no menos importante, agradezco a todos los participantes y colaboradores que han sido parte de este estudio, pues sin su participación, esta investigación no habría sido posible.

RESUMEN

El estudio se propuso determinar la capacidad del prototipo de la lámpara LUMIDENT calibrada a una longitud de onda de 395 nm en la detección de resinas en dientes extraídos en el Centro odontológico de la Universidad Católica de Santa María. Se empleó una muestra conformada por 12 piezas dentales y 4 resinas comerciales (FORMA, HERCULITE, 3M, FGM) en tres espesores (0.5, 1 y 1.5 mm). Se evaluó la Luminosidad y visibilidad de las resinas empleando el prototipo de la lámpara LUMIDENT, las pruebas estadísticas, utilizadas fueron ANOVA y Chi cuadrado. Los resultados revelaron variabilidad en la detección de diferentes resinas, se encontró que existen diferencias significativas y asociaciones en la Luminosidad y visibilidad entre las 4 resinas evaluadas. La resina FORMA presentó una luminosidad y visibilidad del 50%, la resina HERCULITE, mostró un incremento significativo de luminosidad y visibilidad al aumentar el espesor a 1,5 mm, pasando de 0% a 50%. La resina 3M exhibió valores bajos de luminosidad y visibilidad 0% y 25%, respectivamente. Finalmente, la resina FGM destacó por su alta luminosidad y visibilidad (100% y 75%). Se concluye que, si bien el prototipo de la lámpara LUMIDENT es capaz de detectar resinas en piezas dentales, la efectividad de la detección está intrínsecamente ligada a las propiedades específicas de las resinas utilizadas.

Palabras clave: Detección de Resinas, Luminosidad Ultravioleta, LUMIDENT.

ABSTRACT

The purpose of the study was to determine the capacity of the prototype of the LUMIDENT lamp calibrated at a wavelength of 395 nm in the detection of resins in extracted teeth at the Dental Center of the Catholic University of Santa Maria. A sample of 12 dental pieces and 4 commercial resins (FORMA, HERCULITE, 3M, FGM) in three thicknesses (0.5, 1 and 1.5 mm) was used. The Luminosity and visibility of the resins were evaluated using the LUMIDENT lamp prototype, the statistical tests used were ANOVA and Chi-square. The results revealed variability in the detection of different resins, it was found that there are significant differences and associations in brightness and visibility between the 4 resins evaluated. The FORMA resin presented a brightness and visibility of 50%, the HERCULITE resin showed a significant increase in brightness and visibility when increasing the thickness to 1.5 mm, going from 0% to 50%. The 3M resin exhibited low brightness and visibility values of 0% and 25%, respectively. Finally, the FGM resin stood out for its high brightness and visibility (100% and 75%). It is concluded that, although the LUMIDENT lamp prototype is capable of detecting resins in dental pieces, the effectiveness of the detection is intrinsically linked to the specific properties of the resins used.

Keywords: Resin Detection, Ultraviolet Illumination, LUMIDENT

ÍNDICE

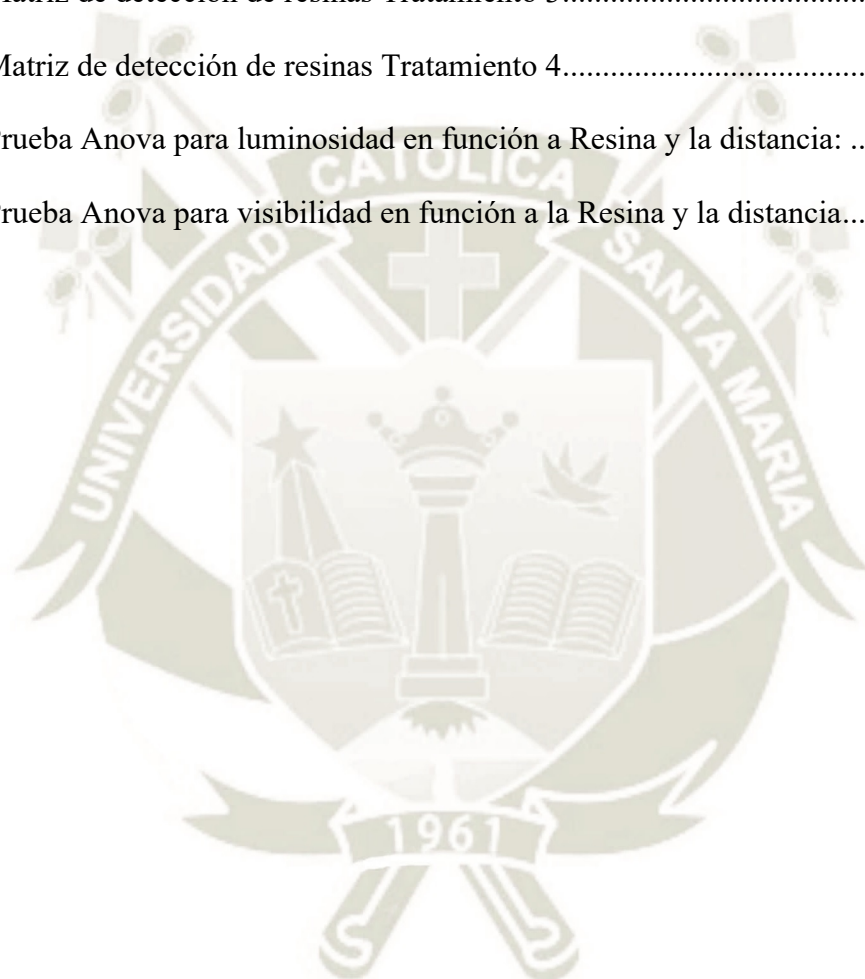
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xi
INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO TEÓRICO	13
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
1.1. Determinación del problema	14
1.2. Enunciado del problema	15
1.3. Descripción del problema.....	16
1.3.1. Área de conocimiento	16
1.3.2. Análisis u operacionalización de variables	16
1.3.3. Interrogantes	16
1.3.4. Taxonomía de la investigación	17
1.4. Justificación	17
2. OBJETIVOS	18
3. MARCO TEÓRICO	18
3.1. Marco conceptual.....	18
3.1.1. Tejido dental	18
3.1.2. Esmalte	19
3.1.3. Dentina	20
3.1.4. Cemento dental	22
3.1.5. Pulpa dental	23
3.1.6. Propiedades físicas	24
3.1.6.1. Color	24
3.1.7. Resinas	24
3.1.7.1. Composición	25
3.1.7.2. Matriz orgánica	25
3.1.7.3. Relleno inorgánico	26
3.1.8. Propiedades de las resinas	27
3.1.8.1. Fluorescencia	27
3.1.8.2. Opalescencia	29

3.1.8.3. Sorción acuosa.....	29
3.1.8.4. Contracción de Polimerización	29
3.1.8.5. Solubilidad	29
3.1.8.6. Textura Superficial	30
3.1.8.7. Resistencia a la compresión	30
3.1.8.8. Radiopacidad.....	30
3.1.8.9. Color	30
3.1.9. Luminosidad en las resinas	31
3.1.10. Evaluación de Fluorescencia en resinas compuestas.....	31
3.1.11. Adhesión de la dentina al tejido dental	32
3.11.2.1. Adhesión en Dentina Peritubular.....	34
3.11.2.2. Adhesión en Dentina Intratubular.....	35
3.11.2.3. Adhesión en Dentina Extratubular.....	35
3.1.12. Espacio de color CIELab	35
3.1.13. Fotografía digital.....	36
3.1.13.1. Dosímetro.....	37
3.1.13.2. Fuentes de luz.....	37
3.2. Análisis de antecedentes investigativos.....	38
3.2.1. Antecedentes internacionales	38
3.2.2. Antecedentes nacionales	42
3.2.3. Antecedentes locales.....	44
3.4. Diseño de prototipo LUMIDENT.....	45
3.5. Especificaciones Técnicas	45
3.6. Diseño y Ergonomía	46
3.7. Funcionalidad y Uso	46
4. HIPÓTESIS.....	46
CAPÍTULO II PLANTEAMIENTO OPERACIONAL	48
2. TÉCNICA, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN.....	49
2.1. Técnica.....	49
2.1.1. Precisión de la técnica.....	49
2.1.2. Esquematación:.....	49
2.1.3. Descripción de la técnica	49
2.1.3.1. Preparación del diente sano	49
2.1.3.2. Apertura de orificios en el diente	49
2.1.3.3. Colocación de los tipos de resina	50
2.1.3.4. Identificación de la resina con la lámpara LUMIDENT	50
2.1.3.5. Registro fotográfico.....	50

2.1.3.6. Análisis de fotos.....	50
2.2. Instrumentos	51
2.2.1. Instrumento documental	51
3. CAMPO DE VERIFICACIÓN	54
3.1. Ubicación espacial	54
3.2. Ubicación temporal	54
3.3. Unidades de estudio	54
3.3.1. Unidades de Análisis.....	54
3.3.2. Manejo Metodológico de las Unidades de Análisis	54
4. ESTRATEGIAS DE RECOLECCIÓN	55
4.1. Organizador	55
4.2. Estrategia para manejar los resultados	55
4.2.1. Plan de procesamiento de los datos.....	55
4.3. Tipo de procesamiento.....	56
4.3. Operaciones del procesamiento.....	57
4.4. Plan de análisis de datos.....	57
4.4.1. Tipo de análisis.....	57
CAPITULO III RESULTADOS	58
Elaboración de la matriz de detección de resina:	59
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	70
DISCUSIÓN.....	72
CONCLUSIONES	74
RECOMENDACIONES	75
REFERENCIAS	76
ANEXOS:.....	80
Anexo 1. Interpretación de matriz.....	81
Anexo 2. Procedimiento y registro fotográfico de las piezas dentales.....	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tabla de tratamientos	56
Tabla 2 Matriz de datos	59
Tabla 3 Matriz de detección de resinas Tratamiento 1	62
Tabla 4 Matriz de detección de resinas Tratamiento 2.....	64
Tabla 5 Matriz de detección de resinas Tratamiento 3.....	66
Tabla 6 Matriz de detección de resinas Tratamiento 4.....	68
Tabla 7 Prueba Anova para luminosidad en función a Resina y la distancia:	70
Tabla 8 Prueba Anova para visibilidad en función a la Resina y la distancia.....	71



ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Prototipo LUMIDENT	45
Gráfico 2 Resinas utilizadas en la fase experimental	82
Gráfico 3 Piezas dentales utilizadas	83
Gráfico 4 Resina Forma a 0.5 mm	84
Gráfico 5 Resina Forma a 1 mm	85
Gráfico 6 Resina Forma a 1.5 mm	87
Gráfico 7 Resina Herculite a 0.5 mm	89
Gráfico 8 Resina Herculite a 1 mm	91
Gráfico 9 Resina Herculite a 1.5 mm	93
Gráfico 10 Resina 3M a 0.5 mm	95
Gráfico 11 Resina 3M a 1 mm	96
Gráfico 12 Resina 3M a 1.5 mm	97
Gráfico 13 Resina FGM a 0.5 mm	99
Gráfico 14 Resina FGM a 1 mm	100
Gráfico 15 Resina FGM a 1.5 mm	101

INTRODUCCIÓN

La odontología restaurativa ha experimentado avances notables en las últimas décadas, particularmente en el desarrollo de resinas compuestas que se utilizan ampliamente para una variedad de aplicaciones clínicas debido a sus propiedades estéticas y funcionales favorables. La capacidad de identificar y evaluar estas resinas compuestas en el tejido dental es crucial tanto en el ámbito de la formación odontológica como en la práctica clínica para asegurar restauraciones duraderas y estéticamente agradables. En este contexto, la lámpara LUMIDENT surge como un prototipo innovador diseñado para mejorar la detección de resinas en el tejido dental a través de la Luminosidad calibrada a una longitud de onda de 395nm.

Este estudio busca explorar la efectividad del prototipo de la lámpara LUMIDENT en la detección de resinas en dientes extraídos en el Centro odontológico de la UCSM, así como evaluar el porcentaje de detección de resinas compuestas en el tejido dental. La detección de resinas es un elemento crítico, especialmente en contextos clínicos y educativos, donde la identificación precisa y la remoción de resinas antiguas o temporales es imperativa para garantizar restauraciones de alta calidad y durabilidad.

La necesidad de una herramienta eficaz para la detección de resinas se ve respaldada por una serie de investigaciones anteriores que han explorado la estabilidad, cromatismo, fluorescencia, y otros aspectos relevantes de las resinas compuestas en diferentes contextos y condiciones. A pesar de los numerosos estudios en esta área, existe un vacío en la literatura respecto a la utilización de herramientas específicas, como la lámpara LUMIDENT, para la detección de resinas en un entorno clínico y educativo.

El presente trabajo se enfoca en determinar la capacidad del prototipo de la lámpara LUMIDENT en la detección de resinas, analizando la visibilidad e Luminosidad de diferentes tipos de resinas bajo la luz ultravioleta proporcionada por la lámpara. A través de un análisis exhaustivo y pruebas estadísticas, se busca identificar diferencias significativas y asociaciones entre las resinas y las variables de estudio, proporcionando insights valiosos que puedan informar futuras prácticas y desarrollos en el campo de la odontología restaurativa.

Este estudio no solo busca contribuir al cuerpo existente de literatura en el campo de la odontología restaurativa, sino también ofrecer un recurso y una guía valiosa para los profesionales y educadores en odontología y más allá, ayudándoles a navegar los desafíos de la detección de resinas con la ayuda de la tecnología LUMIDENT.



CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Determinación del problema

La comunidad odontológica lleva mucho tiempo buscando soluciones a todas las posibles enfermedades bucodentales con el objetivo de mantener el mayor número posible de dientes en la boca durante el mayor tiempo posible, es así que cada vez se han encontrado soluciones viables a través del empleo de diversos materiales de obturación (1), en base a las necesidades estéticas y funcionales del paciente, siendo las técnicas aditivas con el empleo de las resinas compuestas una de las mejores alternativas, por brindar mayores ventajas en cuanto a resistencia y estética para procedimientos restauradores, y también en cuanto a costo se refiere (2).

Las resinas actuales constan de una matriz orgánica y partículas de relleno inorgánicas químicamente distintas que se unen al recubrirlas con silano, lo que proporciona unas propiedades mecánicas óptimas útiles para la restauración dental (3), también es útil desde el punto de vista estético, ya que se mantiene la similitud de color entre el esmalte y la resina.

Pasado el tiempo las piezas dentales restauradas pueden dañarse por filtración lo que genera la necesidad de volver a aplicar una nueva resina, requiriéndose la eliminación total del material anteriormente usado, sin embargo, dada la gran similitud entre el tejido dental y la resina, se dificulta el proceso de remoción pudiendo incurrirse en errores como la iatrogenia, donde se pueden remover parte del tejido dental sano al confundirse con la resina colocada en un tratamiento anterior, Los cambios en el esmalte causados por los aparatos rotatorios son irreversibles y pueden provocar un aumento de las cicatrices e irregularidades superficiales. Como el dentista tratante puede confundir la restauración con tejido dental sano, ahora es necesario un procedimiento para eliminar minuciosamente cualquier resto de resina del tratamiento anterior del paciente.

Cabe señalar que las resinas poseen propiedades ópticas, siendo que estas son las que hacen posible la similitud de la resina con las piezas dentales como la translucidez, la opalescencia y fluorescencia dental. Para imitar esta fluorescencia,

varias empresas han incorporado varios compuestos, denominados fluoróforos, con el objetivo de reproducir el comportamiento de los dientes, sobre todo en entornos ricos en rayos UV.

Esta propiedad es importante porque en las resinas compuestas actuales se especifica que poseen fluorescencia parecida al diente, pudiendo esta llegar a diferenciarse según la longitud de onda ya que el color de las piezas dentales difiere ligeramente de este material, siendo la luminiscencia la principal propiedad por la que se puede diferenciar el color; con lo cual se podría encontrar una posible alternativa que favorezca el desarrollo de tratamiento de remoción de resina más cuidadosos con el paciente y sencillos de emplear por los odontólogos, sin embargo, se requeriría realizarse una evaluación que permita identificar si las resinas pueden identificarse de forma diferenciada del tejido dental.

Considerando ello, se planteó la creación de un prototipo basado en el uso de estos principios que brinden a los odontólogos herramientas útiles para la detección rápida de resinas. Este elemento de autoría propia pretende facilitar la práctica odontológica, y su construcción constituye el resultado de muchos años de investigación realizados por el investigador del presente proyecto, que busca la innovación como clave para el desarrollo tecnológico de la ciencia de interés.

1.2. Enunciado del problema

EFFECTO DEL PROTOTIPO DE LA LÁMPARA LUMIDENT EN LA DETECCIÓN DE RESINAS EN DIENTES EXTRAÍDOS EN EL CENTRO ODONTOLOGICO DE LA UCSM, AREQUIPA 2023

1.3. Descripción del problema

1.3.1. Área de conocimiento

- a. **General:** Ciencias de la Salud
- b. **Área Específica:** Odontología
- c. **Especialidad:** Estética dental
- d. **Línea o Tópico:** Materiales dentales: Prototipo de la Lámpara LUMIDENT

1.3.2. Análisis u operacionalización de variables

VARIABLES	INDICADORES	SUBINDICADORES
Lámpara “LuminDent”	<ul style="list-style-type: none"> • Longitud de onda 	395 nm de longitud de onda
Detección de resinas	<ul style="list-style-type: none"> • Luminosidad • Visibilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Baja • Media • Alta Difícil 0% Poco Visible 25% Visible 50% Muy Visible 75% Extremadamente visible 100%

1.3.3. Interrogantes

¿Cómo determinar la capacidad del prototipo de la lámpara LUMIDENT calibrada a una longitud de onda de 395 nm en la detección de resinas en dientes extraídos en el Centro odontológico de la UCSM?

¿Cómo identificar el porcentaje de detección de resina que tiene el prototipo de la lámpara LUMIDENT para detectar resinas compuestas en el tejido dental?

1.3.4. Taxonomía de la investigación

ABORDAJE	TIPOS DE ESTUDIO					DISEÑO	NIVEL
	Por la técnica de recolección	Por el tipo de dato	Por el número de mediciones de la variable	Por el número de muestras	Por el ámbito de recolección		
Cuantitativo	Observacional	Prospectivo	Transversal	Descriptivo	De campo	Experimental	Descriptivo

1.4. Justificación

La investigación justifica por las siguientes razones:

- a. **Relevancia :** Durante la remoción de resinas compuestas, se presentan diversas dificultades por ser un material que se asemeja al tejido dental común, requiriéndose de tratamiento más meticulosos para evitar dañar el tejido sano, es así que en base a la propiedad de las resinas de responder a la luz UV, se pueden diseñar una solución viable para mejorar el proceso de remoción de resinas lo cual resultará beneficioso para el paciente y para el odontólogo tratante que podrá remover de forma correcta el material.
- b. **Actualidad:** El proceso de remoción de resina es habitual en la práctica odontológica y requiere un tratamiento eficaz para proteger la integridad del tejido dental del paciente, y este estudio contribuye a resolver las dificultades encontradas en el proceso de remoción, dado que al elaborar un prototipo original para la detección de resinas se asegurarán prácticas clínicas que aseguren el cuidado dental.
- c. **Originalidad:** El presente estudio pretende identificar la capacidad de la luz ultravioleta para detectar las resinas compuestas a través de un prototipo que constituirá un diseño de modelación que pretenda identificar su viabilidad en el proceso de remoción, siendo este un diseño propio resultado de los años de trabajo y experiencia del investigador.
- d. **Interés personal:** De forma personal el estudio tiene como fin lograr mi

titulación como profesional; también surge el interés de crear publicidad del prototipo como herramienta aplicable a la práctica clínica.

2. OBJETIVOS

Determinar la capacidad del prototipo de la lámpara LUMIDENT calibrada a una longitud de onda de 395 nm en la detección de resinas en dientes extraídos en el Centro odontológico de la UCSM.

Identificar el porcentaje de detección de resina que tiene el prototipo de la lámpara LUMIDENT para detectar resinas compuestas en el tejido dental.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Marco conceptual

3.1.1. Tejido dental

Los dientes se encuentran en la cavidad oral y son esenciales para triturar y desintegrar los alimentos. Los dientes están unidos a los maxilares superior e inferior (mandíbula) y están contenidos dentro del llamado proceso alveolar por una prolongación llamada raíz. Existen diferentes tipos de dientes, denominados según su forma y posición. En los humanos adultos, cada mandíbula tiene dos incisivos internos, dos incisivos externos, dos caninos, cuatro premolares y seis molares. Los incisivos están especializados en cortar, los molares en triturar y los caninos en rechinar (4).

En el ser humano, a los seis meses de edad se forma una fila o hilera de dientes deciduos o de leche (20 dientes en total), que son sustituidos por los dientes permanentes entre los seis y los 13 años, que permanecen hasta la edad adulta (5). Desde un punto de vista macroscópico, los dientes tienen dos partes: una invisible (raíz) insertada en el alvéolo óseo y otra saliente denominada corona. Los incisivos, caninos y premolares, a excepción del primer molar del maxilar, tienen una sola raíz. Las raíces de los molares son triples y a veces cuádruples. La unión entre la corona y la raíz se denomina cérvix. Al microscopio, los dientes tienen capas de un material duro especial (6).

3.1.2. Esmalte

El esmalte es un tejido mineralizado derivado del ectodermo que procede del epitelio interno del órgano del esmalte, y las células que producen este tejido son los ameloblastos. Los ameloblastos son las células responsables de la función de fabricar, dar forma y organizar el esmalte, un proceso conocido como amelogénesis. Son responsables de la síntesis y secreción de la matriz del esmalte. Sin embargo, el tejido maduro es acelular y no tiene capacidad regenerativa. Otras características son la ausencia de vasos sanguíneos e inervación y la incapacidad para percibir estímulos térmicos, químicos y mecánicos (7).

Es la única estructura mineral derivada del epitelio, no del tejido conjuntivo. Se considera la parte más dura del cuerpo, ya que está compuesta por un 99% de fosfato de calcio en forma de cristales de hidroxiapatita. La parte más gruesa del diente es la expuesta para el tallado, que en los humanos es de 2,5 mm. La raíz del diente no tiene esmalte, por lo que el esmalte es la superficie de la zona conocida como corona (6).

El esmalte es un tejido translúcido, de color blanco, amarillo o blanco grisáceo. Sin embargo, su color depende de la estructura subyacente, es decir, la dentina, y su grosor depende de la zona de la corona y del grado de mineralización. Cuanto mayor es la mineralización, mayor es la transparencia. Además, la composición mineral contribuye a la dureza y fragilidad del tejido. En las radiografías, las coronas aparecen blancas radiopacas porque están muy mineralizadas. Cuando se pierde esta mineralización, la corona aparece de un tono radiopaco (8).

El esmalte recubre toda la corona dental, pero existen dos tipos de coronas dentales Corona anatómica: la parte de la corona dental cubierta por el esmalte hasta la unión esmalte-corona. Corona clínica: la parte del diente visible en la cavidad oral, más pequeña, más grande o igual que la corona anatómica, altamente mineralizada y el tejido calcificado más duro del cuerpo humano. Está formada por cristales de hidroxiapatita unidos entre sí formando prismas de adamantita y contiene más flúor que los de la superficie dental.

Como los ameloblastos, las células que producen el esmalte, tienen poca capacidad de autorreparación, los daños causados durante la formación del esmalte pueden provocar cambios permanentes importantes (9).

Incisivos: en el borde incisal varía de 0.8 a 2.3 mm y en el tercio medio de la cara proximal varía de 0.6 a 1mm.

Caninos: en el borde incisal varía de 1 a 2.8 mm y en el tercio medio de la cara lingual varía de 0.5 a 1.4 mm.

Premolares: en las cúspides varía de 1.5 a 2.3 mm, en el surco de la cara oclusal puede variar de 0.6 a 1.4 mm y en el tercio medio de la cara proximal varía de 1 a 1.6 mm.

Molares: en las cúspides va de 1.7 a 2.8 mm, en el surco de la cara oclusal varía de 0.8 a 1.4 mm y en el tercio medio de la cara proximal varía de 1 a 1.8 m.

La composición Química del Esmalte Dental es:

- Sustancia inorgánica: 95%
- Sustancia orgánica: 1.8%
- Agua: 3.2% (10).

3.1.3. Dentina

La dentina es el tejido que forma la parte principal del diente. Es una estructura sólida que rodea y protege la pulpa y los elementos que componen el diente. Las células que forman la dentina son odontoblastos, que no dan lugar a células terminales, es decir, otras células de origen mesenquimal, que existen de forma fenestrada alrededor de la pulpa y cuya función principal es protegerla y recubrirla.

La integración anatómica y funcional de partes inorganizadas, como la dentina, y no organizadas, como la pulpa, forma el complejo dentinopulpar. La dentina tiene la capacidad de seguir formándose fisiológicamente, y la neoplasia aumenta durante los procesos patológicos.

Está presente bajo el esmalte y bajo el cemento. Contiene un 80% de cristales de hidroxiapatita, menos que en el esmalte, pero más que en el cemento y el hueso. La dentina deja una cavidad interna en el diente ocupada por tejido conjuntivo llamada pulpa o cavidad pulpar. La dentina carece de células y su formación se debe a los odontoblastos, que forman una monocapa de células cilíndricas altas dispuestas en el límite entre la dentina y la pulpa. Las estrías que aparecen en la dentina observadas en secciones de dientes se deben a oleadas de secreción de sustancias formadoras de dentina por parte de los odontoblastos. A gran aumento, pueden observarse en la dentina numerosos lúmenes alineados radialmente, que son los restos de depresiones creadas por la elongación de los odontoblastos durante la secreción de sustancias formadoras de dentina. Los odontoblastos inician la secreción en las zonas poco teñidas de matriz orgánica no mineralizada que constituyen la dentina anterior (11).

La tercera dentina tiene un color más oscuro que puede confundirse fácilmente con la caries. Esta dentina es muy dura y lisa, con la diferencia de que funciona para proteger la pulpa de la caries y por lo tanto es muy importante mantener la protección pulpar. Las propiedades de la dentina son (12):

Color: El color de la dentina varía de una persona a otra y depende en gran medida de la edad. Cuanto mayor es la edad, más amarilla tiende a ser.
Translucidez: la dentina parece menos translúcida que el esmalte dental debido a su menor contenido mineral.

Dureza: En cuanto a su dureza, se caracteriza por ser superior a la del hueso y el cemento, pero inferior a la del esmalte; la dureza viene determinada por la mineralización.

Radiopacidad: La dentina en las radiografías es más oscura que el esmalte, es decir, la dentina es menos radiopaca que el esmalte.

Elasticidad: Esta propiedad es muy importante, ya que compensa la dureza del esmalte, mientras que la dentina sirve para amortiguar el impacto de la masticación.

Permeabilidad: Los túbulos dentinarios son la vía a través de la cual los microorganismos penetran en el tejido pulpar durante el proceso de caries y, por tanto, la dentina se vuelve permeable. Por lo tanto, cuanto mayor sea el diámetro de los túbulos dentinarios, más permeable será la dentina y antes se producirá la caries; si los túbulos han desaparecido, la dentina será menos permeable.

Por otro lado, la composición Química de la Dentina es la siguiente:

- Sustancia inorgánica: 70%
- Sustancia orgánica: 18%
- Agua: 12% (12).

3.1.4. Cemento dental

El cemento es el tejido más próximo al ligamento periodontal y forma parte de la dentina y la pulpa. Es segregado por los cementoblastos. El cemento crece en capas paralelas denominadas láminas. Se divide en tres zonas -medial, intermedia y lateral- y rodea toda la raíz del diente.

Esta capa se encarga de anclar el diente a la pared ósea alveolar mediante la liberación de fibras de colágeno que actúan como anclajes. Estas fibras de colágeno, denominadas fibras de Sharpei, están orientadas oblicuamente desde el punto de anclaje en el cemento hasta la unión con el hueso. La unión fibrosa entre la raíz del diente y el hueso alveolar se denomina ligamento periodontal y está fuertemente irrigada por vasos sanguíneos e inervada por nervios de distintas procedencias (13).

Existen dos tipos de cemento: el cemento celular y el cemento acelular, ambos formados por cementoblastos. El cemento acelular no contiene cementoblastos, es transparente y carece de estructura y cubre de un tercio a casi la mitad de la raíz apical, mientras que el cemento celular cubre la mitad coronal de la raíz, a veces casi toda la raíz excepto la porción apical. En el interior del cemento hay fibras de colágeno procedentes de ligamentos, denominadas fibras de Sharpey, un extremo de las cuales está unido al cemento y el otro al hueso.

La composición Química del Cemento es:

- Sustancia inorgánica: 46%
- Sustancia orgánica: 22%
- Agua: 32% (12).

3.1.5. Pulpa dental

La pulpa es el único tejido blando del diente y consta de vasos e inervación situados en el interior del diente, ocupando una cavidad correspondiente a la forma externa del diente. Esta cavidad comienza en el ápice de la raíz, pasa por el agujero apical y se extiende a lo largo de la raíz para formar el conducto radicular y llegar a la cavidad central de la corona, conocida como cámara pulpar. La parte de la pulpa que ocupa el conducto radicular se conoce como pulpa del conducto radicular y la parte que ocupa la cámara pulpar se conoce como pulpa de la corona.

La pulpa o cavidad pulpar está rodeada de dentina, muy vascularizada y formada por tejido conjuntivo laxo inervado por numerosos nervios. Tanto los vasos sanguíneos como los nervios penetran en el hueso a través de una abertura en el ápice de la raíz, denominada apertura radicular. El aspecto de la pulpa se asemeja al mesénquima de un embrión, con numerosos fibroblastos estrellados y abundante sustancia basal (10).

Embriológicamente, surge de la papila dental y está directamente relacionado con el epitelio dental medial o yemas preapicales del órgano del esmalte. Histológicamente, consiste en un tejido conectivo flácido especializado compuesto por células y material extracelular, incluidas fibras y matriz amorfa, con abundante suministro vascular e inervación.

Las células presentes en la pulpa son odontoblastos, fibroblastos, macrófagos, células extra-mesenquimales, linfocitos, células plasmáticas, granulocitos, eosinófilos y mastocitos. El material extracelular está formado por fibras de colágeno de tipo I, fibras reticulares de tipo III y fibras elásticas, mientras que la matriz amorfa está compuesta por proteoglicanos como el dermatán sulfato,

el condroitín sulfato, el ácido hialurónico y agua.

La composición Química de la Pulpa es:

- Agua: 75%
- Sustancia orgánica: 25% (12).

3.1.6. Propiedades físicas

3.1.6.1. Color

El color de los dientes viene determinado por la estrecha relación entre el esmalte, la dentina, la pulpa y el tejido periodontal que rodean al diente y la luz que incide sobre ellos.

El esmalte y la dentina son los principales determinantes del color dental, mientras que la pulpa y el tejido periodontal son los factores secundarios. Cuando se pierde el esmalte, se observan cambios drásticos en los niveles de brillo y saturación del diente, con una disminución del brillo que indica la importancia del esmalte y también la pérdida del margen incisal, que se forma por la luz de longitud de onda corta. La saturación del diente está representada por la dentina, mientras que el esmalte está ausente (14).

3.1.7. Resinas

La resina compuesta o resina compuesta es un material dental sintético compuesto de varios elementos, que ha sido mejorado, dando como resultado una resina más resistente, de color, claridad y opacidad superiores y lo más parecida posible a los dientes naturales (15). Inicialmente, estos materiales sólo se utilizaban para restauraciones que requerían un acabado estético, es decir, dientes anteriores, pero la investigación y la nanotecnología han permitido mejorar sus propiedades y hoy en día la resina ha sustituido completamente a la amalgama de plata en la restauración de dientes posteriores (3).

La resina compuesta es uno de los materiales que más ha contribuido a la restauración dental, no sólo por su alto valor estético, sino también por su alta adhesión al tejido dentario y el pretratamiento mínimamente invasivo que

requiere, lo que no es posible con materiales como la amalgama (16). La adhesión a la dentina ayuda a reducir la sensibilidad postoperatoria y las microfiltraciones limbares, así como a reforzar los residuos dentinarios. Por otro lado, existen inconvenientes, como la contracción por polimerización y que la técnica es más sensible a la humedad (1).

3.1.7.1. Composición

El fármaco consiste en una matriz orgánica polimérica y agentes de relleno inorgánicos compuestos químicamente por partículas unidas entre sí mediante un recubrimiento de silano, lo que puede proporcionar propiedades mecánicas óptimas y útiles para restaurar dientes en los que las partículas se han unido y han perdido parte de su estructura, a su vez promoviendo la polimerización y mejorando su viscosidad, otros aditivos a saber (3).

3.1.7.2. Matriz orgánica

La matriz es 70% BIS TEGDMA G., Pereira S. y GMA y 30%, Los rellenos resisten las fuerzas masticatorias, aumentan la resistencia al desgaste, facilitan la manipulación y prolongan la vida útil de la restauración; los componentes de los rellenos son cuarzo, cristales de bario, estroncio y dióxido de circonio (17).

- a. **Sistema de monómeros.** Es el portador de las resinas compuestas, comúnmente denominadas BIS-GMA, y es el monómero más utilizado, pero su elevado peso molecular da lugar a una alta viscosidad, que afecta a las propiedades de manipulación, y a una baja polimerización. Por ello, se añaden nuevos "dimetacrilatos" para mejorar sus propiedades (3).
- b. **Sistemas Iniciadores-activador de polimerización.** El proceso de polimerización puede desarrollarse de diversas maneras. Por lo tanto, para catalizar la reacción es importante un factor de estimulación externa, concretamente la presencia de radicales libres. Para las resinas fotopolimerizables, el estímulo es una mezcla de α -diketonas y aminas terciarias alifáticas, mientras que para las resinas autopolimerizables es una mezcla de peróxido de benzoilo y aminas terciarias aromáticas. Las resinas fotopolimerizables necesitan energía luminosa para desencadenar la

polimerización, y esta fuente de luz visible debe tener una longitud de onda adecuada de 420-500 nm (18). Los odontólogos deben ser conscientes de que exponer la resina a la luz antes de que el material se haya fotopolimerizado completamente puede provocar una polimerización prematura y reducir significativamente el tiempo de tratamiento (9).

- c. Inhibidores de la polimerización.** Esto impide la polimerización rápida del material. Los compuestos más utilizados son la benzoquinona y el éter monometílico de hidroquinona, derivados de fenoles como el P-4 metoxifenol y el butilfenol triturado, que proporcionan la estabilidad química necesaria para la durabilidad del color y del producto durante el almacenamiento previo al proceso de polimerización. Estos compuestos mantienen la resina en un estado semisólido y permiten su procesamiento. Este tiempo se denomina tiempo de procesado (3).

3.1.7.3. Relleno inorgánico

Se componen de distintos tipos de cargas, clasificadas según su forma, composición química y tamaño. Estas partículas son sílice coloidal, sílice fundida que contiene cuarzo, bario, estroncio y circonio, obtenidas en diferentes tamaños y con distintos procesos de fabricación. Es importante que el tamaño de las partículas sea lo más pequeño posible y lo más cercano a 0,5 μm . Debe tenerse en cuenta que cuanto más fuerte sea la unión del relleno a la matriz de resina, más fuerte será la unión del relleno a la matriz de resina, es decir, cuanto menor sea el grado de contracción por polimerización y la fuga de los bordes, mejores serán las propiedades (19).

Sin embargo, aunque los actuales sistemas de adhesión de un solo paso se inventaron para mejorar la adhesión de la resina a la dentina a nivel del esmalte y la dentina y para facilitar su aplicación, los estudios *in vitro* han demostrado que su resistencia a la tracción no supera los 20 MPa, mientras que los sistemas de tres pasos alcanzan una media de 31 MPa (3).

- a. **Agente de acoplamiento.** Este aglutinante aumenta las características físicas y mecánicas de la mayor parte de las resinas, ya que es una sustancia bifuncional encargada de unir la matriz orgánica con el material de relleno

El y-metacrililoil-oxipropiltrimetoxisilano está compuesto por grupos silano en una cara y grupos metacrililoil en la otra, y durante el proceso de polimerización la resina y forma un enlace covalente con la resina y sirve para proporcionar una buena interfaz entre la resina y las partículas de relleno (20).

- b. Pigmentos.** Esto permite conseguir un color próximo al de la estructura dental. Las resinas compuestas se fabrican en una gran variedad de tonos y están compuestas por pigmentos inorgánicos, óxidos metálicos, cuya pigmentación depende de la cantidad de óxido, es decir, el esmalte requiere una menor cantidad de óxido y la dentina una mayor cantidad. Como pigmentos se suelen utilizar el óxido de aluminio y el dióxido de titanio, que se encuentran tanto en las resinas de esmalte como en las de dentina. Además, para mejorar la estética, a algunas resinas compuestas con alto contenido de relleno cerámico se les añaden pigmentos que pueden alterar el color interno de la resina. Esto se conoce como caracterización de la resina (3).

3.1.8. Propiedades de las resinas

3.1.8.1. Fluorescencia

La interacción de la luz con los diferentes tejidos del diente permite percibir su color. El color es un fenómeno tripartito: luz, objeto y observador. La luz afecta a los objetos, que reflejan la luz según sus propiedades, y el observador interpreta el color. Por lo tanto, la percepción del color es subjetiva y cada persona procesa la información de forma diferente. Nuestro órgano visual, el ojo, sólo puede interpretar una parte del espectro electromagnético, es decir, la gama de longitudes de onda de 400 a 700 nanómetros. Hay muchos tipos de rayos en esta gama, como los ultravioletas, los infrarrojos y los rayos X (21).

Los dientes también tienen la propiedad de absorber la luz ultravioleta y emitir luz visible. Esta propiedad hace que los dientes parezcan más brillantes bajo la luz natural y más blancos y brillantes bajo la luz ultravioleta. La fluorescencia se debe a la absorción de luz ultravioleta. Esta luz también forma parte del espectro electromagnético y se sitúa entre 10 y 400 nm. El sol es la principal

fuentes de radiación UV, pero también existen fuentes artificiales como lámparas y linternas.

Trasladando esto al campo de la odontología, los dientes naturales tienen la capacidad de absorber la radiación UV y también de emitir luz visible en el espectro azul. Esta propiedad hace que los dientes parezcan más blancos y brillantes a la luz natural, pero existen diversas fuentes de radiación UV de intensidad variable, como la luz fluorescente, los flashes de las cámaras, la iluminación de alta intensidad de los estudios y las luces de entretenimiento conocidas como luz negra. Este último tipo de luz emite una radiación filtrada en la región ultravioleta de 350-400 nm que, al ser absorbida por los fósforos, produce una emisión en la región azul del espectro electromagnético.

Cuando la luz ultravioleta incide sobre la dentina, se observa que la intensidad de la fluorescencia en la dentina es mucho mayor que en el esmalte, con un color azul intenso en la dentina y un color azul más blanco en el esmalte. Esto se debe a que la dentina contiene más materia orgánica que el esmalte. La luz UV interactúa con el colágeno, que contiene aminoácidos fluorescentes como el triptófano y el hidroxipiridinio, cuyos picos de emisión de fluorescencia se sitúan a 350 y 400 nm respectivamente.

Además, se sabe que el tejido dental cambia con los años. Los dientes de los jóvenes tienen grandes cámaras pulpares y dentina opaca, que está completamente cubierta por una capa gruesa, translúcida y brillante llamada esmalte. En cambio, en las personas de 70 a 80 años, el grosor y la superficie del esmalte disminuyen considerablemente y se vuelven más translúcidos. Como el esmalte dental y la dentina cambian con el tiempo, se espera que la fluorescencia del diente cambie.

La intensidad de la fluorescencia depende de la zona del diente que se examina y de la fuerza del tejido que emite fluorescencia. La fluorescencia dental se debe principalmente a la interacción de la luz ultravioleta con los componentes orgánicos (principalmente la dentina), y dado que la dentina cambia en su comportamiento y composición, se espera que este fenómeno óptico cambie a lo largo de la vida de una persona.

En cuanto a la fluorescencia de las resinas compuestas, los fabricantes afirman que sus productos se asemejan a la fluorescencia de los dientes, pero no proporcionan información detallada sobre su origen ni mencionan ningún resultado de investigación que respalde esta afirmación (4).

3.1.8.2. Opalescencia

El esmalte dental se define como una estructura translúcida que carece de color de base y presenta una coloración suave característica en toda su extensión, conocida como opalescencia. Esta propiedad óptica permite que el esmalte tenga distintas tonalidades en función de la dirección de los rayos de luz (11).

3.1.8.3. Sorción acuosa

La cantidad de agua adsorbida de la superficie de la resina y absorbida en la masa de la resina con el tiempo. La hidrólisis es la absorción de agua en la resina, que disuelve la matriz y afecta negativamente a las propiedades de la resina. Cuanto mayor es el contenido de relleno de la fase orgánica, menor es la sorción de agua, ya que se une a esta fase, y las resinas híbridas tienen menor sorción de agua (22).

3.1.8.4. Contracción de Polimerización

Uno de los principales defectos de estos materiales de restauración es la retracción por polimerización. Las partículas (monómeros) de la matriz de composite se encuentran a una distancia media de 4 nm antes de la polimerización, pero tras la polimerización esta separación se disminuye a 1,5 nm. El fenómeno de "convergencia" o reordenación de monómeros conduce a una disminución del volumen de la resina compuesta (23).

3.1.8.5. Solubilidad

La solubilidad de las resinas compuestas debe ser de hasta 5 mg/mm³ según la norma ISO 4049. Dado que la resina compuesta no se considera un cuerpo químicamente inerte, la biodegradación debida a la presencia de enzimas en la saliva es uno de los factores más estudiados para la resina compuesta, por lo que ésta puede mostrar decoloración o reblandecimiento debido a los ácidos

producidos por la placa bacteriana.

3.1.8.6. Textura Superficial

La textura superficial es la homogeneidad de la cara de la resina compuesta y está estrechamente relacionada con el tipo, tamaños y cantidad de sustancias de carga de la resina compuesta, que determinan su suavidad, acabado y pulido. Un pulido o acabado insuficiente de la superficie de la resina provoca una mayor acumulación de placa bacteriana. El abrillantado es uno de los pasos más importantes por los que tienen que pasar todas las resinas compuestas, ya que evita que la placa bacteriana se adhiera a la superficie de la resina, elimina la capa inhibidora y permite que la restauración dental sobreviva más tiempo en la boca. Las resinas compuestas nanorrellenas permiten obtener un alto grado de brillo en la superficie (13).

3.1.8.7. Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión está basada en el hecho de que cuanto mayor sea la proporción de sustancias de relleno, más elevada será la fuerza de compresión y de tracción, que debería ser muy similar a la de la dentina (24).

3.1.8.8. Radiopacidad

Uno de los requisitos de las resinas compuestas es que sean radiopacas para una mejor interpretación, análisis y detección de las radiografías dentales. Por ello, en la formulación se utilizan elementos radioactivos opacos como el bario, el estroncio, el circonio, el zinc, el iterbio, el itrio y el lantano (19).

3.1.8.9. Color

a) Fenómenos de la luz

El color de los dientes se produce por el efecto de la luz sobre diferentes tejidos, ya que el esmalte incoloro ilumina el color de la dentina dispuesta prismáticamente. Dado que los dientes tienen diferentes capas que producen diferentes profundidades de color, los fabricantes de plásticos se ven obligados a desarrollar materiales con propiedades ópticas que consigan la misma

profundidad de color, imitando aún más el efecto de los dientes (13).

Los dientes se componen de diferentes capas, siendo las más importantes la dentina (opaca) y el esmalte (translúcido). Cuando la luz incide en el tejido dental, se producen simultáneamente transmisión, refracción y dispersión en los distintos tejidos del diente, es decir, transmisión. La absorción de la luz depende del grado de absorción del pigmento del diente, mientras que la estructura, el grosor y la disposición de los propios tejidos afectan a la reflexión de la luz (15).

b) Matiz

La longitud de onda de la luz influye decisivamente en la reflectancia de un objeto, lo que da lugar a su color (25).

c) Valor

Los objetos de alta calidad reflejan la mayor parte de la luz que incide sobre su superficie y aparecen brillantes. Por el contrario, los objetos oscuros absorben la mayor parte de la luz y parecen opacos o de escaso valor (6).

d) Croma

La fluorescencia se refiere a la densidad o intensidad del color.

3.1.9. Luminosidad en las resinas

Según el estudio de Portocarrero (12), la luminosidad de los dientes habría variado de $61,6 \pm 9$ en resinas compuestas con un espesor de 0,3 mm, mientras que en resinas de 1,5 mm habría obtenido valores de hasta $88,2 \pm 9$.

3.1.10. Evaluación de Fluorescencia en resinas compuestas

Varios estudios han determinado la fluorescencia de algunas resinas y sus colores, pero no existe una estandarización ni directrices clínicas para determinar qué resina utilizar según el tipo de color de un paciente (6). Por lo tanto, suponiendo que los fabricantes de diversas resinas compuestas utilicen la fluorescencia de la resina de la misma forma que los dientes naturales, cabría

esperar que la capa de resina de dentina fuera dominante sobre la capa de resina de esmalte y que el color fuera lo más parecido posible al de los dientes naturales. De lo contrario, caben dos posibilidades. En primer lugar, el color obtenido es el de la resina del esmalte; en segundo lugar, se trata de un color nuevo, diferente del de la resina correspondiente (21).

Por último, a menudo se ha demostrado que las restauraciones anteriores extensas no siempre garantizan la fluorescencia. Existen pocos antecedentes de fluorescencia visible inducida por UV en dientes naturales y pocos estudios sobre resinas compuestas y su comportamiento bajo fuentes de luz UV. Aunque algunos estudios han determinado la fluorescencia visible inducida por UV de algunas resinas y sus colores, no existen directrices clínicas estandarizadas que ayuden a determinar qué resina utilizar para el tipo de color de fluorescencia visible inducida por UV de un paciente (13).

Por lo tanto, suponiendo que los distintos fabricantes de resinas compuestas utilicen la fluorescencia en sus resinas del mismo modo que los dientes naturales, se espera que la capa de resina de dentina sea dominante sobre la capa de resina de esmalte y que su color de fluorescencia visible inducida por UV sea lo más parecido posible al de los dientes naturales. En caso contrario, caben dos opciones: una es el color de la resina del esmalte; la otra es un nuevo color distinto del de la resina que compone la resina del esmalte (11).

3.1.11. Adhesión de la dentina al tejido dental

La adhesión de la dentina al tejido dental es el proceso mediante el cual los materiales dentales, como los adhesivos dentales, se unen de manera eficaz a la dentina, que es la capa interna del diente situada debajo del esmalte. Este proceso es crucial en procedimientos odontológicos restaurativos, como la colocación de empastes, coronas y carillas, ya que garantiza la durabilidad y estabilidad de la restauración dental (12).

La adhesión se logra a través de un conjunto de procedimientos que incluyen la limpieza y preparación de la superficie dentinaria, la aplicación de un sistema adhesivo que suele contener agentes de grabado, primer y adhesivo, y finalmente, la colocación del material restaurador. Este proceso forma una unión

micromecánica y química entre la dentina y el material dental, mejorando la retención y resistencia de la restauración, y protegiendo la estructura dental remanente contra la microfiltración y la degradación (12).

3.1.11.1. Adhesión Esmalte

La adhesión al esmalte es un proceso crucial en odontología restaurativa que permite la unión de materiales dentales, como resinas compuestas, al esmalte dental. Dado que el esmalte es altamente mineralizado y menos poroso, la adhesión a esta superficie es generalmente más fuerte y predecible. El procedimiento típico incluye los siguientes pasos:

Grabado Ácido: Se aplica un ácido fosfórico al 30-40% sobre la superficie del esmalte durante unos 15-30 segundos. Esto crea microporosidades en la superficie del esmalte, aumentando su área superficial y creando una superficie rugosa para la unión.

Lavado y Secado: El ácido se enjuaga con agua y la superficie se seca, dejando una textura de esmalte grabado.

Aplicación del Adhesivo: Se aplica un adhesivo dental, que penetra en las microporosidades y se polimeriza (endurece) mediante una luz de curado. Este adhesivo forma una unión micromecánica entre el esmalte y el material restaurador.

La adhesión al esmalte es eficaz debido a la composición inorgánica y la dureza del esmalte, lo que facilita una unión duradera y resistente a las fuerzas masticatorias (12).

3.1.11.2. Adhesión Dentina

La adhesión a la dentina presenta más desafíos comparado con la adhesión al esmalte debido a su mayor contenido de agua y su composición orgánica, que incluye colágeno. El proceso de adhesión a la dentina generalmente incluye los siguientes pasos:

Grabado Ácido: Se utiliza un ácido, generalmente el mismo ácido fosfórico, pero

por un tiempo más corto (10-15 segundos) para no desmineralizar excesivamente la dentina. Este paso expone las fibras de colágeno de la dentina.

Aplicación de Primer: Un primer adhesivo que contiene monómeros hidrofílicos es aplicado. Este primer penetra en la red de colágeno expuesta y desplaza el agua, preparando la dentina para la unión adhesiva.

Aplicación del Adhesivo: Se aplica el adhesivo, que se mezcla con el primer, y se polimeriza con luz de curado, formando una capa híbrida entre la dentina y el material restaurador. Esta capa híbrida es esencial para una unión efectiva y duradera.

La adhesión a la dentina es crítica para el éxito de muchas restauraciones dentales, ya que una adhesión débil puede conducir a filtraciones, sensibilidad y fracaso de la restauración. Los avances en los sistemas adhesivos han mejorado significativamente la capacidad de formar una unión fuerte y duradera con la dentina (12).

3.11.2.1. Adhesión en Dentina Peritubular

La dentina peritubular es la capa altamente mineralizada que recubre las paredes internas de los túbulos dentinarios. Debido a su alta mineralización y baja porosidad, la adhesión en la dentina peritubular es menos eficiente en comparación con otras zonas de la dentina. Los desafíos principales en la adhesión a la dentina peritubular incluyen (11):

- **Alta Densidad Mineral:** La alta concentración de minerales dificulta la penetración del adhesivo.
- **Espacio Reducido:** La estrechez de los túbulos limita la cantidad de adhesivo que puede ingresar.

Para mejorar la adhesión en la dentina peritubular, se utilizan técnicas de grabado que incrementan ligeramente la rugosidad de la superficie peritubular, junto con la aplicación de primers adhesivos que facilitan la infiltración del adhesivo en esta área.

3.11.2.2. Adhesión en Dentina Intratubular

La dentina intratubular se refiere al espacio dentro de los túbulos dentinarios, que puede estar lleno de líquido dentinario y fibras de colágeno (11). La adhesión en esta área enfrenta los siguientes desafíos:

- Presencia de Líquido: El líquido dentinario puede interferir con la unión del adhesivo.
- Red de Colágeno: La red de colágeno requiere un tratamiento adecuado para permitir una adhesión eficaz.

La adhesión en la dentina intratubular se mejora utilizando primers hidrofílicos que desplazan el agua y permiten que el adhesivo penetre adecuadamente. El secado moderado y el uso de adhesivos que puedan polimerizar eficazmente en presencia de humedad también son críticos.

3.11.2.3. Adhesión en Dentina Extratubular

La dentina extratubular se refiere a la dentina que se encuentra fuera de los túbulos dentinarios. Esta área está compuesta principalmente de una matriz de colágeno intertubular y minerales (11). La adhesión en esta región es generalmente más efectiva debido a:

- Mayor Porosidad: La estructura más porosa permite una mejor penetración del adhesivo.
- Abundancia de Colágeno: La red de colágeno facilita la formación de una capa híbrida sólida.

El proceso de adhesión en la dentina extratubular implica el grabado para desmineralizar ligeramente la superficie, seguido de la aplicación de primers y adhesivos que pueden infiltrarse y crear una unión micromecánica robusta con la estructura dentinaria.

3.1.12. Espacio de color CIELab

Para determinar la variación cromática de los dientes mediante fotografía digital

o programas informáticos, es necesario utilizar herramientas que puedan representar la magnitud del color. Por ello, la Comisión Internacional de Luminancia (CIE) ha establecido directrices que definen los colores mediante tres valores (L , a^* y b^*), donde L representa la luminancia, expresada en una escala de 0 (negro o absorción total de la luz) a 100 (blanco). Los valores a^* y b^* representan los colores, siendo a^* el rojo (+a) y el verde (-a) y b^* el amarillo (+b) y el azul (-b). Como resultado, se puede definir una serie de colores visibles para el ojo humano. Este sistema permite comparar dos colores. Da lugar al concepto de "diferencia total de color" (ΔE), una fórmula matemática basada en los valores L (luminosidad), a^* (rojo/verde) y b^* (amarillo/azul) de los colores que se comparan, expresada de la siguiente manera (13).

3.1.13. Fotografía digital

La fotografía digital aplicada a la odontología clínica se ha convertido en una herramienta muy útil, sobre todo en los últimos años. A menudo sirven de apoyo al diagnóstico clínico, facilitan el seguimiento a lo largo de los años del tratamiento realizado, se utilizan para el marketing dental y constituyen un registro de valor médico-legal (14).

A pesar de las muchas ventajas de la fotografía, no todos los dentistas están familiarizados con la fotografía para el tratamiento. En el ámbito científico, la fotografía digital ha supuesto una importante contribución. Por ejemplo, se utilizan ampliamente en estudios para evaluar las características clínicas del color de los dientes y las restauraciones, lo que permite realizar comparaciones y estudios de seguimiento a lo largo del tiempo (13).

Un aspecto muy importante de la fotografía digital es saber cómo funciona la cámara para obtener correctamente la fotografía deseada. A primera vista, la mecánica de una cámara y la del ojo humano son similares. La luz llega al ojo a través de la córnea y la pupila, y la cantidad de luz que pasa está regulada por el iris. La luz llega a la cámara a través de la abertura del objetivo, que se puede calibrar a través del diafragma (el iris del ojo). El diafragma está situado detrás del objetivo y actúa regulando la cantidad de luz que entra a través de él. El valor del diafragma se representa con la letra "f" y es el recíproco de la cantidad

de luz entrante, es decir, cuanto menor es el valor, más luz pasa a través del objetivo (12).

3.1.13.1. Dosímetro

Es un instrumento de medición UV de alta calidad. Se utiliza para medir la energía UV de diferentes fuentes de luz, especialmente en impresoras UV y solidificadores, cuya aplicación es viable para fotografías y permite su análisis considerando la presencia de que la luz UV, sea la única fuente de luz.

3.1.13.2. Fuentes de luz

a) Luz-día natural

Este tipo de luz contiene luz ultravioleta azulada y se utiliza para aplicaciones clínicas específicas, como la fotografía extraoral y la selección del color para restauraciones cerámicas. Tiene la ventaja de ser barata y fácil de conseguir. Sin embargo, no es una fuente de luz predecible, ya que depende de la hora del día en que se utilice (la temperatura del color cambia entre media mañana y media tarde) y de las condiciones meteorológicas.

b) Flash

Existen dos tipos de flash: el flash compacto y el flash de estudio, que van acoplados a la cámara. La ventaja de este tipo de fuente de luz es que la luz emitida es predecible, instantánea y universalmente adaptable a cualquier tipo de cámara. Existen muchos tipos de flashes de diferentes formas y tamaños. El más utilizado en fotografía dental es el flash anular, que produce una ráfaga uniforme de luz y es ideal para fotografiar dientes posteriores y zonas de difícil acceso.

c) Luz LED

Se considera una fuente de luz relativamente nueva en el mercado de la fotografía digital. La temperatura de color es constante, de 5500 °K. La principal desventaja es que la baja intensidad luminosa da lugar a un amplio rango de

apertura del diafragma, lo que compromete la calidad de la imagen. Otra desventaja es el elevado consumo de batería.

d) Luz ultravioleta (UV)

Este tipo de fuente de luz es útil para demostrar las propiedades fluorescentes inherentes a los dientes naturales, distinguir dientes de restauraciones estéticas e indicar fracturas y huecos en restauraciones cerámicas. Aunque esta luz es clínicamente muy útil, puede tener efectos indeseables en los ojos de las personas expuestas a ella. Por ello, utilice siempre lentes protectoras con filtros UV (12).

3.2. Análisis de antecedentes investigativos.

3.2.1. Antecedentes internacionales

Título: Estabilidad del color de las resinas compuestas

Autor: Nathaly Pamela Parra Moreno

Fuente: Repositorio Institucional Universidad de Guayaquil.

Resumen: La finalidad de esta investigación fue identificar los factores que alteran la estabilidad del color de las resinas compuestas. El método utilizado fue la síntesis analítica y la metodología fue una revisión bibliográfica de disertaciones y artículos científicos indexados. Los resultados mostraron que la estabilidad del color dependía de una serie de factores, como el tipo de lámpara utilizada para la fotopolimerización, el tipo de fotoiniciador de la resina compuesta, la dimensión de las partículas de material de relleno, la constitución de la resina matriz, así como el consumo de bebidas teñidas, el tabaquismo y los procedimientos de pulido de acabado realizados en la restauración de resina compuesta. Los estudios han demostrado que la estabilidad del color de las restauraciones de composite dependerá de diversos aspectos, entre ellos a fin de conseguir restauraciones de composite con estabilidad del color a largo plazo, se requieren los siguientes factores, deben tenerse en cuenta todos los factores

exógenos y endógenos que, en conjunto, permiten alcanzar el objetivo deseado.
(26)

Título: Croma, valor y fluorescencia de resinas compuestas en el sector anterior

Autor: Mery Lilibeth Sánchez Dávila

Fuente: Repositorio Institucional Universidad de Guayaquil.

Resumen: El objetivo era determinar el mejor tipo de resina compuesta para restauraciones de dientes anteriores con suficiente saturación de color, valor y fluorescencia. Los métodos incluyeron el uso de cuatro marcas de resina compuesta en 68 dientes extraídos, con las caras anterior y mesial de cada diente restauradas con diferentes marcas de resina compuesta. Se fotografiaron con una placa polarizadora para determinar la saturación y el valor, y se midió la fluorescencia con luz negra (luz negra). Los valores se indicaron mediante CIE L*a*b* obtenidos con el programa digital ColourThink pro. El análisis estadístico de los resultados mostró que la mejor saturación se consiguió con Z350 XT Filtek 3M ESPE. En cuanto a los valores, no hay diferencias significativas entre una resina y otra. En fluorescencia, existe una diferencia significativa entre dientes y resinas. La conclusión para la saturación de color fue Z350 XT Filtek 3M ESPE. En valor, las cuatro resinas estudiadas se consideran estéticas. En fluorescencia, la resina más parecida a los dientes es Z350 Filtek XT 3M ESPE. (27)

Título: Cambio cromático en resina polimerizada maquinada (CAD-CAM) y resina empaquetada convencional al ser expuestas a bebidas carbonatadas con colorantes. Estudio in vitro

Autor: Pamela Patricia Sandoval Sánchez

Fuente: Repositorio Institucional Universidad Central del Ecuador.

Resumen: El estudio se centró en evaluar el efecto de las bebidas carbonatadas coloreadas sobre dos tipos de resinas dentales: la resina polimerizada CAD-CAM y la resina empaquetada convencional. Para ello, se dividió un total de 32 muestras de resina en cuatro grupos distintos: el grupo A con ocho muestras de

resina polimerizada CAD-CAM; el grupo B con ocho muestras de resina nanohíbrida; el grupo de control C, también con ocho muestras de resina polimerizada CAD-CAM; y el grupo de control D, que incluyó ocho muestras de 14 x 14 mm de diámetro y 1,2 mm de grosor, tratadas con suero fisiológico. Las muestras de los grupos experimentales se sometieron a una exposición con bebidas gaseosas coloreadas. Los resultados indicaron que, aunque todas las muestras experimentaron cambios de color, las de resina polimerizada CAD-CAM demostraron una mayor resistencia al cambio cromático. Esto sugiere que el uso de bloques de resina polimerizada CAD-CAM en restauraciones dentales indirectas podría ofrecer resultados más estables en términos de color, lo cual es ventajoso para obtener resultados clínicos más predecibles y satisfactorios para los pacientes. (12)

Título: In Vitro and in vivo evaluation of resin composites fluorescence

Autor: Gabriéla Melo Lopes, Taiana Paola Prado, Veridiana Camilotti, Paula Bernardon, Marcio José Mendonça, Julio Katuhide Ueda

Fuente: Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials.

Resumen: El objetivo de este estudio era evaluar la intensidad de fluorescencia in vitro e in vivo de seis resinas compuestas de diferente calidad y viscosidad en comparación con el esmalte natural; se prepararon 70 especímenes para el estudio in vitro y se realizaron restauraciones en el cuello bucal de seis dientes anteriores maxilares para el estudio in vivo. Se realizaron comparaciones entre las piezas y la dentición tomada únicamente bajo Luminosidad de lámpara UV; tres calibradores calibrados en el estudio in vitro y 10 calibradores calibrados en el estudio in vivo analizaron las imágenes visualmente y asignaron un valor numérico a las resinas sin fluorescencia (0), con fluorescencia moderada (1) y con fluorescencia alta (2). asignados. Los resultados de la evaluación mostraron que no había diferencias estadísticas en la intensidad de fluorescencia entre las resinas compuestas evaluadas, ya que todos los tipos de resina alcanzaron metameroismo con el esmalte. (28)

Título: Análise da fluorescência das resinas compostas de diferentes marcas comerciais

Autor: Janaina Soares da Silva, Rejane Kelly Andrade Beiriz, Anna Thereza Peroba Rezende, Laís Lemos Cabral, Rafaela Cavalcante Amaral

Fuente: SEMPESq-Semana de Pesquisa da Unit-Alagoas.

Resumen: El objetivo principal de este estudio era analizar el grado de fluorescencia de diferentes marcas comerciales de resina compuesta. Se utilizaron resinas de esmalte y dentina en colores A2, con una matriz acrílica rígida y transparente, de forma circular, lámpara de polimerización a una intensidad de 1000 mW/cm², en una caja de madera pintada de negro mate para evitar reflejos y otros efectos de la fuente de luz, y se tomaron fotografías para evaluar la fluorescencia de la resina. Por último, se comprobó que existían diferencias significativas entre las resinas utilizadas, lo que permitía distinguir las propiedades ópticas de los elementos dentales y de los materiales de restauración durante el tratamiento odontológico. (29)

Título: Effects of thickness and aging of bulk-fill composite resins on surface microhardness and fluorescence properties

Autor: Lyvia Karla Cerci Ferreira Bertacchini, Poliana Maria de Faveri Cardoso, Brenda Matsunaga Laurindo, Francielle Carneiro Hirata, Júlio Katuhide Ueda, Márcio José Mendonça, Veridiana Camilotti

Fuente: Research, Society and Development.

Resumen: El objetivo de este estudio era evaluar diferentes materiales compuestos rellenos de bloques en términos de microdureza de las superficies superior e inferior a diferentes espesores del material compuesto, efectos del envejecimiento y comparación de las propiedades fluorescentes de los materiales a diferentes espesores. Las muestras fueron composites Z350, AURA, TETRIC, SDR y FBF de espesores 2, 3 y 4 mm, consistentes en 27 muestras por grupo experimental y 135 unidades de muestra, con mediciones de microdureza primero (n=9) y envejecimiento mediante soluciones de etanol. Los resultados mostraron que el envejecimiento, el espesor de la muestra y el tipo de material afectaban tanto a los valores de microdureza superficial como a los de fluorescencia, y además, los composites rellenos con bloques AURA y

SDR fueron los menos afectados por las diferencias de espesor en cuanto a los valores de microdureza superior e inferior. En conclusión, los resultados indican que, aunque algunos fabricantes de composites bulk-fill recomiendan el uso de incrementos de material de 4 mm, se recomienda una mayor investigación antes de su uso clínico. (5)

Título: Detección y eliminación de resina compuesta del color del diente utilizando la técnica de identificación asistida por fluorescencia

Autor: Eva Magni, Wadim Leontiev, Christian Meller, Roland Weiger, Thomas Connert.

Fuente: Journal of Visualized Experiments.

Resumen: El objetivo del estudio fue explorar la eficacia de la Técnica de Identificación asistida por Fluorescencia (FIT) como herramienta no invasiva para diferenciar materiales de relleno dental del color del diente de la sustancia dental sana. FIT se comparó con la iluminación convencional y demostró ser un método diagnóstico muy preciso, confiable y rápido. El método se basa en la propiedad de la resina compuesta de aparecer más brillante que la estructura del diente cuando se ilumina con una longitud de onda de aproximadamente 398 ± 5 nm, debido a componentes fluorescentes específicos en la resina. Cualquier fuente de luz que induzca fluorescencia con la longitud de onda adecuada puede emplearse para esta técnica, que se optimiza al usarse sin luz natural o artificial adicional. FIT tiene aplicaciones diagnósticas, como en la elaboración de cartas dentales, y es útil para la eliminación completa y mínimamente invasiva de restauraciones de resina compuesta, desligado de brackets y remoción de férulas de trauma. Además, el método permite evaluar los cambios volumétricos tras la eliminación de la resina compuesta mediante la superposición de escaneos pre y postoperatorios y el cálculo subsiguiente con software adecuado. Los resultados concluyen que FIT es un avance significativo en la odontología restauradora y preventiva, ofreciendo un enfoque más conservador y eficiente para el manejo de materiales de restauración dental. (30)

3.2.2. Antecedentes nacionales

Título: Evaluación de la fluorescencia producida por la luz ultravioleta aplicados a dientes anteriores en diferentes grupos etáreos, Centro odontológico Nuestra Señora de Lourdes - Lima

Autor: Katherine Mabel Soto Sanchez

Fuente: Repositorio Institucional Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

Resumen: El objetivo fue investigar la fluorescencia producida por la luz UV en los dientes anteriores en diferentes grupos de edad, Centro odontológico "Nuestra Señora de Lourdes" - Lima 2019. En un estudio no experimental, descriptivo y correlacional, 46 mujeres de 18-75 años divididas en grupos de edad (18-25 años, 26-40 años, 41-55 años y 55-75 años), se trabajó con 46 mujeres de 18-75 años como muestra, se expusieron a luz UV y se visualizó la fluorescencia producida o reflejada utilizando una lente negra especial. Los especialistas codificaron y determinaron la luminancia, la baja intensidad y la opacidad de la fluorescencia. Se llegó a la conclusión de que la opacidad aumenta con la edad y la luminancia disminuye con la edad, a diferencia de las mujeres jóvenes, cuya fluorescencia se observa más fácilmente. (10)

Título: Evaluación de longitud de onda e intensidad de fluorescencia de diferentes sistemas cerámicos: estudio in vitro

Autor: Thais Alcandré Garcés

Fuente: Repositorio Institucional Universidad Científica del Sur.

Resumen: El objetivo era evaluar la intensidad de fluorescencia y la longitud de onda de los sistemas cerámicos: el IPS e.max ® Press, el Celtra ® Press y los dientes naturales. En la metodología se utilizaron tres grupos de estudio, dos experimentales y uno de control, formados por cinco discos cerámicos de ambas marcas, de 10 mm de diámetro y 1 mm de grosor. Los resultados de longitud de

onda obtenidos no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre IPS e.max ® Press y los dientes naturales ($p=0,753$) ni entre Celtra ® Press y los dientes naturales ($p=0,112$). Cuando se evaluó la intensidad de fluorescencia, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los tres grupos y en las tres comparaciones, alcanzando el mismo valor significativo ($p=0,027$); IPS e.max ® Press mostró una intensidad de fluorescencia más similar y cercana a la de los dientes naturales. En conclusión, ninguno de los sistemas cerámicos investigados mostró una fluorescencia muy cercana a la de los dientes naturales, pero los valores para IPS e.max ® Press fueron cercanos a los de los materiales dentales. (31)

3.2.3. Antecedentes locales

Título: Eficacia in vitro de la luz ultravioleta con poca Luminosidad y buena Luminosidad en la eliminación del remanente de adhesivo ortodóntico en dientes bovinos. Arequipa 2020

Autor: Paul Enrique Giles Ortega

Fuente: Repositorio Institucional Universidad Católica de Santa María.

Resumen: El objetivo era determinar la eficacia de los entornos de buena y baja luminancia en la eliminación de restos de adhesivo ortodóntico, que tiene la propiedad de producir luminiscencia en respuesta a la luz ultravioleta. Se colocaron dos grupos de 18 especímenes de dientes bovinos en un muñón metálico junto con adhesivo ortodóntico y alambre de ligadura nº 10, y los dientes bovinos fueron Los dientes bovinos se montaron en un dinamómetro digital y se aplicó tracción a los brackets para liberarlos de los dientes. A continuación, se cortó la corona clínica a la altura del límite amelocemento y se midieron los mm² de residuo que quedaban en la superficie del esmalte con un microscopio digital UV utilizando el software ImageJ© Se midió el lumen circundante antes de eliminar el residuo con una barra de carburo de 8 hojas. La eliminación de residuos de adhesivo de nivel II (residuos de adhesivo 1-5%) mostró la mayor eficacia de todos los procedimientos de eliminación de residuos de adhesivo. Aunque no hubo diferencias estadísticamente significativas entre buena y mala Luminosidad en

todos los niveles ($p > 0,005$), sí hubo diferencias estadísticamente significativas en el tiempo empleado para eliminar los residuos de adhesivo. Con poca Luminosidad, el tiempo medio fue de 19,31 segundos y con buena Luminosidad, de 25,94 segundos. (7)

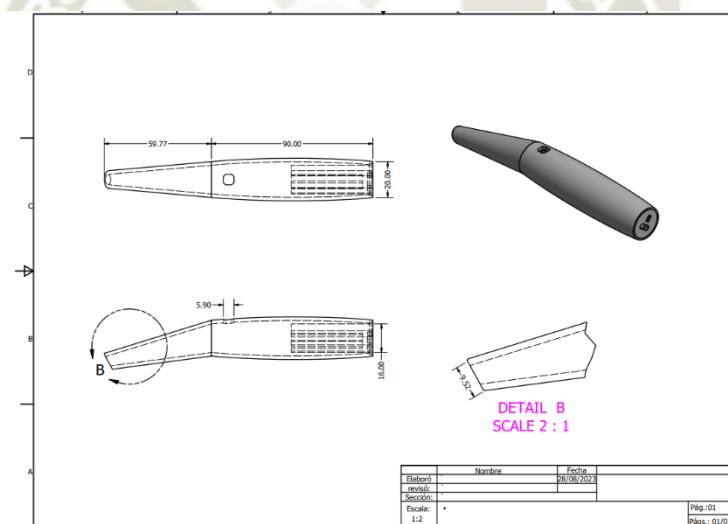
3.4. Diseño de prototipo LUMIDENT

El objetivo específico es determinar la capacidad del prototipo de la lámpara LUMIDENT calibrada a una longitud de onda de 395nm en la detección de resinas en dientes extraídos en el Centro odontológico de la UCSM.

Especificaciones del prototipo Lumident

Grafico 1

Prototipo LUMIDENT



La lámpara de detección de resinas LUMIDENT es un dispositivo innovador diseñado para facilitar la identificación de resinas en aplicaciones odontológicas, específicamente en el Centro odontológico de la UCSM. Concebido con una aproximación orientada hacia la ergonomía y la funcionalidad, este prototipo busca ser una herramienta indispensable en la práctica dental diaria, proporcionando una detección eficaz y precisa de resinas en diversos entornos clínicos.

3.5. Especificaciones Técnicas

- **Fuente de Luz:** LUMIDENT está equipada con una fuente de luz calibrada a una longitud de onda de 395nm, optimizada para la detección de resinas en

tejidos dentales.

- **Material:** El dispositivo está construido principalmente de plástico de alta calidad, elegido por su durabilidad, ligereza y resistencia a diversos agentes químicos utilizados en entornos clínicos.
- **Batería:** Incorpora una batería recargable, permitiendo un uso prolongado del dispositivo y eliminando la necesidad de reemplazar las baterías, lo cual es beneficioso tanto económicamente como medioambientalmente.

3.6. Diseño y Ergonomía

El diseño de LUMIDENT se ha desarrollado con un enfoque ergonómico, garantizando un uso cómodo y minimizando la fatiga del usuario durante procedimientos prolongados. El material plástico no solo aporta ligereza al dispositivo, sino que también asegura una manipulación segura y fácil limpieza.

- **Mango Ergonómico:** La forma del mango está diseñada para ser amigable con la mano del usuario, permitiendo un agarre seguro y cómodo durante su utilización.
- **Ubicación Estratégica de los Controles:** Los botones y controles están ubicados de manera que pueden ser fácilmente accedidos durante el uso, sin requerir movimientos incómodos o antinaturales por parte del usuario.

3.7. Funcionalidad y Uso

- **Detección Efectiva:** La longitud de onda de 395nm ha sido cuidadosamente seleccionada para proporcionar una detección óptima de resinas en los dientes, iluminando efectivamente las áreas de interés y permitiendo una identificación clara y precisa de las resinas presentes.
- **Operación Inalámbrica:** Gracias a la batería recargable, LUMIDENT permite una operación inalámbrica, evitando la necesidad de lidiar con cables que puedan interferir con el trabajo del profesional.

4. HIPÓTESIS

Dado que, el problema es la detección de resinas, entonces el uso de luz ultravioleta se presenta como un método eficaz para la identificación de resinas compuestas modernas en el tejido dental.

Es probable que, El dispositivo 'LUMIDENT', facilite la detección y diferenciación de estas resinas en los procedimientos dentales.





CAPÍTULO II
PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

2. TÉCNICA, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN

2.1. Técnica

2.1.1. Precisión de la técnica

Se utilizó una sola técnica la observación para recoger información de la variable.

2.1.2. Esquematización:

VARIABLES	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Prototipo LuminDent con Luz Ultravioleta	Análisis de la resina: una vez que la resina ha sido aplicada y secada, se analiza utilizando el instrumento adecuado	Dosímetro UV: es un dispositivo que mide la intensidad de la radiación ultravioleta en una unidad llamada miliwatt por centímetro cuadrado (mW/cm ²).
Detección de resinas	Análisis de la resina detectada	% de detección de la resina

2.1.3. Descripción de la técnica

2.1.3.1. Preparación del diente sano

- Seleccionar dientes humanos extraídos que no presenten caries, restauraciones previas, o cualquier otra alteración visible.
- Limpiar cada diente con agua destilada y un cepillo suave para eliminar cualquier resto de tejido blando adherido.
- Almacenar los dientes en una solución salina o agua destilada para mantenerlos hidratados hasta el momento de su uso.

2.1.3.2. Apertura de orificios en el diente

- Utilizar una fresa diamantada de color azul para realizar orificios de 0.5 mm,

1 mm y 1.5 mm de diámetro en la superficie del diente. Asegurarse de realizar los orificios en zonas diferentes para evitar interferencias entre ellos.

- Lavar y secar cuidadosamente el diente después de cada perforación para eliminar el polvo y los residuos.

2.1.3.3. Colocación de los tipos de resina

- Seleccionar los diferentes tipos de resina que se desean evaluar.
- Usar una espátula dental o un aplicador adecuado para colocar la resina dentro de cada orificio, asegurándose de llenar completamente el espacio sin dejar burbujas.
- Permitir que la resina se cure de acuerdo con las instrucciones del fabricante, usando una lámpara de fotocurado si es necesario.

2.1.3.4. Identificación de la resina con la lámpara LUMIDENT

- Oscurecer el ambiente para mejorar la visualización con la lámpara.
- Encender la lámpara LUMIDENT y dirigirla hacia el diente, observando cualquier fluorescencia o cambio de color que indique la presencia de resina.
- Registrar las observaciones para cada diente y tipo de resina.

2.1.3.5. Registro fotográfico

- Usar una cámara con capacidad macro o una cámara dental para tomar fotografías claras y detalladas de cada diente antes y después de la aplicación de la lámpara LUMIDENT.
- Asegurarse de mantener condiciones de Luminosidad consistentes para todas las fotografías.

2.1.3.6. Análisis de fotos

- Utilizar un software de análisis de imágenes para examinar y comparar las fotografías.

- Buscar diferencias en la fluorescencia o el color entre las áreas con y sin resina.
- Medir y registrar cualquier variación en el brillo, contraste o color que pueda indicar la presencia de resina.
- Comparar los resultados entre los diferentes tipos de resina y tamaños de orificio.

2.2. Instrumentos

2.2.1. Instrumento documental

Formato de registro de datos: es un documento estructurado donde se registran los datos obtenidos durante el ensayo. El formato de registro debe incluir las siguientes secciones:

- Identificación del diente
- Tipo de resina aplicada
- Intensidad y longitud de onda de la luz ultravioleta emitida por el prototipo "Lumindent"
- Resultados del análisis de la resina compuesta en el tejido dental
- Observaciones adicionales

Este formato de registro de datos es útil para organizar y registrar los datos obtenidos durante el ensayo de detección de resinas compuestas en tejido dental utilizando el prototipo "Lumindent". También facilita la comparación y el análisis de los resultados obtenidos, pudiendo llegar a personalizar el formato de registro de datos para que se ajuste a las necesidades específicas de la investigación.

Especificación

Tamaño del papel: Carta (8,5 x 11 pulgadas). Margen: 2,5 cm en todos los lados.

Tipo de letra: Arial, tamaño 12.

Líneas de separación: línea sólida horizontal de 0,5 pt.

Secciones: Identificación del diente o molde, resina compuesta aplicada, intensidad y longitud de onda de la luz ultravioleta emitida por el prototipo "Lumindent", resultados del análisis de la resina compuesta en el tejido dental, observaciones adicionales.

Estructura

- Título: "Formato de registro de datos para el ensayo de detección de resinas compuestas en tejido dental usando el prototipo Lumindent"
- Identificación del diente o molde utilizado
- Nombre o número del diente o molde utilizado
- Descripción de la ubicación del área donde se aplicó la resina
- Tipo de resina compuesta aplicada
- Nombre y marca de la resina compuesta aplicada
- Descripción de las propiedades de la resina compuesta (por ejemplo, fotopolimerizable, autopolimerizable, tipo de monómero utilizado)
- Intensidad y longitud de onda de la luz ultravioleta emitida por el prototipo Lumindent
- Intensidad de la luz ultravioleta (en mW/cm^2)
- Longitud de onda de la luz ultravioleta (en nm)
- Resultados del análisis de la resina compuesta en el tejido dental
- Descripción de los resultados obtenidos (por ejemplo, presencia o ausencia de la resina en el tejido dental, intensidad de la señal de la resina)
- Observaciones adicionales

a. Modelo del instrumento

Diente/Molde	Ubicación	Resina	Espesor de Resina	Tratamiento	Intensidad UV (mW/cm ²)	Longitud de onda UV (nm)	Resultados	Análisis Estadístico	Observaciones
A1/KIT1		FORMA	0,5 mm	1					
B1/KIT1		FORMA	1 mm	2					
C1/KIT1		FORMA	1,5 mm	3					
A1/KIT2		HERCULITE	0,5 mm	1					
B1/KIT2		HERCULITE	1 mm	2					
C1/KIT2		HERCULITE	1,5 mm	3					
A1/KIT3		3M	0,5 mm	1					
B1/KIT3		3M	1 mm	2					
C1/KIT3		3M	1,5 mm	3					
A1/KIT4		FGM	0,5 mm	1					
B1/KIT4		FGM	1 mm	2					
C1/KIT4		FGM	1,5 mm	3					

Leyenda:

- **Diente/Molde:** Nombre o número del diente o molde utilizado.
- **Ubicación:** Descripción de la ubicación del área donde se aplicó la resina.
- **Resina:** Nombre y marca de la resina compuesta aplicada.
- **Propiedades de Resina:** Descripción de las propiedades de la resina compuesta.
- **Intensidad UV (mW/cm²):** Intensidad de la luz ultravioleta emitida por el prototipo Lumident.
- **Longitud de onda UV (nm):** Longitud de onda de la luz ultravioleta emitida por el prototipo Lumident.
- **Resultados:** Descripción de los resultados obtenidos.
- **Análisis Estadístico:** Análisis estadístico realizado, si corresponde.
- **Observaciones:** Cualquier observación adicional relevante.

3. CAMPO DE VERIFICACIÓN

3.1. Ubicación espacial

- a. **Ámbito general:** Arequipa
- b. **Ámbito específico:** Centro odontológico de la Universidad Católica de Santa María.

3.2. Ubicación temporal

La investigación comprendió el último trimestre del año 2023

3.3. Unidades de estudio

3.3.1. Unidades de Análisis

Piezas dentales sanas, a las que se les realizó una cavidad de 0,5 mm para añadirse en este espacio resinas compuestas.

3.3.2. Manejo Metodológico de las Unidades de Análisis

a. Criterios de inclusión

- Piezas dentales no vitales sin restauraciones.
- Premolares extraídos por motivos Ortodónticos.
- Piezas dentales provenientes de pacientes adultos.

b. Criterios de exclusión

- Piezas dentales con deformaciones genéticas.
- Piezas dentales con defectos en el esmalte.
- Piezas dentales resacas o que no hayan sido preservadas correctamente post remoción.
- Piezas dentales afectadas por Bruxismo

4. ESTRATEGIAS DE RECOLECCIÓN

4.1. Organizador

- Recursos Humanos
 - a. Investigador: Joel Antonio Alosilla Ortiz
 - b. Asesor: Mónica Salas Rojas
- Recursos Físicos
 - a. Centro Odontológico de la UCSM
 - b. Laboratorio de investigación
- Recursos Económicos
 - a. El presupuesto para la recolección fue autofertado.
- Recursos Institucionales
 - a. Universidad Católica de Santa María.

4.2. Estrategia para manejar los resultados

4.2.1. Plan de procesamiento de los datos

Para el plan de procesamiento de datos del estudio, se adoptó un enfoque estadístico riguroso para evaluar la luminosidad y visibilidad de las piezas dentales revestidas con diferentes marcas y tonalidades de resinas compuestas, y su distinción del tejido dental bajo la exposición a luz UV. Los datos recopilados de las repeticiones de análisis para cada uno de los kits de resinas se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en la capacidad de fluorescencia entre las distintas marcas y tonalidades. Adicionalmente, se aplicó la prueba de Chi-cuadrado para examinar la asociación entre las categorías de resinas y la intensidad de fluorescencia observada. A continuación, se realizó todas las combinaciones entre las piezas dentales y resina aplicándose directamente

sobre las piezas 0,5mm; 1mm y 1,5 mm de resina polimerizada, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1

Tabla de tratamientos

Resinas compuestas	Espesor de la resina		Tratamientos			
			1	2	3	4
FORMA KIT 1	A	0,5 mm	A1/KIT1	A2/KIT1	A3/KIT1	A4/KIT1
	B	1 mm	B1/KIT1	B2/KIT1	B3/KIT1	B4/KIT1
	C	1,5 mm	C1/KIT1	C2/KIT1	C3/KIT1	C4/KIT1
HERCULITE KIT 2	A	0,5 mm	A1/KIT2	A2/KIT2	A3/KIT2	A4/KIT2
	B	1 mm	B1/KIT2	B2/KIT2	B3/KIT2	B4/KIT2
	C	1,5 mm	C1/KIT2	C2/KIT2	C3/KIT2	C4/KIT2
3M KIT 3	A	0,5 mm	A1/KIT3	A2/KIT3	A3/KIT3	A4/KIT3
	B	1 mm	B1/KIT3	B2/KIT3	B3/KIT3	B4/KIT3
	C	1,5 mm	C1/KIT3	C2/KIT3	C3/KIT3	C4/KIT3
FGM KIT 4	A	0,5 mm	A1/KIT4	A2/KIT4	A3/KIT4	A4/KIT4
	B	1 mm	B1/KIT4	B2/KIT4	B3/KIT4	B4/KIT4
	C	1,5 mm	C1/KIT4	C2/KIT4	C3/KIT4	C4/KIT4

4.3. Tipo de procesamiento

Para medir la intensidad de la luz ultravioleta emitida por el prototipo Lumident, se puede emplear un dosímetro. Este instrumento permite medir la radiación ultravioleta en una determinada área, lo que permite conocer la intensidad de la luz que incide sobre la muestra durante el ensayo.

Para usar el dosímetro para medir la luz ultravioleta del prototipo Lumident, se pueden seguir los siguientes pasos:

- Encender el prototipo Lumident.
- Colocar el dosímetro a una distancia de 5 cm de la fuente de luz ultravioleta LED, en la misma dirección que apunta el haz de luz.

- Presionar el botón del dosímetro para activar la medición de la radiación ultravioleta, cambiándose la longitud de onda para cada medición con el baristor.
- Esperar unos segundos mientras se realiza la medición.
- Registrar la intensidad de la radiación ultravioleta en la pantalla del dosímetro.
- Repetir la medición en diferentes puntos de la superficie de la muestra para obtener una medida más precisa.

4.3. Operaciones del procesamiento

4.3.1. **Clasificación:** Matriz de sistematización

4.3.2. **Recuento:** Matrices de recuento.

4.3.3. **Tabulación:** Tablas de doble entrada

4.3.4. **Graficación:** Diagrama de barras.

4.3.5. **Programa de procesamiento:** IBM SPSS v. 26.0

4.4. Plan de análisis de datos

4.4.1. **Tipo de análisis**

Descriptivo

Tratamiento estadístico

VARIABLE	TIPO	ESCALA DE MEDICION	PRUEBA ESTADISTICA
Luz ultravioleta	Independiente	Numérica	ANOVA
Piezas dentales	Dependiente	Ordinal	Descripción



CAPITULO III
RESULTADOS

Elaboración de la matriz de detección de resina:

Tabla 2
Matriz de datos

Resinas compuestas	Espesor de la resina		Tratamientos							
			luminosidad	Visibilidad	luminosidad	Visibilidad	luminosidad	Visibilidad	luminosidad	Visibilidad
FORMA KIT 1	A	0,5 mm	2	3	2	4	3	4	2	3
	B	1 mm	2	3	2	3	3	4	2	3
	C	1,5 mm	3	3	3	4	2	4	3	3
HERCULITE KIT 2	A	0,5 mm	1	2	2	3	1	3	2	2
	B	1 mm	1	2	2	1	2	1	2	3
	C	1,5 mm	2	3	2	2	2	3	3	3
3M KIT 3	A	0,5 mm	1	2	1	3	1	2	1	1
	B	1 mm	1	2	1	2	2	1	2	1
	C	1,5 mm	1	2	2	1	1	2	1	1
FGM KIT 4	A	0,5 mm	3	4	2	4	2	3	2	3
	B	1 mm	3	4	2	5	3	4	2	4
	C	1,5 mm	3	4	3	3	3	3	3	4

*La interpretación de la escala para luminosidad y visibilidad se presentan en el anexo 1.

* Descripción de la Matriz:

- **Resina:** Representa el grosor de la resina aplicada. Los valores específicos son: 0.5 mm, 1 mm, 1.5 mm.
- **Luminosidad:** Define la intensidad de la Luminosidad durante la captura de la imagen.
- **Visibilidad:** Se refiere al grado de claridad y nitidez con el que se pueden percibir los detalles y objetos en la imagen.

Valores de la matriz para Luminosidad:

- **Baja (1) – 0%:** Luz mínima o insuficiente para iluminar adecuadamente la escena.
- **Media (2) – 50%:** Luz suficiente para visualizar las estructuras, pero sin maximizar el contraste de la resina.
- **Alta (3) – 100%:** Luz abundante que maximiza el contraste y la visibilidad de la resina.

Valores de la matriz para visibilidad:

- **Difícil (1) – 0%:** La resina es difícil de detectar y puede requerir técnicas de procesamiento de imágenes avanzadas para su identificación.
- **Poco Visible (2) – 25%:** La resina es apenas detectable y puede requerir un esfuerzo visual o procesamiento de imagen para identificarla.
- **Visible (3) – 50%:** La resina puede ser identificada visualmente sin demasiado esfuerzo o procesamiento adicional.
- **Muy Visible (4) – 75%:** La resina es fácilmente identificable y se destaca claramente en la imagen.
- **Extremadamente Visible (5) – 100%:** La resina es extremadamente prominente y domina la imagen con una visibilidad clara y distintiva.

Nota: Elaboración propia

Interpretación:

- **FORMA KIT 1:** Muestra una luminosidad y visibilidad constantes y moderadas en todos los espesores, con un ligero incremento en la luminosidad para el espesor de 1,5 mm. Esto indica que la resina FORMA mantiene una buena visibilidad con un valor promedio de 3 (visible de 50%) y mejora su luminosidad con un valor promedio de 2 (luminosidad media de 50%) a medida que aumenta el espesor.
- **HERCULITE KIT 2:** En general, presenta luminosidad y visibilidad más bajas en comparación con el KIT 1, especialmente en espesores menores de 0,5 mm y 1 mm. Hay una luminosidad con valor promedio de 2 (media, 50%) y visibilidad 2 (poco visible, 25%) al alcanzar un espesor de 1,5 mm, lo que sugiere que este kit puede requerir de un mayor espesor para lograr una mejor visualización.
- **3M KIT 3:** Consistentemente muestra los valores más bajos de luminosidad con valor promedio de 1 (baja, 0%) y visibilidad con valor promedio 2 (poco visible, 25%) en todos los espesores, lo que indica que podría ser menos adecuado para aplicaciones donde la estética es crucial, como en los dientes anteriores o en áreas altamente visibles.
- **FGM KIT 4:** Destaca por tener la mejor luminosidad con valor promedio de 3 (alta, 100%) y visibilidad con valor 4 (muy visible, 75%) en todos los espesores, con valores especialmente altos en el espesor de 1 mm. Esto sugiere que FGM KIT 4 podría ser la mejor opción para aplicaciones que requieren una alta estética y visibilidad, como en restauraciones de dientes frontales.

Tabla 3

Matriz de detección de resinas Tratamiento 1

Resina	Espesor de Resina	Luminosidad	Visibilidad
FORMA	0,5 mm	Media	Visible
FORMA	1 mm	Media	Visible
FORMA	1,5 mm	Alta	Visible
HERCULITE	0,5 mm	Baja	Poco visible
HERCULITE	1 mm	Baja	Poco visible
HERCULITE	1,5 mm	Media	Visible
3M	0,5 mm	Baja	Poco visible
3M	1 mm	Baja	Poco visible
3M	1,5 mm	Baja	Poco visible
FGM	0,5 mm	Alta	Muy visible
FGM	1 mm	Alta	Muy visible
FGM	1,5 mm	Alta	Muy visible

Nota: Matriz de datos

Interpretación Tratamiento 1:

1. Resina FORMA:

- A un espesor de 0,5 mm y 1 mm, la resina FORMA muestra una luminosidad media y es claramente visible. Al aumentar el espesor a 1,5 mm, la luminosidad se incrementa a un nivel alto, manteniendo su visibilidad.

2. Resina HERCULITE:

- A espesores de 0,5 mm y 1 mm, HERCULITE tiene una luminosidad baja y su visibilidad es limitada. Al incrementar el espesor a 1,5 mm, la luminosidad mejora a un nivel medio, pero sigue siendo claramente visible.

3. Resina 3M:

- Independientemente del espesor (0,5 mm, 1 mm, 1,5 mm), la resina 3M presenta una luminosidad baja y es poco visible. Esto sugiere que la resina 3M puede no ser la mejor opción si la visibilidad y luminosidad son factores críticos en la elección de la resina.

4. Resina FGM:

- A través de todos los espesores (0,5 mm, 1 mm, 1,5 mm), la resina FGM muestra una alta luminosidad y es muy visible. Esto indica que FGM podría ser una excelente opción para aplicaciones donde la visibilidad y la luminosidad son esenciales.



Tabla 4

Matriz de detección de resinas Tratamiento 2

Resina	Espesor de Resina	Luminosidad	Visibilidad
FORMA	0,5 mm	Media	Muy visible
FORMA	1 mm	Media	Visible
FORMA	1,5 mm	Alta	Muy Visible
HERCULITE	0,5 mm	Media	Visible
HERCULITE	1 mm	Media	Difícil
HERCULITE	1,5 mm	Media	Poco Visible
3M	0,5 mm	Baja	Visible
3M	1 mm	Baja	Poco Visible
3M	1,5 mm	Media	Difícil
FGM	0,5 mm	Media	Muy visible
FGM	1 mm	Media	Extrem. visible
FGM	1,5 mm	Alta	Visible

Nota: Matriz de datos

Interpretación Tratamiento 2:

1. Resina FORMA:

- A un espesor de 0,5 mm, la resina FORMA muestra una luminosidad media y es muy visible, lo que indica una excelente visibilidad incluso con luminosidad media. A 1 mm de espesor, la luminosidad se mantiene media, pero la visibilidad disminuye ligeramente a "visible". Al aumentar el espesor a 1,5 mm, la luminosidad se incrementa a un nivel alto y es muy visible, lo que sugiere que, con mayor espesor, la visibilidad de la resina FORMA es excelente.

2. Resina HERCULITE:

- A 0,5 mm de espesor, HERCULITE tiene una luminosidad media y es claramente visible. Al incrementar el espesor a 1 mm, aunque la luminosidad se mantiene media, su visibilidad se vuelve "difícil", lo que sugiere que la resina podría no ser fácilmente discernible en este espesor. A 1,5 mm, su visibilidad disminuye aún más, siendo poco visible, a pesar de mantener una luminosidad media.

3. Resina 3M:

- A 0,5 mm de espesor, la resina 3M presenta una luminosidad baja pero sigue siendo claramente visible. A 1 mm, aunque la luminosidad sigue siendo baja, la visibilidad disminuye a "poco visible". Sorprendentemente, al aumentar el espesor a 1,5 mm, la luminosidad mejora a media, pero su visibilidad se vuelve "difícil".

4. Resina FGM:

- A 0,5 mm de espesor, la resina FGM muestra una luminosidad media y es muy visible. A 1 mm, la luminosidad se mantiene media, pero la visibilidad aumenta significativamente, siendo "extremadamente visible". A 1,5 mm, a pesar de tener una alta luminosidad, su visibilidad disminuye a "visible", lo que sugiere que, aunque la resina es luminosa, su visibilidad puede ser afectada por otros factores en este espesor.

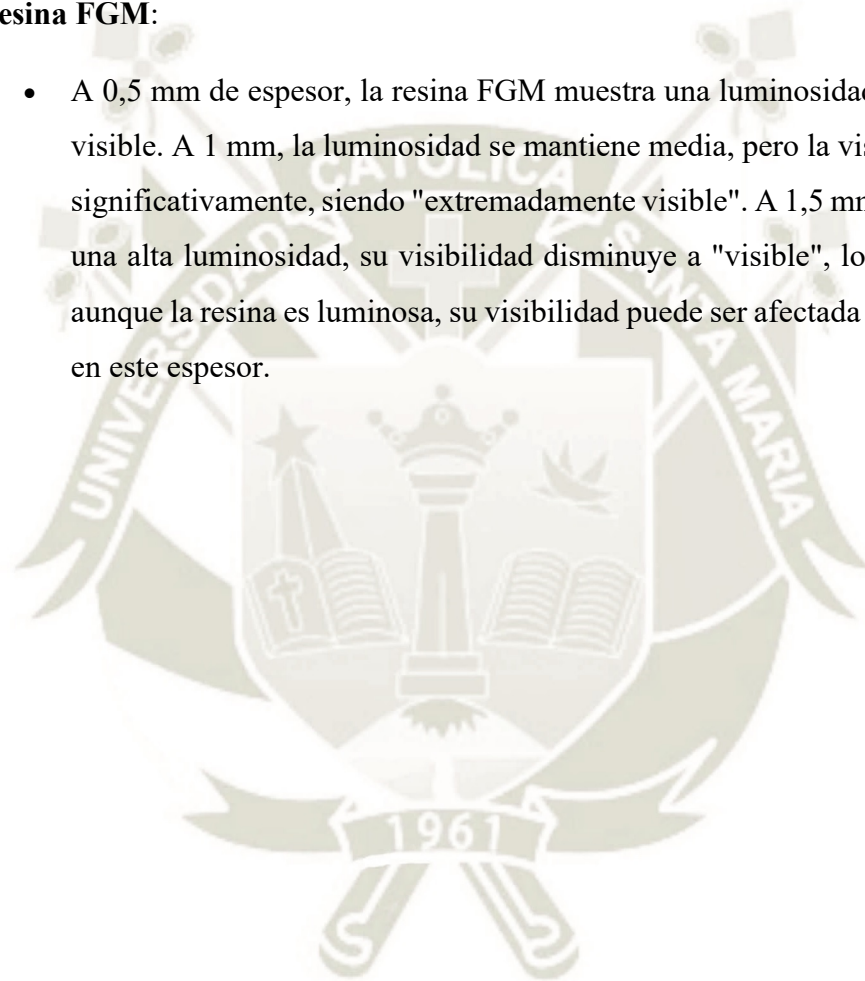


Tabla 5

Matriz de detección de resinas Tratamiento 3

Resina	Espesor de Resina	Luminosidad	Visibilidad
FORMA	0,5 mm	Alta	Muy Visible
FORMA	1 mm	Alta	Muy Visible
FORMA	1,5 mm	Media	Muy Visible
HERCULITE	0,5 mm	Baja	Visible
HERCULITE	1 mm	Media	Difícil
HERCULITE	1,5 mm	Media	Visible
3M	0,5 mm	Baja	Poco visible
3M	1 mm	Media	Difícil
3M	1,5 mm	Baja	Poco visible
FGM	0,5 mm	Media	Visible
FGM	1 mm	Alta	Muy visible
FGM	1,5 mm	Alta	Visible

Nota: Matriz de datos

Interpretación del Tratamiento 3:

1. Resina FORMA:

- A espesores de 0,5 mm y 1 mm, la resina FORMA muestra una alta luminosidad y es muy visible, lo que indica una excelente visibilidad y luminosidad en estos espesores. Al aumentar el espesor a 1,5 mm, aunque la luminosidad disminuye a media, la resina sigue siendo muy visible. Esto sugiere que la resina FORMA mantiene una excelente visibilidad independientemente de la luminosidad en estos espesores.

2. Resina HERCULITE:

- A 0,5 mm de espesor, HERCULITE tiene una luminosidad baja pero es claramente visible. Al incrementar el espesor a 1 mm, la luminosidad mejora a media, pero sorprendentemente, su visibilidad se vuelve "difícil". A 1,5 mm, la luminosidad se mantiene media y su visibilidad mejora, siendo claramente visible.

3. Resina 3M:

- A 0,5 mm de espesor, la resina 3M presenta una luminosidad baja y es poco visible. A 1 mm, la luminosidad mejora a media, pero su visibilidad se vuelve "difícil". Al aumentar el espesor a 1,5 mm, la luminosidad vuelve a ser baja y su visibilidad se mantiene como "poco visible". Esto sugiere una inconsistencia en la relación entre luminosidad y visibilidad para esta resina a diferentes espesores.

4. Resina FGM:

- A 0,5 mm de espesor, la resina FGM tiene una luminosidad media y es claramente visible. Al incrementar el espesor a 1 mm, la luminosidad se incrementa a alta y se vuelve "muy visible". A 1,5 mm, a pesar de mantener una alta luminosidad, su visibilidad disminuye a "visible", lo que sugiere que otros factores, además de la luminosidad, podrían influir en la visibilidad en este espesor.

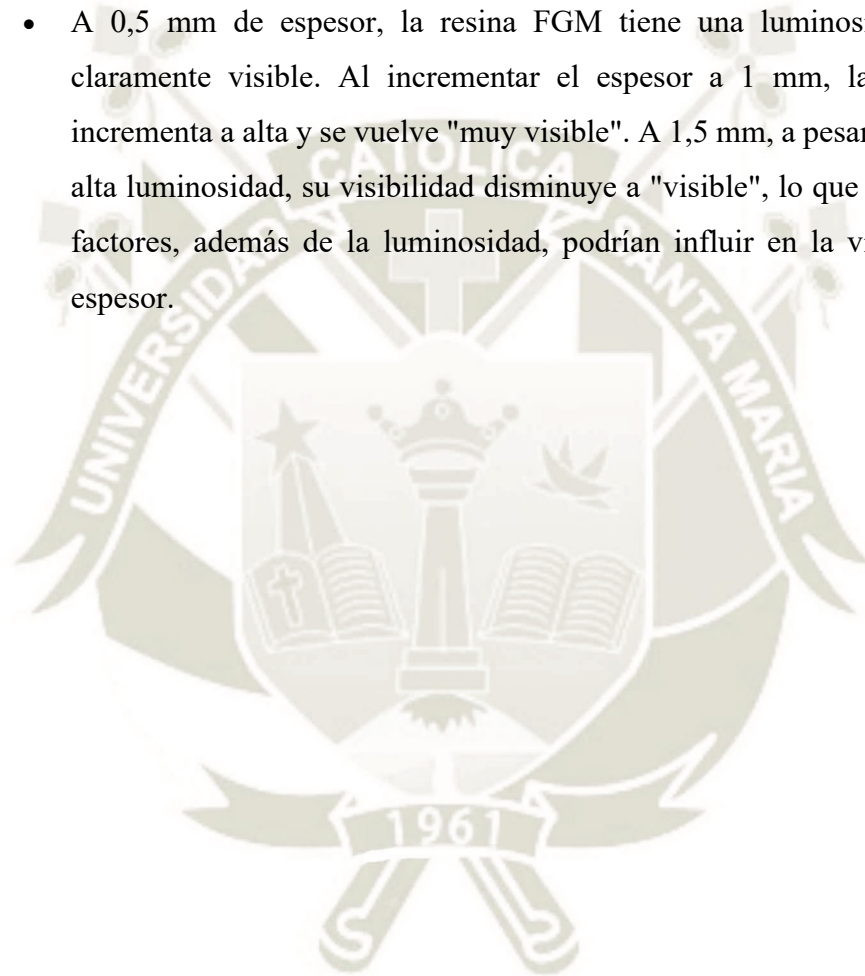


Tabla 6

Matriz de detección de resinas Tratamiento 4

Resina	Espesor de Resina	Luminosidad	Visibilidad
FORMA	0,5 mm	Media	Visible
FORMA	1 mm	Media	Visible
FORMA	1,5 mm	Alta	Visible
HERCULITE	0,5 mm	Media	Poco visible
HERCULITE	1 mm	Media	Visible
HERCULITE	1,5 mm	Alta	Visible
3M	0,5 mm	Baja	Difícil
3M	1 mm	Media	Difícil
3M	1,5 mm	Baja	Difícil
FGM	0,5 mm	Media	Visible
FGM	1 mm	Media	Muy visible
FGM	1,5 mm	Alta	Muy visible

Nota: Matriz de datos

Interpretación del Tratamiento 4:

1. Resina FORMA:

- A espesores de 0,5 mm y 1 mm, la resina FORMA muestra una luminosidad media y es claramente visible. Al aumentar el espesor a 1,5 mm, la luminosidad se incrementa a alta, pero la visibilidad se mantiene constante como "visible". Esto indica que, a pesar de un aumento en la luminosidad, la visibilidad no se ve afectada, lo que sugiere una buena consistencia en la visibilidad de la resina FORMA a diferentes niveles de luminosidad.

2. Resina HERCULITE:

- A 0,5 mm de espesor, HERCULITE tiene una luminosidad media, pero su visibilidad es "poco visible". Al incrementar el espesor a 1 mm, la visibilidad mejora y se vuelve claramente "visible", manteniendo la misma luminosidad media. A 1,5 mm, la luminosidad se incrementa a alta, pero la visibilidad sigue

siendo claramente "visible", lo que indica una buena visibilidad a pesar de un aumento en la luminosidad.

3. Resina 3M:

- En todos los espesores (0,5 mm, 1 mm, 1,5 mm), la visibilidad de la resina 3M se describe como "difícil". Esto indica que la visibilidad de la resina 3M es consistentemente baja en estos espesores. En términos de luminosidad, a 0,5 mm y 1,5 mm la resina 3M tiene una luminosidad baja, mientras que a 1 mm mejora a media. A pesar de esta variación en la luminosidad, la visibilidad se mantiene difícil en todos los espesores.

4. Resina FGM:

- A 0,5 mm de espesor, la resina FGM tiene una luminosidad media y es claramente visible. Al incrementar el espesor a 1 mm, la visibilidad mejora y se vuelve "muy visible", manteniendo la misma luminosidad media. A 1,5 mm, la luminosidad se incrementa a alta y la visibilidad es "muy visible", lo que indica una excelente visibilidad a pesar de un aumento en la luminosidad.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Tabla 7

Prueba Anova para luminosidad en función a Resina y la distancia:

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Valor F	Sig.
Resina	13.229	3	19.242	1.29×10^{-7}
Medida	2.542	2	5.545	0.00795

Nota: Matriz de datos

En la tabla 7, En el análisis de varianza proporcionado, se observa que la variabilidad en los datos se atribuye a dos factores principales: el tipo de resina y la medida realizada. Con respecto al tipo de resina, se identifica una suma de cuadrados de 13.229, lo que refleja una variación significativa atribuida a la diferencia entre las resinas. Los grados de libertad asociados a este factor son tres, lo cual indica la presencia de cuatro tipos distintos de resinas en el estudio. El valor F alcanza un nivel de 19.242, lo que indica una variabilidad notablemente más alta entre los tipos de resinas que dentro de cada tipo. Esta diferenciación entre resinas se confirma estadísticamente con un valor p extremadamente bajo de 1.29×10^{-7} , lo que sugiere que las diferencias observadas son altamente significativas y no atribuibles al azar.

En cuanto al factor de medida, la suma de cuadrados es de 2.542, indicando una variabilidad debido a las diferencias entre las medidas tomadas de luminosidad y visibilidad. Con dos grados de libertad, se deduce la existencia de tres tipos distintos de medidas evaluadas. El valor F para la medida es 5.545, lo que implica que hay una variación más pronunciada entre los tipos de medidas que dentro de cada medida individual, aunque esta variación no es tan destacada como la observada entre las resinas. La significancia de este factor es de 0.00795, situándose por debajo del umbral común de 0.05, confirmando que las diferencias entre las medidas son también estadísticamente significativas.

Las conclusiones basadas en esta tabla son:

- Hay una diferencia significativa en la luminosidad entre las diferentes resinas ($p < 0.05$).
- Hay una diferencia significativa en la luminosidad entre las diferentes medidas ($p < 0.05$).
- No hay una interacción significativa entre resina y medida con respecto a la luminosidad ($p > 0.05$).

Tabla 8

Prueba Anova para visibilidad en función a la Resina y la distancia

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Valor F	Sig.
Resina	33.417	3	28.643	1.21×10^{-9}
Medida	0.292	2	0.375	0.689

Nota: Matriz de datos

En la tabla 8, presenta los resultados para dos factores: la Resina y la Medida, relacionados con la visibilidad. El análisis revela que la variable Resina es un determinante significativo en la visibilidad, como lo evidencia una suma de cuadrados de 33.417. Con tres grados de libertad, el valor F alcanza 28.643, lo cual es indicativo de una variación sustancial en la visibilidad entre los diferentes tipos de resina. Esta diferencia es estadísticamente significativa, con un p-valor de 1.21×10^{-9} , lo que denota una probabilidad extremadamente baja de que tales diferencias en visibilidad sean resultado del azar.

En contraste, el factor Medida, que podría estar asociado con diferentes distancias en este contexto, muestra una influencia mucho menor en la visibilidad. Esto se refleja en una suma de cuadrados de solo 0.292 y un valor F de 0.375. Con dos grados de libertad, el p-valor asociado es de 0.689, situándose muy por encima del umbral convencional de 0.05, lo que sugiere que no existen diferencias significativas en la visibilidad atribuibles a la medida dentro del rango estudiado.

Las conclusiones basadas en esta tabla son:

1. Hay una diferencia significativa en la visibilidad entre las diferentes resinas ($p < 0.05$).
2. No hay una diferencia significativa en la visibilidad entre las diferentes medidas ($p > 0.05$).
3. No hay una interacción significativa entre resina y medida con respecto a la visibilidad ($p > 0.05$).

DISCUSIÓN

El estudio realizado por Parra Moreno (25) subraya la influencia de múltiples factores en la estabilidad del color de las resinas compuestas. Estos incluyen la técnica de fotopolimerización, el tipo de resina y diversos factores ambientales. Sin embargo, a la luz de los resultados actuales, donde encontramos diferencias significativas en la luminosidad entre las resinas ($p < 0.05$) y en la visibilidad entre las diferentes resinas ($p < 0.05$), se añade una nueva dimensión a este debate. Es interesante observar que no encontramos una interacción significativa entre la resina y la medida en relación con la luminosidad y la visibilidad, lo que sugiere que estas dos variables actúan de forma independiente en nuestro estudio.

El autor Sánchez Dávila (26) resalta la importancia de la saturación del color y la fluorescencia en la estética dental. Las discrepancias observadas entre, por ejemplo, la resina FGM, que demostró ser altamente detectable en todas las mediciones, y la resina 3M, que tuvo un desempeño menos óptimo, pueden estar relacionadas con las diferencias en la composición química y las propiedades ópticas de las resinas.

A pesar de la efectividad demostrada de la lámpara LUMIDENT, es evidente que no todas las resinas son igualmente detectables. Esto plantea interrogantes sobre si la longitud de onda de 395nm es la más óptima para todas las resinas o si sería necesario considerar un rango más amplio de longitudes de onda. Esta idea concuerda con las investigaciones anteriores que discuten la fluorescencia y el color de las resinas.

El estudio de Sandoval Sánchez (12) sobre el cambio cromático en distintos tipos de resinas añade una perspectiva valiosa. Aunque nuestra investigación no se centró en bebidas carbonatadas, los desafíos presentados en su estudio reflejan la complejidad de los factores que afectan la apariencia de las resinas. También, se introduce un debate sobre la uniformidad en la detección de la fluorescencia de las resinas. Melo (28) sostiene que no existen diferencias estadísticas en la intensidad de fluorescencia entre las resinas compuestas evaluadas, alcanzando todas metamerismo con el esmalte. Esto contrasta con los resultados de Soares da Silva (29), quien encontró diferencias significativas entre las resinas utilizadas, permitiendo la distinción entre las propiedades ópticas de los elementos dentales y los materiales de restauración. Además, los estudios de Ferreira (5) destacan cómo el envejecimiento, el espesor de la muestra y el tipo de material influyen tanto en la microdureza superficial como en la fluorescencia.

El propósito de este estudio es evaluar la eficacia de la lámpara LUMIDENT en la detección de resinas compuestas en tejidos dentales extraídos, examinando su capacidad para destacar la luminosidad y visibilidad en distintos espesores de resina. Nuestros hallazgos indican una detección significativamente variable entre las resinas FORMA, HERCULITE, 3M y FGM, con diferencias notables en la luminosidad ($p < 0.05$) y en la visibilidad ($p < 0.05$), sin interacciones significativas entre el tipo de resina y la medida de estas variables, lo que sugiere que la efectividad del prototipo es consistente en las diferentes medidas, pero varía según la composición de la resina. Los resultados de Magni (30) corroboran la utilidad de la fluorescencia inducida por luz en la longitud de onda específica de 398 ± 5 nm, no solo para la detección, sino también para evaluar los cambios volumétricos post-tratamiento a través de técnicas de escaneo y software especializados. Estos hallazgos resaltan la potencial complejidad en la interacción entre la luz emitida y las propiedades ópticas específicas de cada resina. Esto se alinea con la literatura existente, como los estudios de Parra Moreno y Sánchez Dávila, que resaltan la influencia de factores como la técnica de fotopolimerización y la composición química en la estabilidad del color y la fluorescencia de las resinas compuestas. A pesar de la eficacia demostrada de la LUMIDENT, que opera a una longitud de onda de 395nm, nuestros resultados plantean interrogantes sobre la posibilidad de optimizar la detección variando las longitudes de onda utilizadas, lo que podría reflejar una interacción más compleja entre la luz emitida y las propiedades ópticas específicas de cada resina.

La detección y estabilidad del color de las resinas compuestas ha sido un tema de interés en la odontología restauradora, tal como se refleja en diversas investigaciones precedentes. Aunque estudios anteriores ofrecen una amplia gama de resultados y metodologías, el análisis de las resinas FORMA, HERCULITE, 3M y FGM proporciona información adicional al campo.

CONCLUSIONES

PRIMERA: La lámpara LUMIDENT ha demostrado ser una herramienta eficaz en la detección de resinas, con diferencias significativas en luminosidad ($p < 0.05$) que varían en un rango bajo de 0% para la resina HERCULITE, y alta 100% para la resina FORMA, FGM, y en visibilidad ($p < 0.05$) con un rango de poco visible 25% para la resina HERCULITE a muy visible 75% para la resina FORMA, y FGM. La ausencia de una interacción significativa entre el tipo de resina y la medida de espesor sugiere que la lámpara ofrece una detección consistente en cuanto a espesor, pero su eficacia varía ampliamente entre las diferentes resinas.

SEGUNDA: La capacidad de la lámpara LUMIDENT para discernir entre distintas resinas en tejidos dentales extraídos se ha comprobado, pero muestra una variabilidad en la detección, con diferencias significativas en la luminosidad y visibilidad que oscilan para la resina FORMA a 100% y 75% respectivamente. Para la resina HERCULITE con 50% luminosidad y 50% visibilidad, para la resina 3M con 0% de luminosidad y 25% de visibilidad y finalmente para la resina FGM con 50% de luminosidad y 75% de visibilidad. Esto implica que la eficacia de la lámpara está altamente condicionada por las características particulares de las resinas, como la opacidad y las propiedades ópticas.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Se recomienda una colaboración estrecha entre universidades, fabricantes de resinas y profesionales de la odontología para optimizar el uso de esta herramienta. Esta colaboración debería enfocarse en desarrollar resinas con propiedades ópticas mejoradas que permitan una detección más uniforme en términos de luminosidad y visibilidad, independientemente de la marca. Además, sería beneficioso establecer protocolos de entrenamiento para los dentistas sobre cómo aprovechar al máximo la lámpara LUMIDENT con diferentes tipos y marcas de resinas, garantizando así una detección más eficiente y consistente en la práctica clínica.

SEGUNDA: Se recomienda a los fabricantes de resinas dentales mejorar y estandarizar las propiedades ópticas y de detección de las resinas, con el fin de reducir la variabilidad en su detección por la lámpara. Además, es aconsejable desarrollar guías clínicas detalladas y programas de capacitación para los dentistas, que incluyan técnicas específicas para el uso eficiente de la lámpara LUMIDENT con diferentes tipos de resinas, considerando sus características únicas.

REFERENCIAS

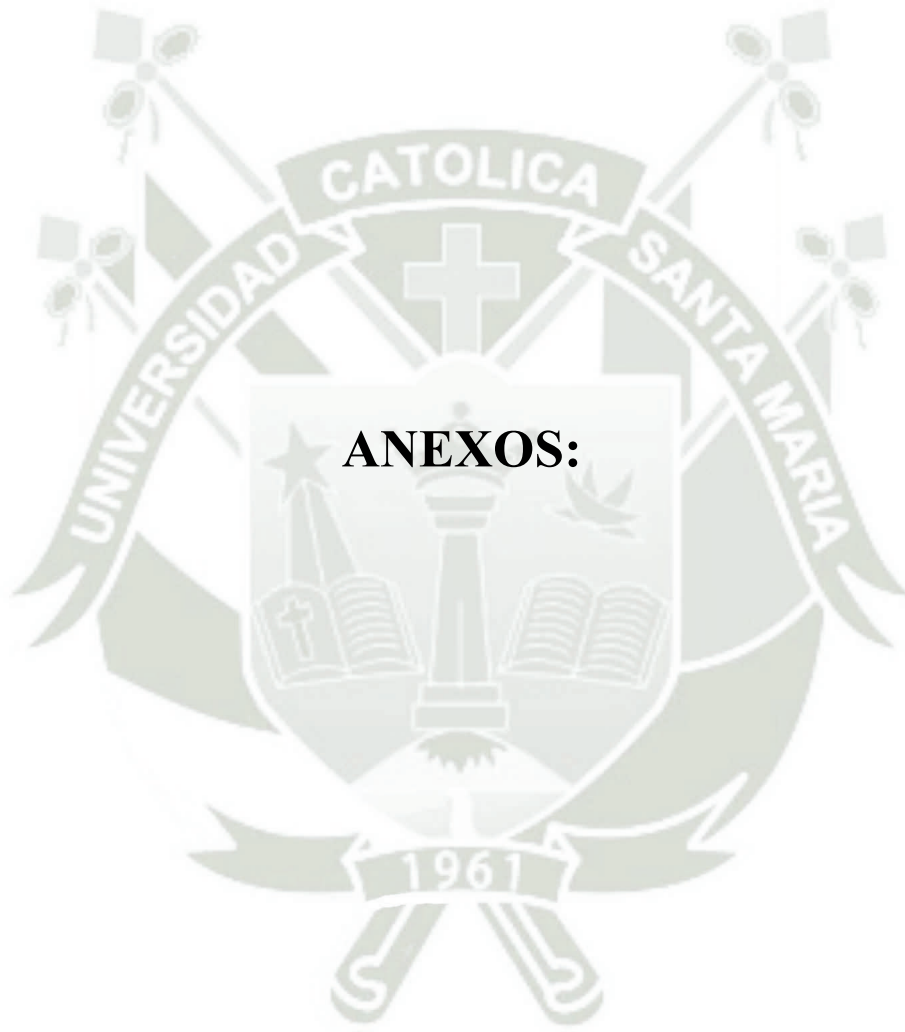
1. Angel P. Estudio analítico in vitro de fluorescencia visible inducida por luz ultravioleta en resinas compuestas para técnica estratificada. Tesis de pregrado. Santiago de Chile: Universidad de Chile, Facultad de Odontología.
2. Vedia S. Restablecimiento de la oclusión dental con resinas compuestas. *OrbTer*. 2022; 6(11): p. 125-39.
3. Loarte-Merino G, Perea-Corimaya E, Portilla-Miranda S, Juela-Moscoso C. Fundamentos para elegir una resina dental. *Odontol. Act.* 2019; 4(Esp): p. 57- 64.
4. Chávez L, Tarazona E. Influencia de la aplicación de métodos de barrera sobre la profundidad de polimerización de resinas compuestas en tiempos de pandemia (In Vitro). Tesis de titulación. Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Facultad de Medicina.
 - a. Ferreira L, de Faveri P, Matsunaga B, Carneiro F, Ueda J, Mendonça M, et al. Effects of thickness and aging of bulk-fill composite resins on surface microhardness and fluorescence properties. *RSD*. 2022; 11(5): p. e36911525933.
5. Antonio N, Godoy B, Villalobos P. Evaluación instrumental in vitro del color en restauraciones de resina compuesta mixtas de esmalte-dentina, medidas con espectrofotómetro. Valparaíso: Universidad de Valparaiso.
6. Giles P. Eficacia in vitro de la luz ultravioleta con poca Luminosidad y buena Luminosidad en la eliminación del remanente de adhesivo ortodóntico en dientes bovinos. Arequipa 2020. Tesis de segunda especialidad. Arequipa: Universidad Católica de Santa María, Segunda Especialidad en Ortodoncia y Ortopedia Maxilar.
7. Parreira J, Masalskas E, Nisioka R, Carril V, Fortulan C. Análise de resinas para manufatura aditiva por DLP. En: 10º Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação São Carlos; 2019 p. 6.
8. Vra C. Efectividad anticariogénica de los sellantes de fosas y fisuras. Tesis de bachiller. Guayaquil: Universidad de Guayaquil, Facultad Piloto de Odontología.
9. Soto M. Evaluación de la fluorescencia producida por la luz ultravioleta aplicados a dientes

- anteriores en diferentes grupos etéreos, Centro odontológico Nuestra Señora de Lourdes - Lima. Tesis de titulación. Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Odontología.
10. Rojas C, Saldaña A, Sotelo J. Nivel de conocimiento teórico y elección del color dental por estudiantes de IV y V año de odontología UNAN León, utilizando guías de color de 3M Filtek Z350 y guías personalizadas por estudiantes con resinas 3M Filtek Z350, octubre a noviembre del año 20. Tesis doctoral. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad de Odontología.
 11. Portocarrero A. Análisis del color y translucidez de una resina compuesta de nanorelleno modificando su opacidad, intensidad y espesor. Tesis de pregrado. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Odontología.
 12. Turbi N, Abreu A. Dureza superficial en resinas compuestas de nanotecnología de diferentes marcas comerciales, según el tiempo de fotocurado y momento del pulido, en el área de operatoria dental de la escuela de odontología de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña. Tesis de titulación. Santo Domingo: Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, Facultad de Ciencias de la Salud.
 13. Sandoval P. Cambio cromático en resina polimerizada maquinada (CAD-CAM) y resina empaquetada convencional al ser expuestas a bebidas carbonatadas con colorantes. Estudio in vitro. Tesis de titulación. Quito: Universidad Central del Ecuador, Carrera de Odontología.
 14. Grados H. Resultados estéticos de carillas laminadas de resinas y carillas lentes de contacto de porcelana. sector antero superior. Revisión de Artículos.
 15. Tesis de titulación. Huancayo: Universidad Roosevelt, Facultad de Ciencias de la Salud.
 16. Rueda J. Tratamientos restauradores adhesivos en dientes con erosión y desgaste severo, revisión bibliográfica. Tesis de bachiller. Guayaquil: Universidad de Guayaquil, Facultad Piloto de Odontología.
 17. Romani Z. Comparación de la resistencia compresiva entre resinas compuestas y cerómeros de nanorelleno y nanohíbridos: estudio in vitro. Tesis de titulación. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología.

18. Mejía M. Contracción en resinas a base de zirconia sometidas a dos tipos de fotoactivado (halógena y led). Estudio in vitro. Tesis de titulación. Quito: Universidad Central del Ecuador, Carrera de Odontología.
19. Escudero J. Restauración estética con resinas en dientes deciduos del sector anterior. Tesis de bachiller. Guayaquil: Universidad de Guayaquil, Facultad Piloto de Odontología.
20. Calderón R. Estudio comparativo de las resinas convencionales y las resinas bulk fill. Tesis de bachiller. Guayaquil: Universidad de Guayaquil, Facultad Piloto de Odontología.
21. Cerda I. Estudio analítico in vitro de fluorescencia visible inducida por luz ultravioleta en resinas compuestas para técnica estratificada. Tesis de titulación. Santiago: Universidad de Chile, Facultad de Odontología.
22. Gámez E. Resistencia a la compresión de la resina Nanohíbrida en comparación con la resina tipo Bulk Fill utilizando la técnica incremental y Monoincremental. estudio in vitro. Tesis de titulación. Lima: Universidad Norbert Wiener, Ciencias de la Salud.
23. Zhañay A. Resinas compuestas evolución y tendencias Cuenca-Ecuador 2021. Tesis de titulación. 23: Universidad Católica de Cuenca, Unidad Académica de Salud y Bienestar.
24. Orea D. Influencia de Streptococcus Mutans sobre la resistencia a la compresión diametral de resinas compuestas usadas en Odontología. Tesis de especialidad. Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Medicina.
25. Rodríguez L, Macías L, Martínez A, Martínez L. Fabricación y caracterización de pozos cuánticos para el estudio de la interacción luz-materia. CienciaUAT. 2023; 17(2): p. 6-23.
26. Parra N. Estabilidad del color de las resinas compuestas. Tesis de bachiller. Guayaquil: Universidad de Guayaquil, Facultad Piloto de Odontología.
27. Sánchez M. Cromo, valor y fluorescencia de resinas compuestas en el sector anterior. Tesis de pregrado. Guayaquil: Universidad de Guayaquil, Facultad Piloto de Odontología.
28. Melo G, Prado T, Camilotti V, Bernardon P, Mendonça M, Ueda J. In vitro and In vivo evaluation of resin composites fluorescence. J. Mechanical Behavior of Biomedical Materials. 2021; 114: p. 104223.

29. Silva Jsd, Beiriz R, Rezende A, Cabral L, Amaral R. Análise da fluorescência das resinas compostas de diferentes marcas comerciais. *Sempesq.* 2020;(7).
30. Omoto É. Efeito da iluminação fluorescente na precisão de retratamentos de facetas diretas. Tesis de bachiller. Araçatuba: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia, Araçatuba.
31. Alcandré T. Evaluación de longitud de onda e intensidad de fluorescencia de diferentes sistemas cerámicos: estudio in vitro. Tesis de segunda especialidad. Lima: Universidad Científica del Sur, Facultad de Ciencias de la Salud.





ANEXOS:

Anexo 1. Interpretación de matriz

Descripción de la Matriz:

- **Resina:** Representa el grosor de la resina aplicada. Los valores específicos son: 0.5 mm, 1 mm, 1.5 mm.
- **Luminosidad:** Define la intensidad de la Luminosidad durante la captura de la imagen.
- **Visibilidad:** Se refiere al grado de claridad y nitidez con el que se pueden percibir los detalles y objetos en la imagen.

Valores de la matriz para Luminosidad:

- **Baja (1) – 0%:** Luz mínima o insuficiente para iluminar adecuadamente la escena.
- **Media (2) – 50%:** Luz suficiente para visualizar las estructuras, pero sin maximizar el contraste de la resina.
- **Alta (3) – 100%:** Luz abundante que maximiza el contraste y la visibilidad de la resina.

Valores de la matriz para visibilidad:

- **Difícil (1) – 0%:** La resina es difícil de detectar y puede requerir técnicas de procesamiento de imágenes avanzadas para su identificación.
- **Poco Visible (2) – 25%:** La resina es apenas detectable y puede requerir un esfuerzo visual o procesamiento de imagen para identificarla.
- **Visible (3) – 50%:** La resina puede ser identificada visualmente sin demasiado esfuerzo o procesamiento adicional.
- **Muy Visible (4) – 75%:** La resina es fácilmente identificable y se destaca claramente en la imagen.
- **Extremadamente Visible (5) – 100%:** La resina es extremadamente prominente y domina la imagen con una visibilidad clara y distintiva.

Anexo 2. Procedimiento y registro fotográfico de las piezas dentales

Para el objetivo específico identificar el porcentaje de detección de resina que tiene el prototipo de la lámpara LUMIDENT para detectar resinas compuestas en el tejido dental.

Gráfico 1

Resinas utilizadas en la fase experimental



Gráfico 2

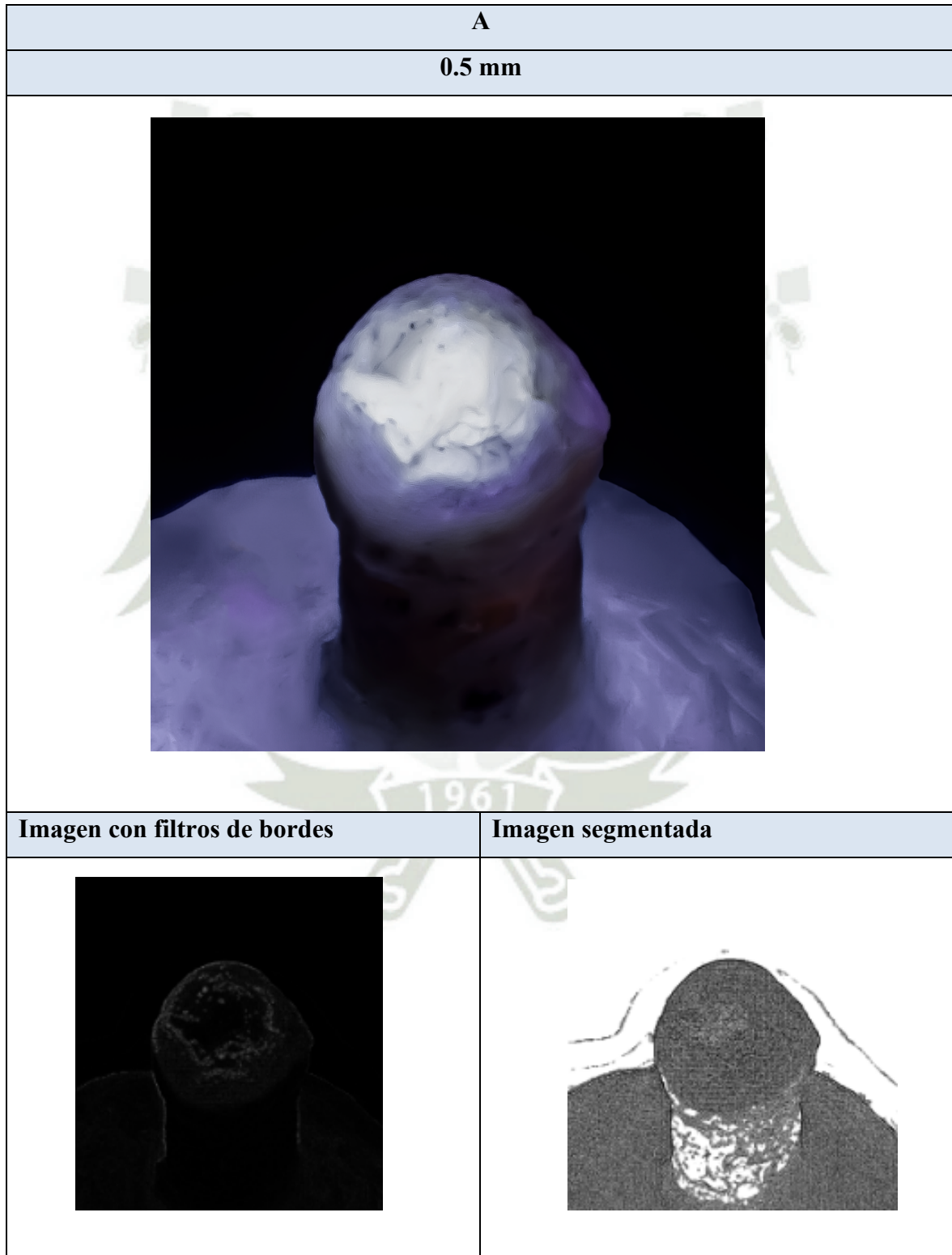
Piezas dentales utilizadas



RESINA FORMA KIT 1

Gráfico 3

Resina Forma a 0.5 mm



La Imagen con Filtro de Bordes, resalta las regiones de la imagen con transiciones bruscas de intensidad, que podrían corresponder a los bordes de la resina.

A la derecha, la Imagen Segmentada, donde se ha utilizado umbralización adaptativa en la imagen filtrada para intentar aislar las áreas de interés.

Las áreas grises claras en la corona del diente en la imagen segmentada representan regiones de la imagen que han sido identificadas como de interés basándonos en el filtrado y la segmentación realizados. Estas corresponden a la resina.

- **Filtrado Espacial:** Se utilizó un filtro de realce de bordes para resaltar regiones con cambios bruscos de intensidad, que podrían indicar los bordes de la resina.
- **Segmentación:** La umbralización adaptativa se utilizó para intentar aislar las áreas que podrían corresponder a la resina.
- **Observación:** Se observaron regiones blancas en la imagen segmentada, que indican áreas de interés basadas en el filtrado y la segmentación.
- **Posible Interpretación:** Las áreas grises claras podrían corresponder a la resina.

Gráfico 4

Resina Forma a 1 mm

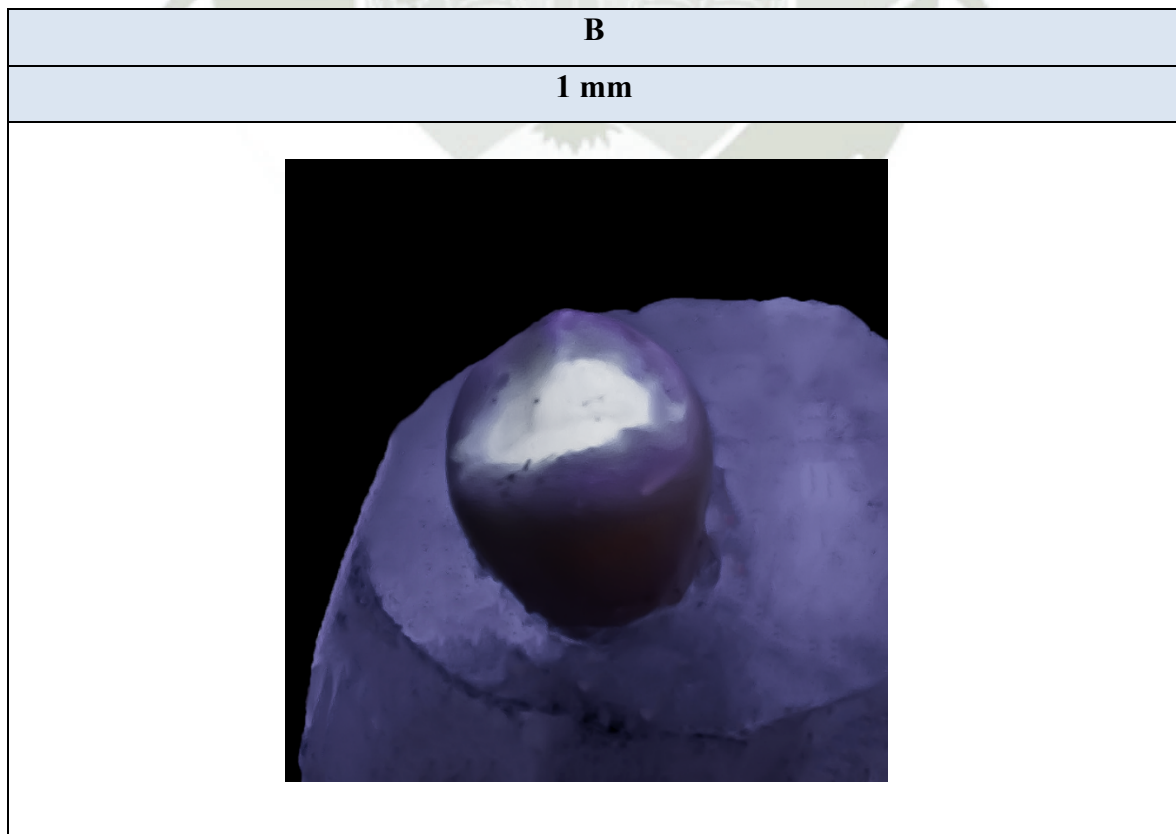
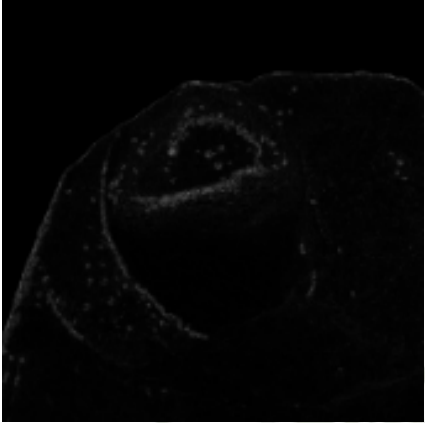
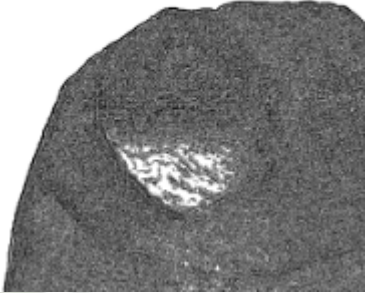


Imagen con filtros de bordes	Imagen segmentada
	

Filtrado Espacial

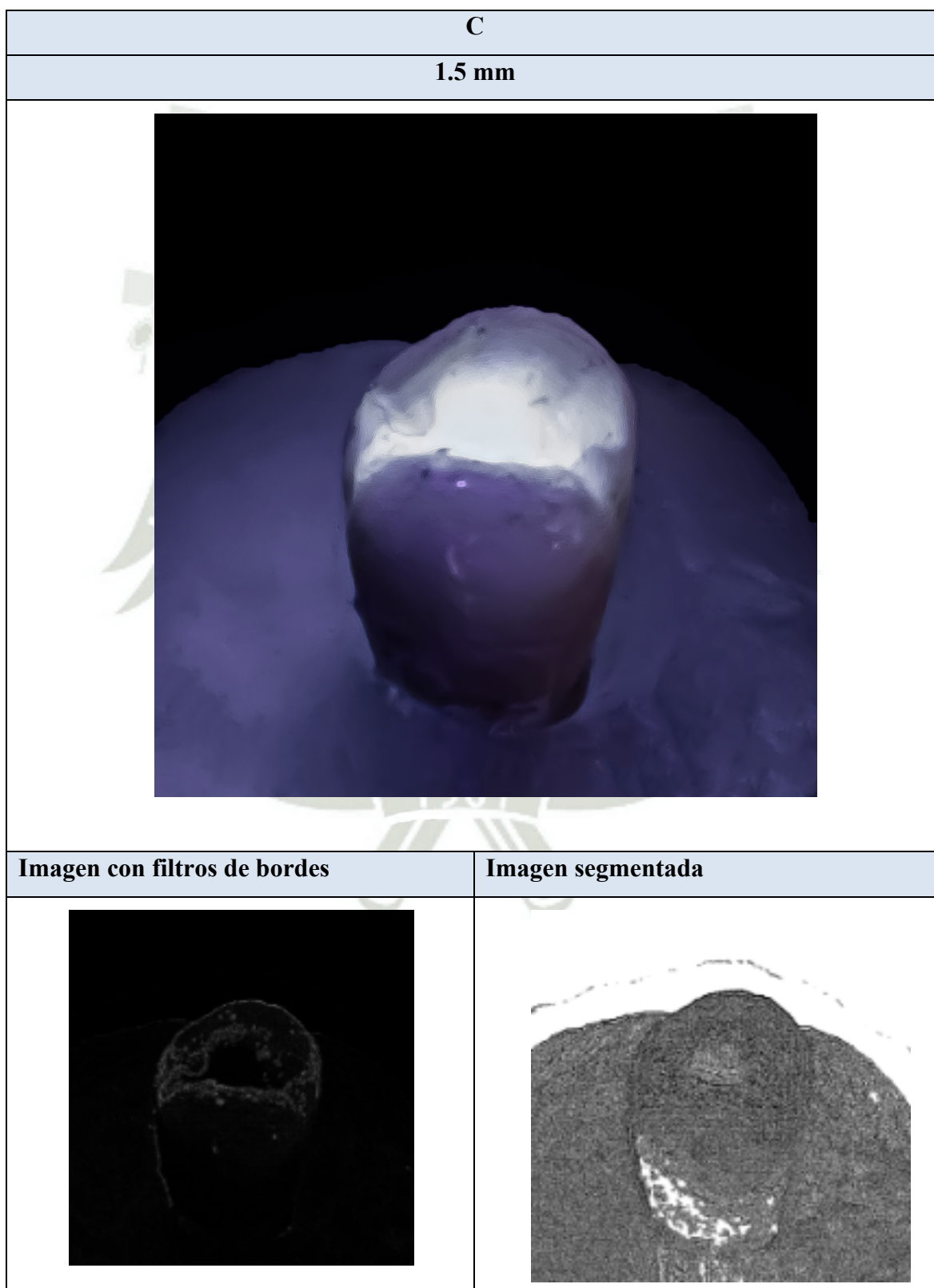
- Proceso: Se aplicó un filtro de realce de bordes para identificar regiones con transiciones bruscas de intensidad.
- Observación: En la "Imagen con Filtro de Bordes", se pueden observar regiones resaltadas que indican cambios bruscos de intensidad.
- Posible Interpretación: Los bordes y regiones resaltadas podrían corresponder a bordes de la resina.

Segmentación

- Proceso: Se utilizó umbralización adaptativa para intentar aislar las áreas de interés en la imagen filtrada.
- Observación: En la "Imagen Segmentada", las áreas blancas representan las regiones de interés identificadas.
- Posible Interpretación: Las áreas blancas no corresponden a la resina.

Gráfico 5

Resina Forma a 1.5 mm

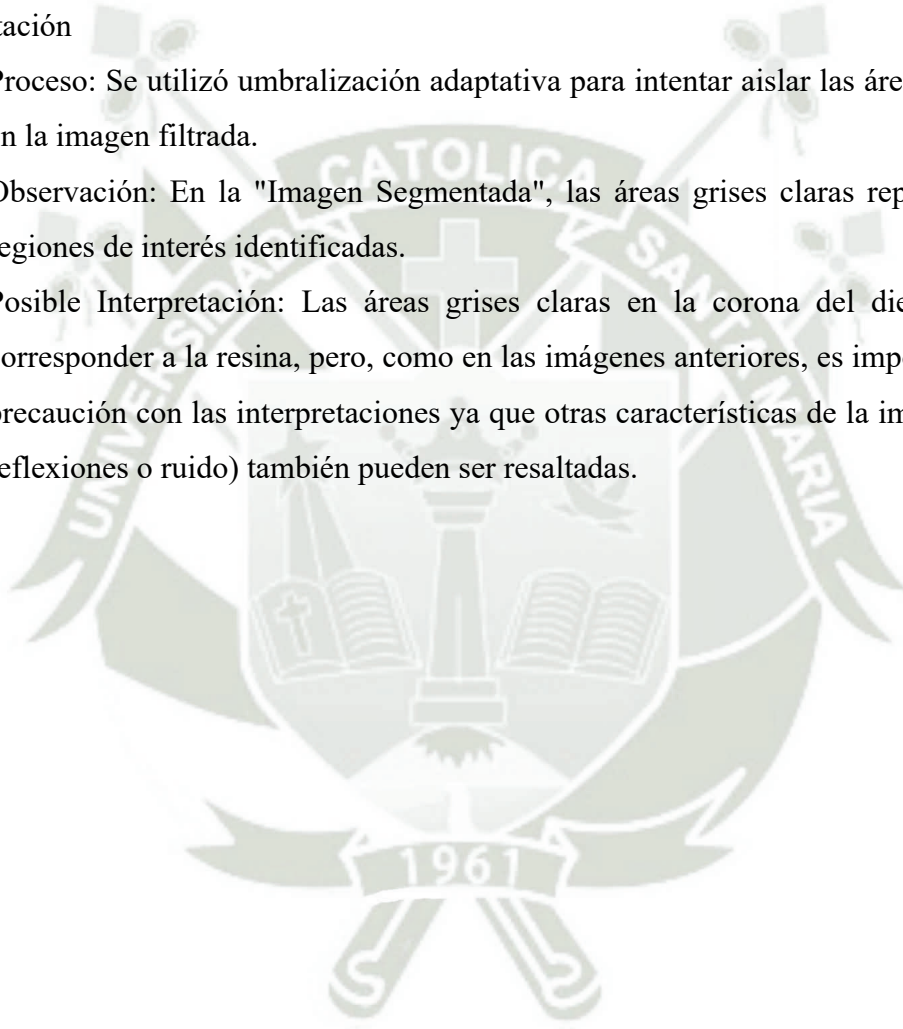


Filtrado Espacial

- Proceso: Se aplicó un filtro de realce de bordes para identificar regiones con transiciones bruscas de intensidad.
- Observación: La "Imagen con Filtro de Bordes" muestra varias regiones resaltadas que indican cambios bruscos de intensidad.
- Posible Interpretación: Las áreas resaltadas corresponden a bordes de la resina.

Segmentación

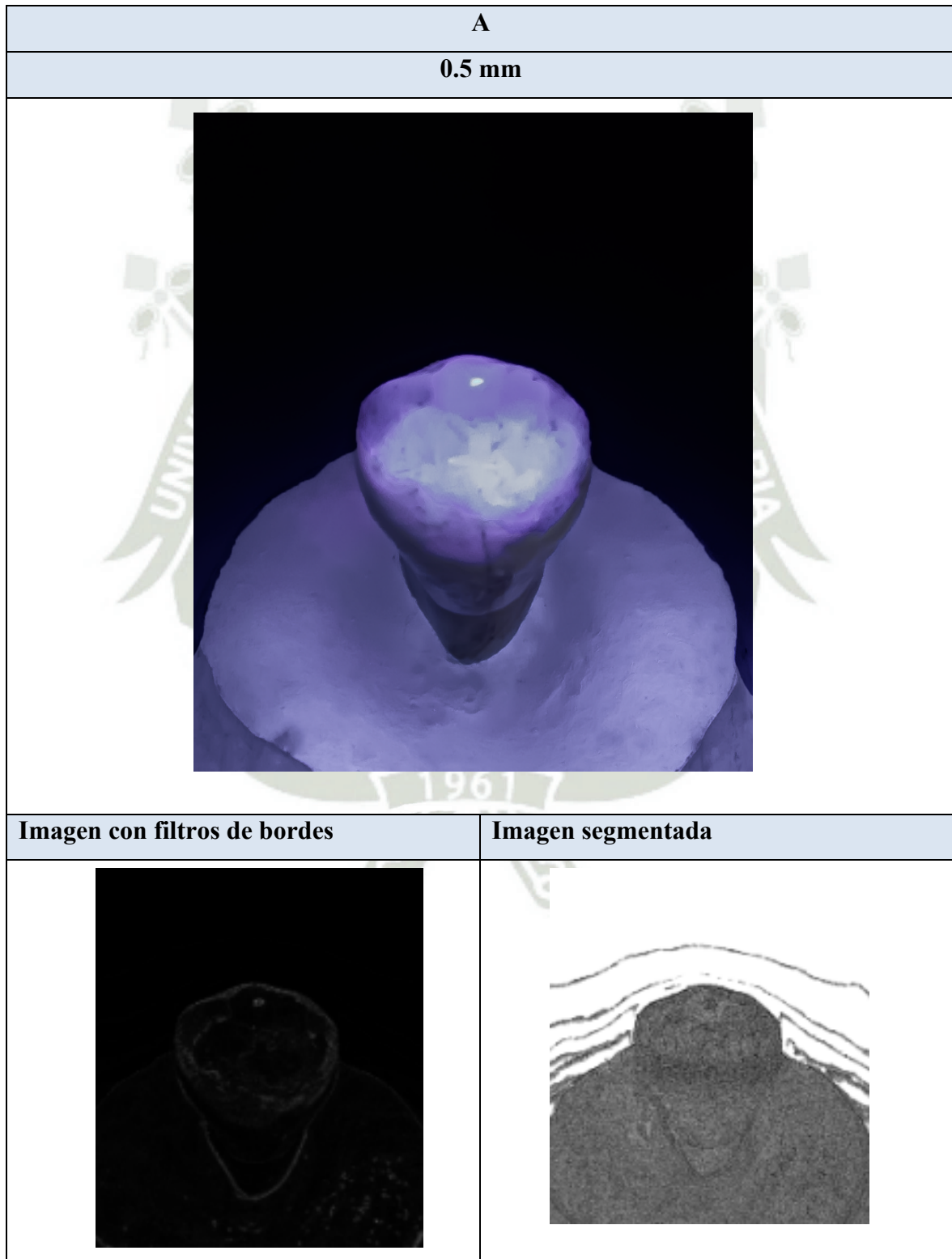
- Proceso: Se utilizó umbralización adaptativa para intentar aislar las áreas de interés en la imagen filtrada.
- Observación: En la "Imagen Segmentada", las áreas grises claras representan las regiones de interés identificadas.
- Posible Interpretación: Las áreas grises claras en la corona del diente podrían corresponder a la resina, pero, como en las imágenes anteriores, es importante tener precaución con las interpretaciones ya que otras características de la imagen (como reflexiones o ruido) también pueden ser resaltadas.



RESINA HERCULITE KIT2

Gráfico 6

Resina Herculite a 0.5 mm



Filtrado Espacial

- Proceso: Se aplicó un filtro de realce de bordes para identificar regiones con transiciones bruscas de intensidad.
- Observación: La "Imagen con Filtro de Bordes" muestra varias regiones resaltadas que indican cambios bruscos de intensidad.
- Posible Interpretación: Las áreas resaltadas corresponde a bordes de la resina o a otras estructuras con cambios de intensidad significativos.

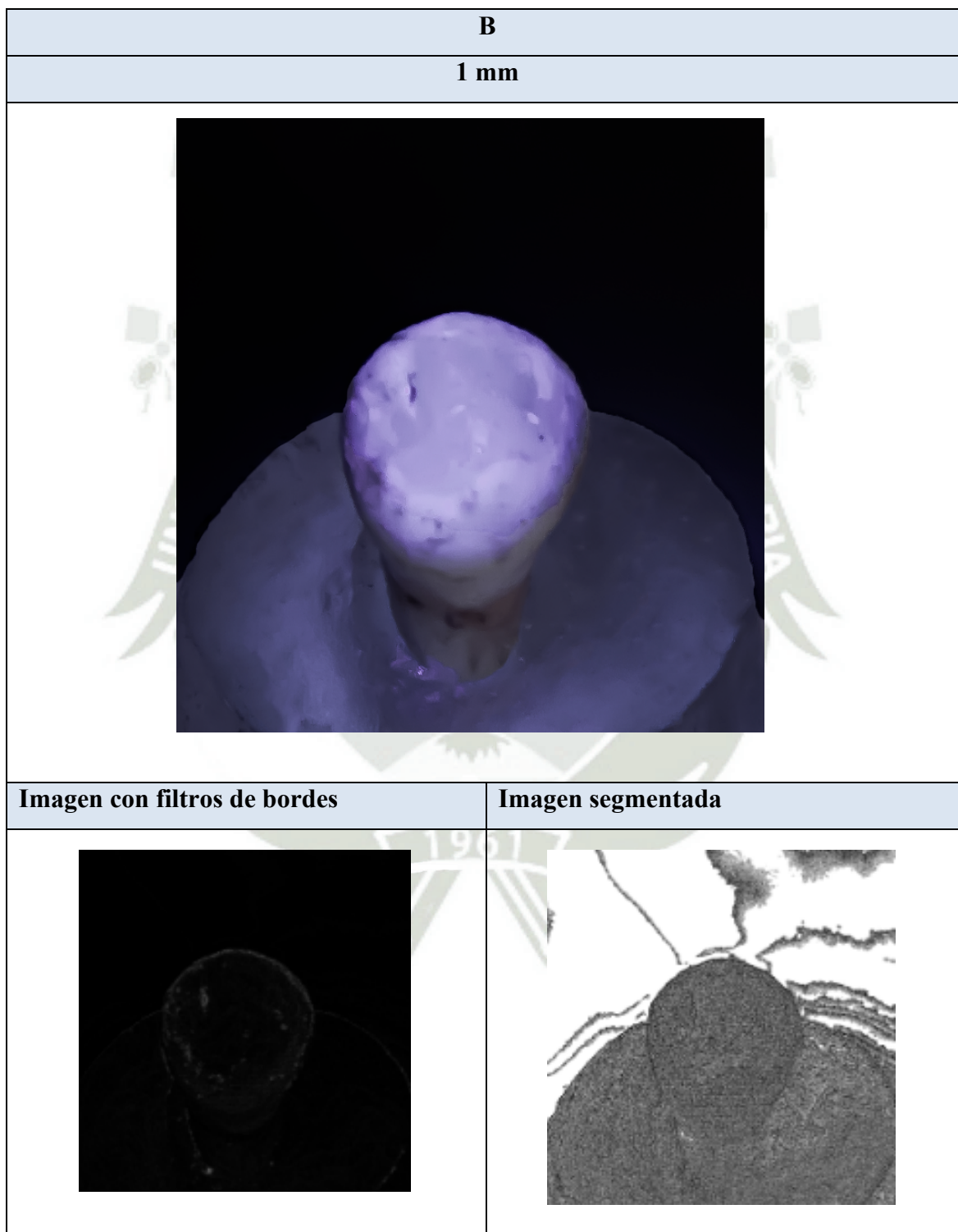
Segmentación

- Proceso: Se utilizó umbralización adaptativa para intentar aislar las áreas de interés en la imagen filtrada.
- Observación: En la "Imagen Segmentada", las áreas grises claras representan las regiones de interés identificadas.
- Posible Interpretación: Las áreas grises claras podrían corresponder a la resina.

Resina a 0.5 mm: mientras que el filtrado de bordes resalta diversas áreas que podrían corresponder a la resina, la imagen segmentada también resalta otras áreas no deseadas, aunque en este caso, la resina parece ser ligeramente más distinguible en comparación con la imagen de la resina a 1 mm.

Gráfico 7

Resina Herculite a 1 mm



Filtrado Espacial

- Proceso: Se aplicó un filtro de realce de bordes para identificar regiones con transiciones bruscas de intensidad.
- Observación: La "Imagen con Filtro de Bordes" muestra varias regiones resaltadas que indican cambios bruscos de intensidad.
- Posible Interpretación: Las áreas resaltadas corresponde a bordes de la resina o a otras estructuras con cambios de intensidad significativos.

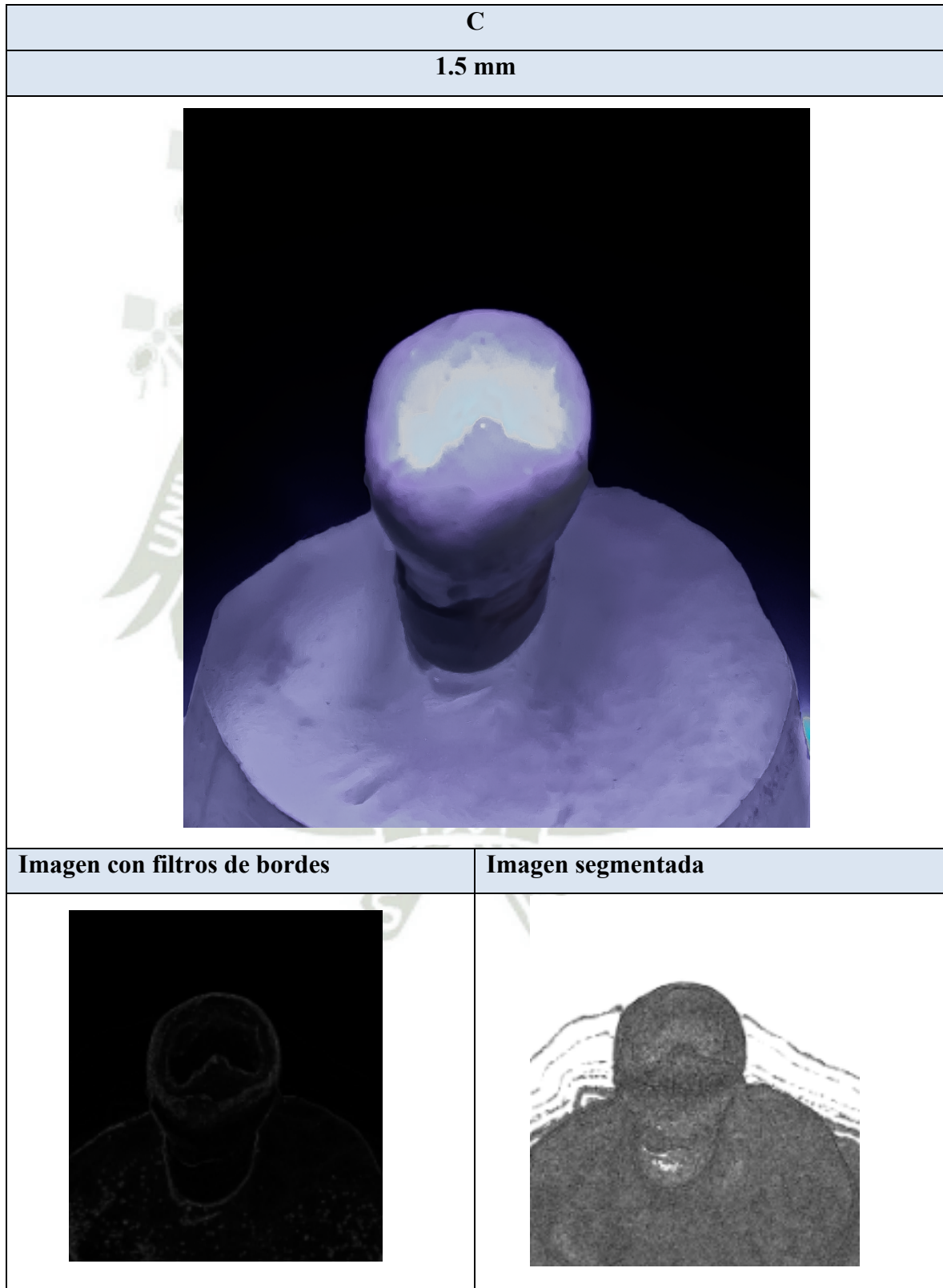
Segmentación

- Proceso: Se utilizó umbralización adaptativa para intentar aislar las áreas de interés en la imagen filtrada.
- Observación: En la "Imagen Segmentada", las áreas grises claras representan las regiones de interés identificadas.
- Posible Interpretación: Las áreas grises claras podrían corresponder a la resina.

Resina a 1 mm: Se observó que, aunque el **Filtrado Espacial** (filtro de bordes) logró resaltar algunas áreas que podrían corresponder a la resina, la **Segmentación** no proporcionó una identificación clara y distintiva de la resina. Es decir, las áreas de interés identificadas en la imagen segmentada no se corresponden claramente con las áreas de la resina, y hay otras regiones que también se resaltan, lo cual podría deberse a ruido o a otras características de la imagen.

Gráfico 8

Resina Herculite a 1.5 mm



- Resina a 1.5 mm (última imagen analizada): Se observa que, tanto en el filtrado de bordes como en la imagen segmentada, la resina parece ser más distinguible en comparación con las otras dos imágenes previas. Es decir, las transiciones de intensidad y las áreas segmentadas parecen corresponder de una manera más clara y discernible a la resina aplicada.
- Resina a 1 mm: Aunque el filtrado de bordes resaltó algunas áreas que podrían corresponder a la resina, la imagen segmentada no proporcionó una identificación clara y distintiva de la resina.
- Resina a 0.5 mm: La resina, mientras es ligeramente más distinguible en el filtrado de bordes en comparación con la imagen de la resina a 1 mm, sigue presentando desafíos en la imagen segmentada con respecto a la identificación clara y precisa de la resina en medio de otras áreas resaltadas.

Comparativa y Observaciones:

- La resina de 1.5 mm parece ser más fácil de identificar y distinguir en las imágenes tras aplicar las técnicas de procesamiento de imágenes utilizadas en este análisis, en comparación con las resinas de 0.5 mm y 1 mm.
- Para la resina HERCULITE, se aprecia mejor a 0.5 mm y 1.5 mm cuando se utiliza el prototipo Lumident. Esto podría deberse a las propiedades específicas de la resina en términos de cómo interactúa con la luz y cómo esta interacción se capta en las imágenes, especialmente teniendo en cuenta las diferencias en el grosor de la resina.

RESINA 3M KIT 3

Gráfico 9

Resina 3M a 0.5 mm

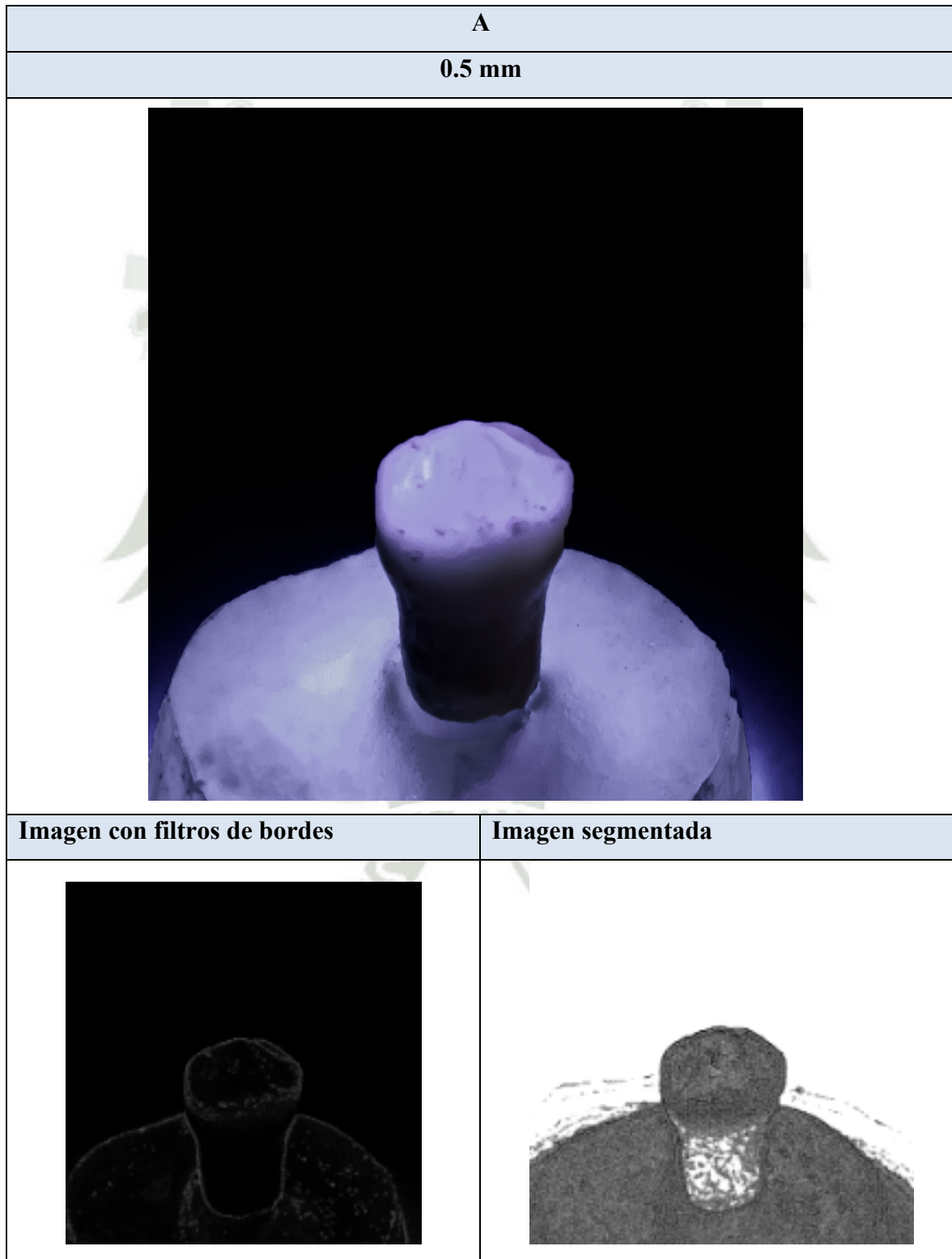


Gráfico 10

Resina 3M a 1 mm

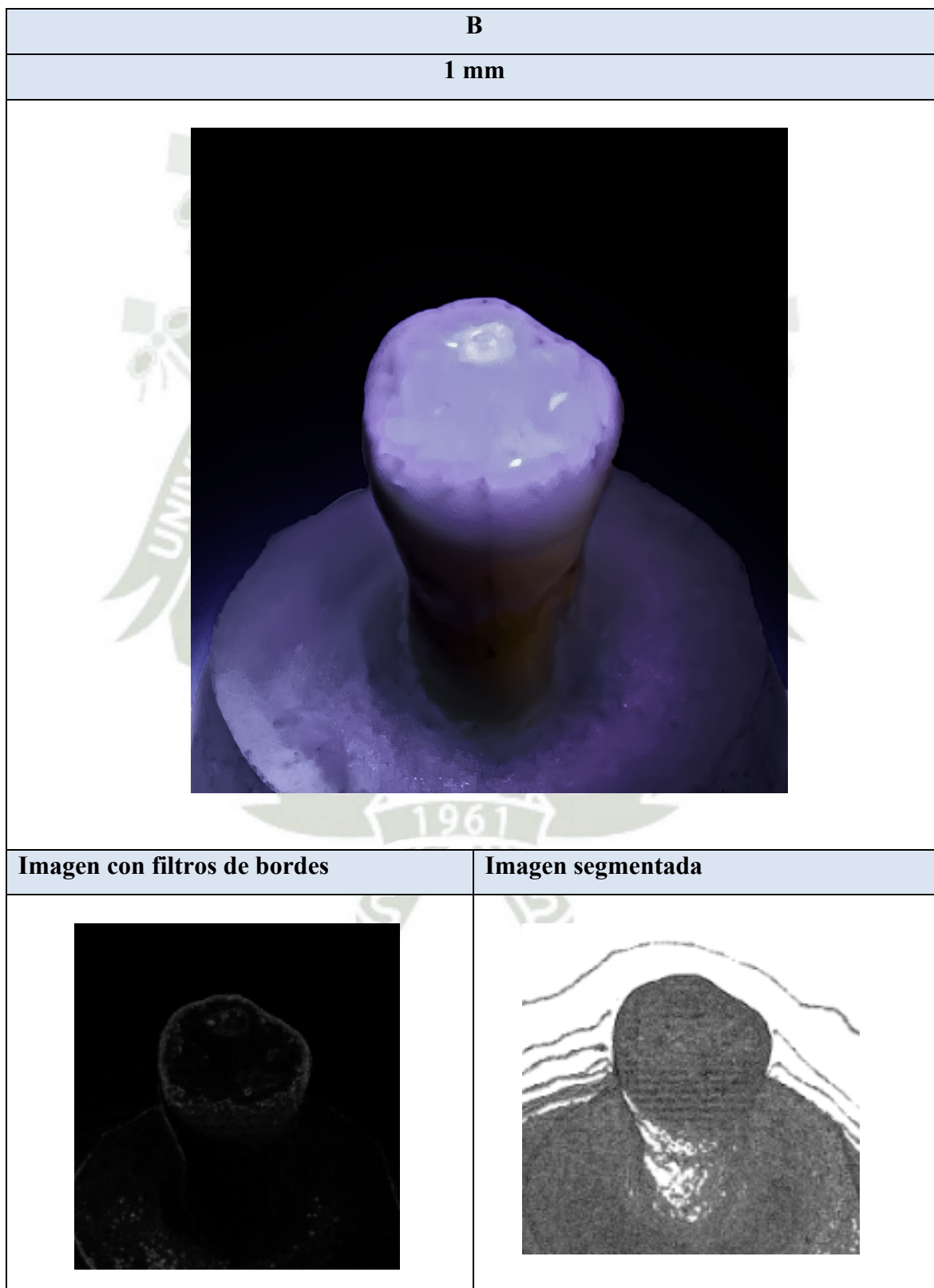
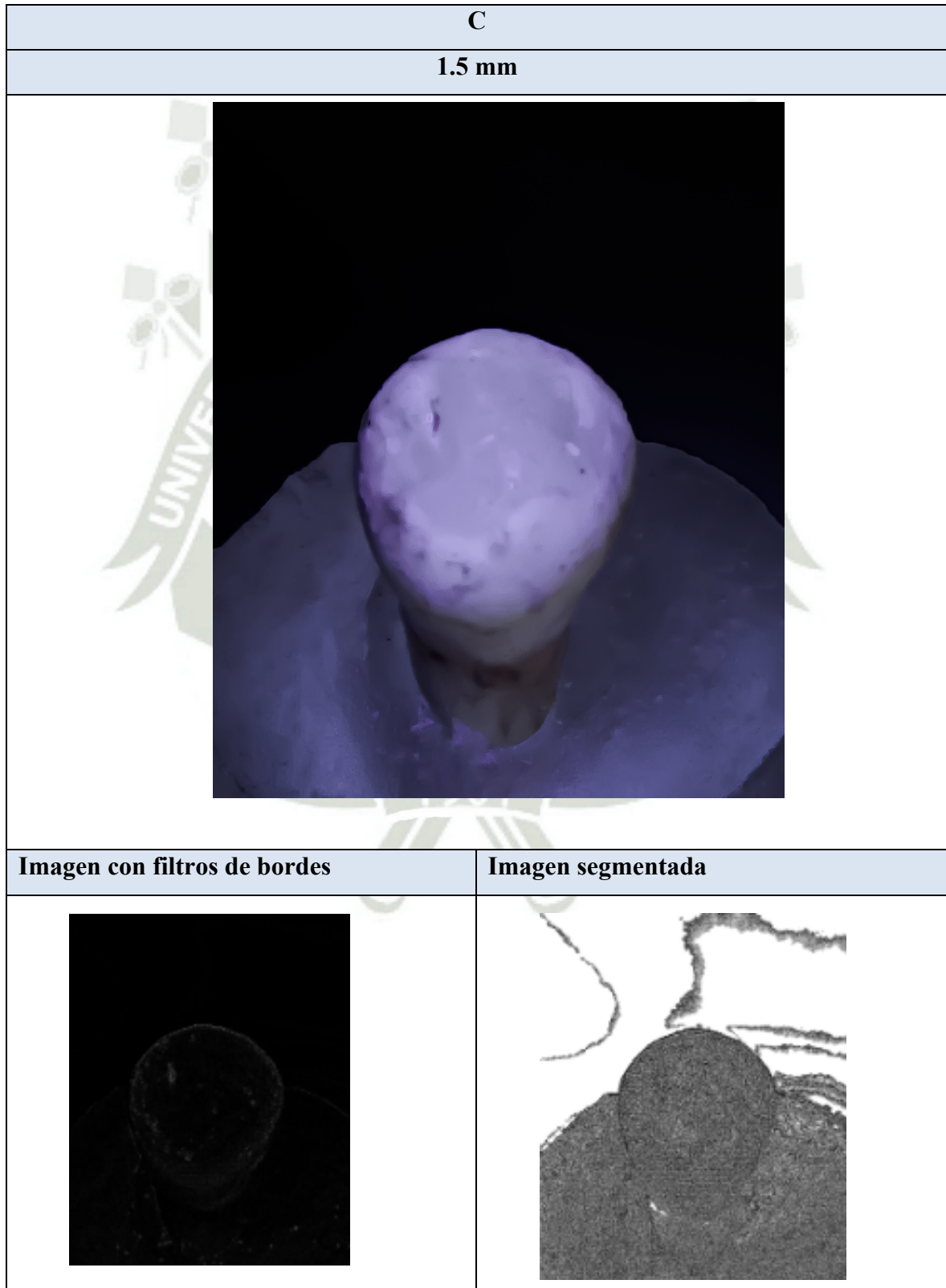


Gráfico 11

Resina 3M a 1.5 mm



- Resina a 0.5 mm: Se logró una identificación relativamente clara en la imagen procesada, tanto en el filtrado de bordes como en la segmentación, permitiendo apreciar la presencia de la resina en la imagen original y en las procesadas.
- Resina a 1 mm: Aunque se pudieron observar algunas áreas que podrían corresponder a la resina en la imagen con filtro de bordes, la segmentación no proporcionó una identificación clara y distintiva de la resina, resaltando también otras áreas de la imagen.
- Resina a 1.5 mm: La resina fue más distinguible tanto en el filtrado de bordes como en la imagen segmentada, mostrando una correspondencia relativamente clara en las áreas resaltadas y la aplicación de la resina.

Visibilidad y Detección de la Resina:

- 0.5 mm: Se observa un contraste notable en el filtrado de bordes y una segmentación relativamente clara.
- 1 mm: Las áreas de resina no son claramente diferenciables, especialmente en la imagen segmentada.
- 1.5 mm: La resina es visualmente más distinguible en comparación con las otras dos muestras.

RESINA FGM KIT 4

Gráfico 12

Resina FGM a 0.5 mm


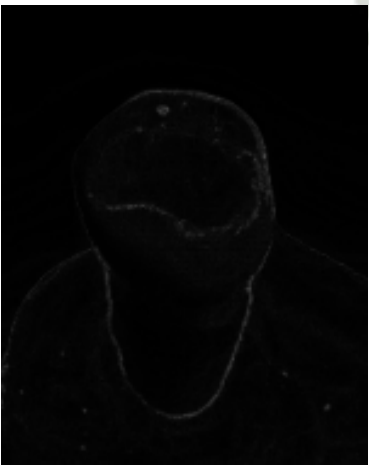

A	
0.5 mm	
	
Imagen con filtros de bordes	Imagen segmentada
	

Gráfico 13

Resina FGM a 1 mm

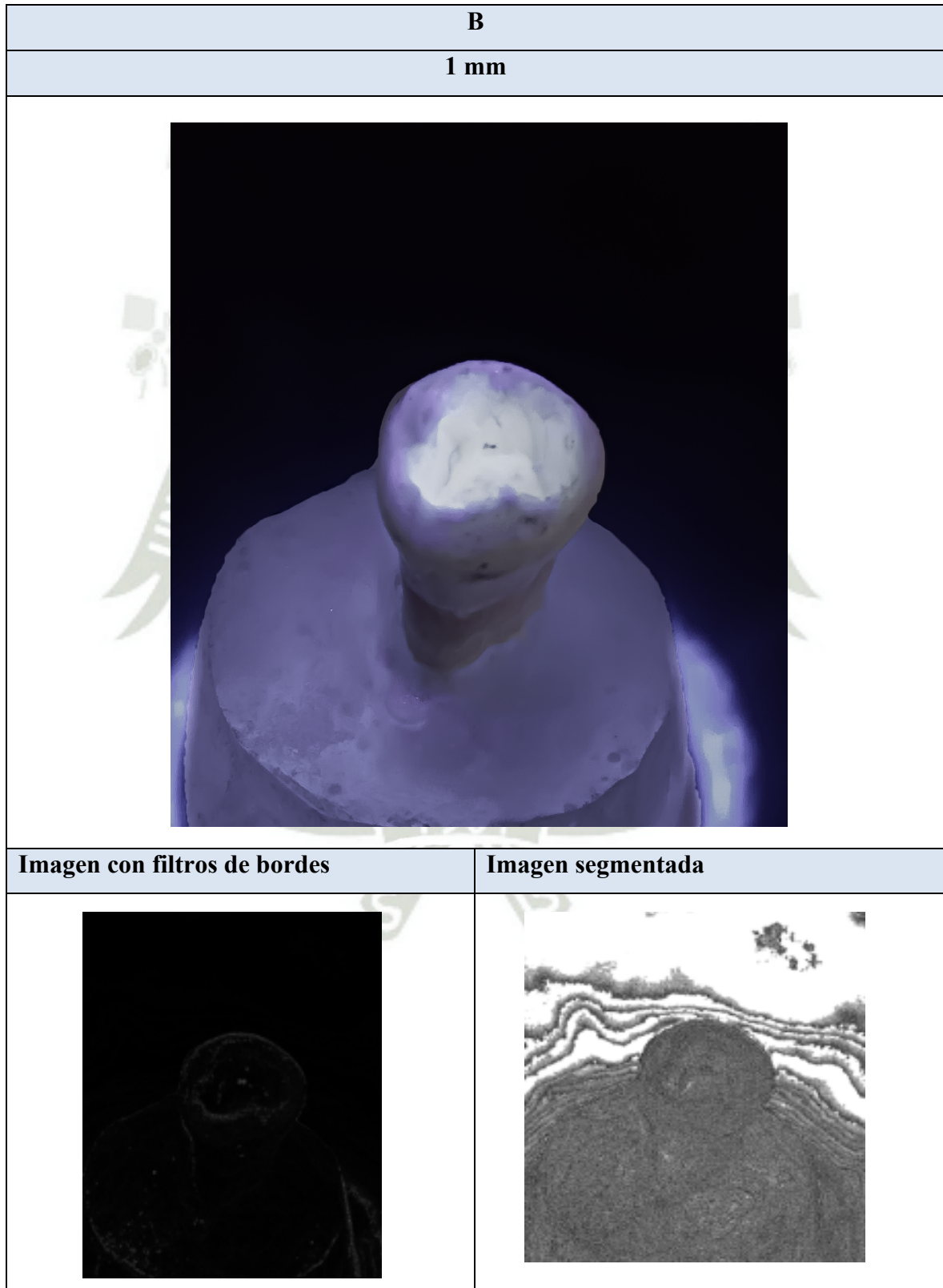
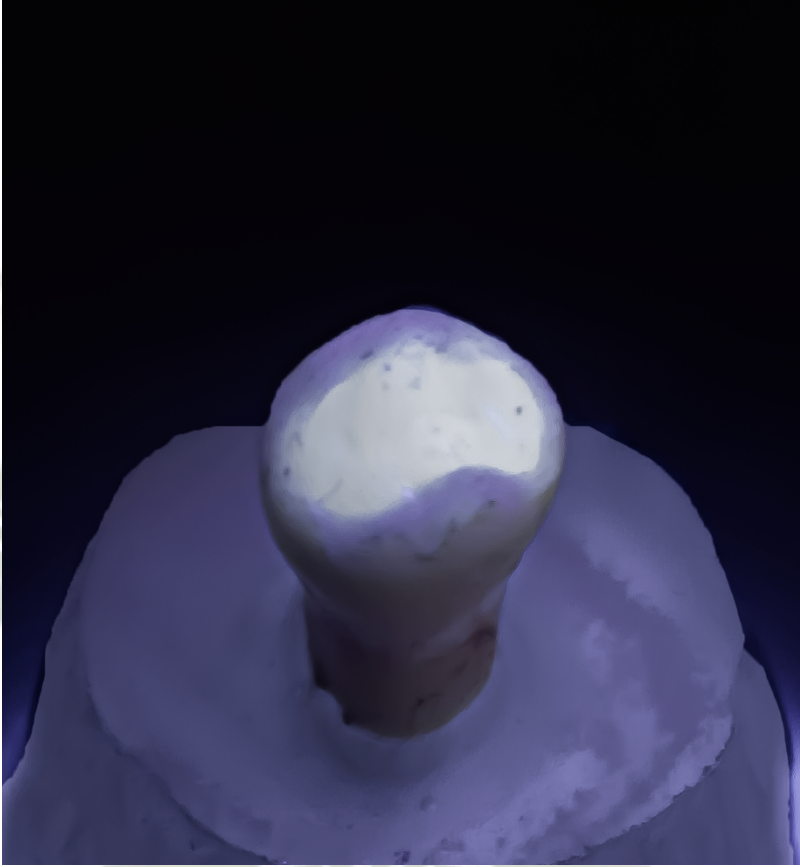
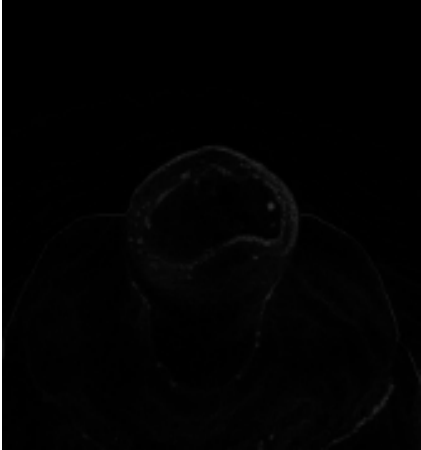
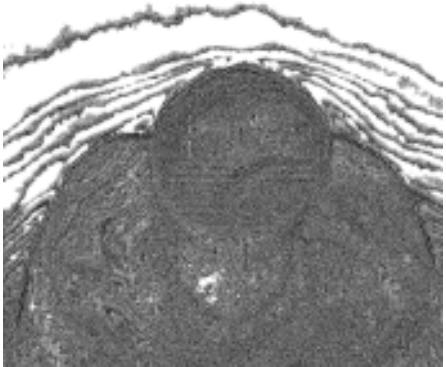


Gráfico 14

Resina FGM a 1.5 mm

C	
1.5 mm	
	
Imagen con filtros de bordes	Imagen segmentada
	

La resina FGM a distintos grosores (0.5 mm, 1 mm y 1.5 mm) puede visualizarse directamente en las imágenes sin necesidad de aplicar filtros o realizar segmentación, lo cual es un indicativo de una buena visibilidad y contraste con respecto al entorno dental en las imágenes.

La resina FGM se destaca en las imágenes a varios grosores, lo que no solo es un testimonio de sus propiedades ópticas inherentes sino también de la eficacia del prototipo Lumident en proporcionar una Luminosidad que realza estas propiedades. La consistencia en la visibilidad de la resina a través de diferentes grosores y condiciones sugiere que tanto la resina como la fuente de luz son potencialmente aplicables en un espectro diverso de contextos clínicos y experimentales.

