

UNIVERSIDAD  
**CIENTÍFICA**  
DEL SUR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE ESTOMATOLOGÍA

“EVALUACION DE LONGITUD DE ONDA E INTENSIDAD DE  
FLUORESCENCIA DE DISTINTAS RESINAS COMPUESTAS:  
ESTUDIO *IN VITRO*”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD  
EN ODONTOLOGÍA ESTÉTICA Y RESTAURADORA

Presentado por:


C.D. Carla Daniela Portocarrero Flores

Asesor:

PhD. Mg. Esp. Alberth David Correa Medina

Lima – Perú

2019

	<b>Reglamento de Grados y Títulos</b>	Código SG-RE-001-V2	Emisión junio 2015	Vigencia 25/06/15
-----------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	------------------------	--------------------------	----------------------

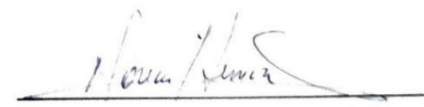
### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Lima, a los **03** días del mes de **FEBRERO** del **2020**, siendo las 12:20 horas, con la asistencia del Jurado de Tesis, Presidido por la **MG. SANDRA VEGA SEMINARIO**, los miembros del Jurado **MG. MÓNICA HERMOZA NOVOA** y **MG. GUSTAVO WATANABE OSHIRO** y el Asesor de la Tesis el **DR. ALBERTH CORREA MEDINA**. La **C.D. CARLA DANIELA PORTOCARRERO FLORES**, autora de la tesis Titulada: "**EVALUACIÓN DE LONGITUD DE ONDA E INTENSIDAD DE FLUORESCENCIA DE DISTINTAS RESINAS COMPUESTAS: ESTUDIO IN VITRO**" con el fin de optar el Título Profesional de Segunda Especialidad en **ODONTOLOGÍA ESTÉTICA Y RESTAURADORA**.

Concluida la exposición, se procedió a la evaluación y deliberación por parte del Jurado correspondiente, habiendo sido APROBADO con el calificativo de APROBADO CON MENCIÓN MUY BUENA

Se extiende la presente acta en tres originales y siendo las 12:55 horas, se da por concluido el Acto Académico de Sustentación.

  
 Presidente  
**MG. SANDRA VEGA SEMINARIO**  
 DNI: 41287590

  
 Miembro  
**MG. MONICA HERMOZA NOVOA**  
 DNI: 10306015

  
 Miembro  
**MG. GUSTAVO WATANABE OSHIRO**  
 DNI: 09679387

  
 Asesor  
**DR. ALBERTH CORREA MEDINA**  
 DNI: 10719859

## DEDICATORIA

Para mi hija Valeria porque eres y serás la fuente de inspiración más grande que tengo.

Para mis padres: Carlos y Marisol, por ser los primeros en apoyarme, por confiar en mí y en mis sueños. Por permitirme vivir en un ambiente tan lleno de amor y ser un gran ejemplo en mi vida.

Para Diana y Mauricio, mis hermanos y mejores amigos, que siempre me apoyan y de los cuales aprendo tanto. Por siempre anhelar y desear lo mejor para mi vida.

Para Alonso por apoyarme y motivarme a que siga luchando por cumplir mis metas y objetivos.

## AGRADECIMIENTOS

A todos mis docentes que con sus enseñanzas y consejos contribuyeron en mi formación como especialista. En especial a mi asesor el Dr. Alberth Correa, por permitirme realizar esta tesis bajo su dirección. Por su apoyo, confianza y amistad durante esta etapa.

A mis amigas: Thais, Carolina, Juliane, Claudia y Ana, que hicieron que esta experiencia sea llevada con más alegría.

**RESUMEN:**

**Objetivo:** Evaluar la fluorescencia de diferentes resinas compuestas y comparar esos valores con el diente natural joven.

**Materiales y métodos:** Se evaluaron 3 resinas compuestas: Filtek® Z350 (G1); IPS Empress Direct (G2); Palfique LX5 (G3) se utilizó una matriz prefabricada para preparar 5 muestras por grupo de 10 mm de diámetro y 1 mm de profundidad, estos discos de resina compuesta se confeccionaron en 2 incrementos, donde la primera capa de 0.5 mm fue en el color A2 y la segunda capa de 0.5 mm en el color A1. Para el grupo control se obtuvieron 05 dientes anteriores humanos (G4). Los especímenes se analizaron mediante un espectroscopio Raman y se registró de manera gráfica (Programa origin 8.0). Para el análisis estadístico se utilizó la prueba de Kruskal-wallis y Prueba U de Mann Whitney.

**Resultados:** Al evaluar la intensidad de fluorescencia no se encontró una diferencia estadísticamente significativa en los pares G3 VS G4 ( $p=1,00$ ). El G1 tuvo los valores más altos (21103,52 u.a.), seguido del G2 (6876,00 u.a), G3 (1058,11 u.a.) y G4 (1013,77 u.a.). Para longitud de onda no se encontró diferencia estadísticamente significativa ( $p=0.151$ ) en los pares: G1 (519,66 nm) VS G2 (518,80 nm) y G3 (534,80 nm) VS G4 (542,72 nm).

**Conclusión:** La resina Palfique LX5 presentó intensidad de fluorescencia y longitud de onda similar al diente natural; siendo la resina Filtek Z350 la más distinta.

**Palabras claves:** fluorescencia, diente, resina compuesta.

## ABSTRACT

**Objective:** Evaluate the fluorescence of different composite resins in comparison to young human tooth.

**Materials and method:** Three resin systems were evaluated: Filtek® Z350 (3M); IPS Empress Direct® (IVOCLAR VIVADENT); Palfique LX5® (TOKUYAMA). A manufacture matrix was used for the confection of 5 disc per group of 10 mm diameter and 1 mm of depth. 2 increment measure of compound resin were used, where the first layer of 0.5 mm was Dentina A2 colour and the second layer was 0.5 mm thick was Enamel A1 colour. For the control group, 5 human anterior teeth without carious lesions were obtained. Fluorescence measurements were carried out by a Raman spectrometer and were graphically registered (Program origin 8.0). For the statistical analysis, the Kruskal-wallis test and Mann Whitney U test were used.

**Results:** Most of the tested composites showed statistic significant differences for intensity of fluorescence with the exception of the Palfique LX5 VS Teeth pair ( $p = 1.00$ ). The Filtek® Z350 group had the highest values (21103.52 u.a). For the wavelength, no statistically significant difference ( $p = 0.151$ ) it was found in the Filtek® Z350 (519.66 nm) VS Empress Direct pair (518.80 nm) and Palfique LX5 (534.80 nm) VS Teeth (542, 72 nm).

**Conclusion:** Palfique LX5 was the only composite that presented a wavelength and intensity of fluorescence similar to the natural tooth; being the Filtek Z350 the most different resin.

**Keywords:** Fluorescence, Composite Resins, Tooth.

**CONTENIDO**

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVO GENERAL</b>	<b>6</b>
<b>3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>6</b>
<b>4. HIPÓTESIS</b>	<b>7</b>
<b>5. METODOLOGÍA</b>	<b>8</b>
<b>5.1. DISEÑO DE ESTUDIO</b>	<b>8</b>
<b>5.2. POBLACIÓN Y MUESTRA</b>	<b>8</b>
<b>5.3. CRITERIOS DE SELECCIÓN</b>	<b>9</b>
<b>5.4. MÉTODO Y TÉCNICAS.</b>	<b>11</b>
<b>5.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b>	<b>14</b>
<b>5.6. CONSIDERACIONES ÉTICAS</b>	<b>15</b>
<b>6. RESULTADOS</b>	<b>16</b>
<b>7. DISCUSIÓN</b>	<b>21</b>
<b>8. CONCLUSIONES</b>	<b>25</b>
<b>9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>26</b>
<b>10. ANEXOS</b>	<b>30</b>
<b>11. FIGURAS</b>	<b>34</b>

**LISTA DE ABREVIATURAS**

**U.V:** Ultravioleta

**nm:** nanómetros

**u.a:** unidades arbitrarias

**SPSS:** Programa estadístico informático



**INDICE DE ANEXOS**

**Anexo 1:** Cuadro de composición de resinas compuestas utilizadas.....pg. 30

**Anexo 2:** Carta para autorización a la PUCP.....pg. 31

**Anexo 3:** Carta de confirmación de realización del análisis en la PUCP.... .....pg. 32

**Anexo 4:** Carta de calibración del espectrómetro .....pg. 33

**INDICE DE FIGURAS**

**Figura 1:** Confección de la matriz de silicona.....pg. 34

**Figura 2:** Carta para autorización a la PUCP.....pg. 34

**Figura 3:** Confección de los discos de resina.....pg. 35

**Figura 4:** Calibración de los discos de resina a 1 mm de espesor.....pg. 35

**Figura 5:** Acabado y pulido de los discos de resina compuesta.....pg. 36

**Figura 6:** Evaluación de discos de resina mediante el espectrómetro.....pg. 36

**Figura 7:** Espectro de fluorescencia por el programa Origin PRO 8.0.....pg. 36

## I. INTRODUCCIÓN:

La Odontología Estética tiene como objetivo imitar las propiedades ópticas del diente natural, siendo la fluorescencia una de las propiedades más importantes al momento de realizar una restauración en sector anterior, ya que brinda naturalidad, asegurando la mimetización del material restaurador con el diente natural en diferentes tipos de luz.<sup>1,2.</sup>

Este fenómeno sucede cuando la luz ultravioleta incide sobre una superficie capaz de absorber esta radiación, haciendo que los electrones de este material pasen de manera temporal a un estado de mayor energía.<sup>3,4.</sup> Cuando estos electrones excitados pierden esta energía ganada y regresan a su estado inicial, liberan toda la energía como fotones de luz en una longitud de onda más larga, dentro del espectro visible del ojo humano, en los  $10^{-8}$  segundos de activación.<sup>1,5,6,7.</sup> Esta energía vibracional se ilustra con los espectros de emisión de fluorescencia conformada por intensidad de fluorescencia versus longitud de onda de esta intensidad. La intensidad de fluorescencia corresponderá a la cantidad de fotones que se liberan, la cual pueden ir variando de acuerdo con la longitud de onda.<sup>6,7.</sup>

La fluorescencia en los dientes naturales depende en mayor porcentaje del componente orgánico, pero se ve influenciado tanto por el contenido inorgánico y la edad, razón por la cual esta propiedad es difícil de alcanzar artificialmente.<sup>8</sup> En la dentina, existe un mayor contenido orgánico y por lo tanto una mayor cantidad de aminoácidos fotosensibles responsables de la fluorescencia como es el triptófano e hidroxipiridium que hacen que esta sea tres veces más fluorescente que el esmalte.<sup>1,7,8.</sup>

La resina compuesta es el material restaurador más utilizado debido a sus propiedades físicas, mecánicas y estéticas, para lograr esto, han ido variando el tamaño y distribución de las partículas de relleno en el tiempo.<sup>9.</sup> Se inicio con resinas de macrorrelleno, las cuales tiene partículas de tamaño promedio entre 1 a 100  $\mu\text{m}$ ; luego se redujo el tamaño

de las partículas entre 0,02 y 0,9  $\mu\text{m}$  denominándose resinas de microrrelleno. Después se crearon las resinas híbridas las cuales tienen en su composición diferentes tamaños de partículas, que están entre 0,6  $\mu\text{m}$  - 5  $\mu\text{m}$ . Luego se disminuyó el tamaño de partículas a 1 – 0,6  $\mu\text{m}$  las cuales se denominaron resinas microhíbridas.<sup>9</sup>

Posteriormente se incorporó la nanotecnología, primero utilizando nanopartículas de 0,07  $\mu\text{m}$  dentro de un material microhíbrido denominándose nanohíbridas. Dentro de esta clasificación tenemos, por ejemplo, la resina compuesta IPS Empress Direct® de Ivoclar Vivadent; la cual está compuesta por vidrio de Bario (0,07  $\mu\text{m}$ ), óxidos mixtos, vidrio de fluorosilicato Ba-Al y trifluoruro de iterbio (100 nm) dentro de una matriz de Bis-GMA y TEGMA.<sup>10</sup>

Luego aparecieron las resinas de nano relleno las cuales tienen partículas entre 20 – 70 nm, como la resina compuesta Filtek® Z350 - 3M ESPE, la cual tiene monómeros de Bis-GMA, UDMA, TEGMA, Bis-EMA y dentro de su relleno presenta partículas de Zirconio de 4 a 11 nm y Sílice de 20 nm de manera no aglomerada. Además, mediante un proceso de sinterizado estas partículas forman “nanoclusters” de 0.6 a 10  $\mu\text{m}$ .<sup>11</sup> Por último, las resinas de supra nano partículas como la Palfique LX5® de Tokuyama que posee partículas esféricas de Óxido de Sílice y Dióxido de Zirconio de 0.2  $\mu\text{m}$ .<sup>12</sup>

Además de cambiar el tamaño de las partículas de relleno, se modificó la matriz inorgánica de las resinas compuestas, agregando luminóforos artificiales como el terbio, iterbio, europio, neodimio u otras tierras raras para ayudar a la fluorescencia; sin embargo, no se llega realmente a conocer la cantidad y tipo de luminóforo que se utiliza para cada marca.<sup>7, 8,13</sup>

En el 2012 Duro FR et al.<sup>8</sup> comparo diferentes tonalidades de resinas compuestas y observó que existe una diferencia significativa de la fluorescencia dentro del mismo

fabricante y dentro de la misma marca. Además, indicó que, si la saturación y/o cromaticidad de la resina compuesta aumenta, la fluorescencia se ve disminuida; siendo ampliamente dependiente del tipo de pigmento que utilicen. Por esta razón es importante realizar el estudio con las mismas opacidades para cada resina compuesta. Por otro lado, Catelan, A. et al.<sup>7</sup> en el 2015 indicó que la intensidad de fluorescencia de las restauraciones compuestas puede variar si se utiliza la técnica de estratificación con opacidades de dentina y esmalte.

Asimismo, Tabatabae et al.<sup>14</sup> en el 2019 estudio el efecto del espesor de la resina compuesta (0.5 y 1 mm), los tipos de opacidades (Esmalte – Dentina) y la fluorescencia. Concluyendo que el espesor, tipo de opacidad y marca de las resinas compuestas afectan la fluorescencia; a mayor espesor del material (1 mm) y disminuía la fluorescencia. Esto es muy importante, ya que muchas veces en la práctica clínica al hacer una restauración sobre todo en el sector anterior, se utiliza más de una opacidad y estas combinaciones podrían llevar a cambios impredecibles en la fluorescencia de las restauraciones.

Para analizar la fluorescencia existen diferentes métodos como el uso de linternas de luz U.V., cámaras fluorescentes, sistemas computacionales y el espectrómetro. Este último instrumento permite realizar la técnica de Espectroscopía Raman, la cual no es destructiva y se basa en el análisis de la luz que dispersa un material cuando incide sobre él un haz de luz monocromático, que se enfoca por un objetivo óptico en el área de interés. Este mismo objetivo recoge la luz emitida y la descompone a través de un monocromador que registra los datos.<sup>15</sup> Meller et al.<sup>16</sup> en el 2012 indico que este método de análisis es sensible, confiable y reproducible para medir las cualidades fluorescentes; sin embargo, resalto que no existe un método estandarizado para los estudios que analizan propiedades de fluorescencia de los dientes naturales y materiales de restauración.

Evaluar la fluorescencia de los materiales restauradores es fundamental ya que así nos permitirá conocer y utilizar materiales restauradores que presenten una fluorescencia semejante al diente humano. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es evaluar la fluorescencia in vitro de diferentes sistemas de resina y comparar esos valores con el diente natural joven. La hipótesis fue que existe diferencia entre la fluorescencia del diente humano con 3 tipos diferentes de resina compuesta: Nanoparticulada: Filtek® Z350 - 3M ESPE; Nano híbrida: IPS Empress Direct® - IVOCCLAR VIVADENT; y de Supra nanorelleno: Palfique LX5® – TOKUYAMA. (ANEXO 1)

## **II. JUSTIFICACIÓN**

La presente investigación tiene importancia teórica puesto que se realizó la evaluación de la fluorescencia a través de intensidad y longitud de onda de distintos sistemas resinosos, sobre la cual no hay muchos estudios previos.

Se evaluó la fluorescencia de dientes naturales y se comparó los resultados con los sistemas resinosos, por lo cual, tiene importancia clínica dado que los resultados obtenidos de fluorescencia sirven como una guía al cirujano dentista para poder decidir qué material restaurador se asemeja más a las características del diente natural por restaurar, alcanzando así una restauración más natural y estética.

### III. OBJETIVOS:

#### 1. Objetivo general:

- Comparar la fluorescencia de diferentes resinas compuestas: Nanoparticulada: Filtek® Z350 - 3M ESPE; Nano híbrida: IPS Empress Direct® - IVOCLAR VIVADENT; y de Supra nanorelleno: Palfique LX5® – TOKUYAMA y diente humano.

#### 2. Objetivos específicos:

- Evaluar la longitud de onda de fluorescencia de diferentes resinas compuestas: Nanoparticulada: Filtek® Z350 - 3M ESPE; Nano híbrida: IPS Empress Direct® - IVOCLAR VIVADENT; y de Supra nanorelleno: Palfique LX5® – TOKUYAMA y diente humano.
- Evaluar la intensidad de fluorescencia de diferentes resinas compuestas: Nanoparticulada: Filtek® Z350 - 3M ESPE; Nano híbrida: IPS Empress Direct® - IVOCLAR VIVADENT; y de Supra nanorelleno: Palfique LX5® – TOKUYAMA y diente humano.
- Comparar la intensidad de fluorescencia de diferentes resinas compuestas: Nanoparticulada: Filtek® Z350 - 3M ESPE; Nano híbrida: IPS Empress Direct® - IVOCLAR VIVADENT; y de Supra nanorelleno: Palfique LX5® – TOKUYAMA y diente humano.
- Comparar la longitud de onda de fluorescencia de diferentes resinas compuestas: Nanoparticulada: Filtek® Z350 - 3M ESPE; Nano híbrida: IPS Empress Direct® - IVOCLAR VIVADENT; y de Supra nanorelleno: Palfique LX5® – TOKUYAMA y diente humano.



#### IV. Hipótesis

##### 1. Hipótesis verdadera:

- Existe diferencia en la fluorescencia de diferentes resinas compuestas:  
Nanoparticulada: Filtek® Z350 - 3M ESPE; Nano híbrida: IPS Empress  
Direct® - IVOCLAR VIVADENT; y de Supra nanorelleno: Palfique LX5®  
– TOKUYAMA y diente humano.

- **Hipótesis nula:**

- No existe diferencia en la fluorescencia de diferentes resinas compuestas:  
Nanoparticulada: Filtek® Z350 - 3M ESPE; Nano híbrida: IPS Empress  
Direct® - IVOCLAR VIVADENT; y de Supra nanorelleno: Palfique LX5®  
– TOKUYAMA y diente humano.

## V. MATERIALES Y MÉTODOS.

### 1. Diseño del estudio:

La presente investigación es un estudio experimental *in vitro*.

### 2. Grupos de trabajo:

Esta investigación está constituida por 4 grupos de los cuales 3 son grupos experimentales y 1 es grupo control. Cada uno de ellos tiene 5 muestras, teniendo un total de 20 muestras, los cuales se detallarán a continuación:

#### 2.1. Grupo control:

05 dientes anteriores humanos.

#### 2.2. Grupo experimental N.º 01:

05 discos de 10 x 1 mm de resina compuesta Filtek Z350 – 3M, elaborados en 2 incrementos, el primero de 0,5 mm en la tonalidad Dentina A2 y el segundo incremento en tonalidad Esmalte A1.

#### 2.3. Grupo experimental N.º 02:

05 discos de resina de resina compuesta Empress Direct- Ivoclar Vivadent con las medidas de 10 x 1 mm, elaborados en 2 incrementos, el primero de 0,5 mm en la tonalidad Dentina A2 y el segundo incremento en tonalidad Esmalte A1.

#### 2.4. Grupo experimental N.º 03:

05 discos de 10 x 1 mm de resina de resina compuesta Palfique Lx5 – Tokuyama, elaborados en 2 incrementos, el primero de 0,5 mm en la tonalidad OPA2 y el segundo incremento en tonalidad Esmalte A1.

A partir de los resultados de la prueba piloto se realizó la fórmula de tamaño muestral a través del programa estadístico Fistera, para comparar dos medias. Se utilizó un poder estadístico de 80% con un nivel de confianza del 95%, dio como número 1 muestra por grupo, considerándose 5 muestras por grupo.

### **3. Criterios de selección:**

Los criterios de selección para el grupo control fueron dientes humanos anteriores, extraídos por motivos periodontales con antigüedad no menor a 1 mes, sin lesiones cariosas, restauraciones, fracturas ni fisuras y para los grupos experimentales que sean discos de 10 x 1mm, elaborados en 2 incrementos correspondientes a opacidades de Esmalte A1 y Dentina A2 para cada disco, pulidos y que no presenten burbujas, fisuras, fracturas.

#### 4. Definición y operacionalización de variables

Identificación	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión:	Indicadores	Tipo	Escala de medición	Valores
Fluorescencia	Es un fenómeno en el cual la energía absorbida por los dientes naturales se transforma en luz con longitudes de onda más largas.	Es la emisión de luz por estímulo de una radiación U.V. en los discos de resina compuesta, la cual es captada por el espectroscopio.	Longitud de onda	Espectroscopio	Cuantitativa	razón	Nm
			Intensidad	Espectroscopio	Cuantitativa	razón	u.a.
Resinas compuestas.	Materiales sintéticos mezclados heterogéneamente formando un compuesto.	Sistemas de resina compuesta en capas de esmalte y dentina usados en el estudio	-----	Marcas comerciales.	Cualitativa	Nominal	3M Ivoclar vivadent Tokuyama

## **5. Métodos y técnicas**

### **5.1. Autorizaciones:**

Para poder realizar la investigación en el Centro de Caracterización de Materiales – CAMPUCP; se solicitó la autorización de la Pontificia Universidad Católica del Perú. ANEXO N° 2

### **5.2. Calibración del espectrómetro.**

ANEXO N° 3

### **Elaboración de las muestras de estudio:**

#### **a. Fabricación del disco guía y de la matriz de silicona:**

Se inició confeccionando el disco guía con cera rosada para modelar Cavex. El disco de cera fue hecho con las medidas exactas de 10 mm de diámetro y 1 mm de espesor, utilizando el encerador eléctrico BesQual (Digital Wax Carver E420). Posteriormente, utilizando el disco guía de cera, se fabricó una matriz de la silicona de laboratorio (Zetalabor, Zhermarck), para lo cual se siguió las indicaciones del fabricante<sup>17</sup>: se dispensó con el medidor la cantidad necesaria de silicona y se extendió con ayuda de la palma de la mano, se colocó 2 franjas del catalizador Zhermack Indurent Gel teniendo como medida la longitud de la cuchara dosificadora. Se empastó enérgicamente por 30 segundos con la punta de los dedos, con el objetivo de conseguir una tonalidad homogénea de la mezcla. Se colocó sobre la silicona el disco guía asegurándose de dejar una estampa definida. Se esperó por 6 minutos para la polimerización del material. (FIGURA 1)

### **b. Confección de los discos:**

Siguiendo la metodología de un estudio previo realizado por Tabatabae et al. <sup>14</sup> en el 2019, donde realizo discos de resina de 10 mm de diámetro y de 1 mm de espesor con diferentes opacidades. Para esto, se confeccionó los discos de resina compuesta utilizando la técnica incremental. El primer incremento fue de 0.5 mm en tonalidad Dentina A2 y el segundo incremental fue de 0.5 mm con la tonalidad Esmalte A1 para los sistemas resinosos Filtek® Z350 - 3M ESPE y IPS Empress Direct® - IVOCLAR VIVADENT.

Para el sistema resinoso Palfique LX5® – TOKUYAMA debido a que presentan una clasificación distinta de tono y matices, se utilizó la opacidad OPA2 que sería equivalente a Dentina A2 y luego la opacidad A1.

Para cada incremento se utilizó una fuente de Luz LED (Bluephase G2 - Ivoclar Vivaden) durante 20 segundos. (FIGURA 2)

### **c. Pulido y estandarización de los discos experimentales.**

Posteriormente se comprobó el diámetro y espesor de los discos, para esto, se utilizó una matriz metálica que tenía las medidas exactas de 10 mm de diámetro y 1 mm de espesor; con el objetivo de estandarizar las muestras. (FIGURA 3).

Primero, se realizó el acabado con un disco sof-Lex (3M) con el fin de retirar todos los excesos y luego con un disco de caucho para baja velocidad se continuo con el pulido, esto se hizo con ligera presión y movientos de manera intermitente por 15 a 20 segundos. Se comprobó que el disco encajara perfecto en la matriz metálica, esto se realizó de manera constante durante todo el protocolo, con el objetivo de conseguir la adaptación exacta en la matriz metálica que cumplía con

las medidas necesarias. (FIGURA 4) Para terminar el pulido de las muestras se utilizó un disco pelo de cabra y pasta de pulido universal (Ivoclar Vivadent) por todas las superficies durante 20 segundos. (FIGURA 5)

Los discos confeccionados fueron almacenados en depósitos de plástico, etiquetados previamente con un código diferente para cada grupo experimental.

#### **d. Grupo control**

Se recolectaron dientes anteriores humanos, los cuales fueron extraídos por motivos periodontales y fueron recolectados en el transcurso no máximo de 1 mes, excluyendo a los que no cumplían con los criterios de selección. Se mantuvieron en un recipiente plástico con agua destilada a temperatura ambiente.

#### **e. Análisis de los grupos experimentales por medio del espectroscopio.**

Con el objetivo de recolectar los valores de fluorescencia, se solicitó el ingreso al Centro de Caracterización de Materiales – CAMPUCP de la Pontificia Universidad Católica del Perú para utilizar el espectroscopio Raman de sobremesa con un microscopio confocal de Renishaw inVia (FIGURA 5). Para un adecuado análisis se controló la temperatura del laboratorio en donde se encontraba este instrumento, utilizando un sistema de aire acondicionado a 21,6°C se logró la temperatura necesaria de 20,8°C. Después, se colocó un espécimen de óxido de estaño en el microscopio confocal Renishaw para calibrar el haz del láser. Posteriormente, se centró el primer disco de resina compuesta en el microscopio para comprobar que objetivo era el que permitía observar mejor la muestra (10X). Asimismo, se expuso la muestra a una fuente de excitación (láser) de 633 a 780 por 10 segundos. Toda la luz que emitió el disco de resina se recolectó, filtró y registró mediante un monocromador, el cual catalogó a la fluorescencia en 2

dimensiones: Intensidad y Longitud de onda de fluorescencia por cada disco analizado.

**f. Evaluación del grupo control mediante el espectroscopio.**

Después de la calibración previa del espectrómetro, se colocaron en la platina del microscopio confocal Renishaw los dientes incisivos superiores humanos, posicionando la cara vestibular del diente hacia el objetivo para poder ser expuesto al haz de láser. Se realizó lo mismo para cada diente natural.

**g. Capacitación:**

Fue realizada la capacitación con el personal especializado para la adecuada recolección e interpretación de los resultados dados por el espectrómetro. Esto se realizó a cargo del Doctor Físico Jorge Andrés Guerra, Especialista en Espectroscopia Raman y Espectroscopia del estado sólido en el Centro de Caracterización de Materiales – CAMPUCP.

**h. Registro de datos:**

Todos los datos conseguidos fueron registrados y analizados a través del programa ORIGIN PRO8.0. Además, este programa permitió obtener un promedio de la longitud de onda e intensidad de fluorescencia para cada disco de resina y dientes humanos. Asimismo, permitió ver los resultados de manera gráfica. (FIGURA 6)

**6. Análisis estadístico:**

Los valores promedios de cada disco de resina y diente natural se analizaron a través del programa estadístico (SPSS versión 24). Se ingresaron los valores obtenidos para cada dimensión de la fluorescencia: intensidad y longitud de onda de fluorescencia correspondiente a cada muestra y se analizaron con un intervalo de confianza al 95%.



Posteriormente, se elaboraron tablas descriptivas de cada variable cuantitativa con sus correspondientes promedios y desviaciones estándar.

Se utilizaron las pruebas de Shapiro Wilk y Levene para evaluar los datos numéricos; comprobándose que no presentaban normalidad, por lo cual se utilizaron las pruebas estadísticas no paramétricas de Kruskal-wallis y comparación por pares a través de la Prueba U de Mann Whitney.

### **7. Consideraciones éticas:**

Esta investigación es un estudio *in vitro*, ya que se realizó en discos de resina compuesta y no se incluyó la participación de seres humanos o animales. Sin embargo, se necesitó la aprobación del Comité de Ética de la Universidad Científica del Sur.

## **VI. LIMITACIONES DEL ESTUDIO:**

Dentro de las limitaciones de este estudio fue la dificultad de conseguir un amplio número de dientes naturales extraídos por motivos periodontales, perjudicando así el número de especímenes del grupo control. Además, no existe un método estandarizado para el estudio y análisis de la fluorescencia y sus dimensiones, lo cual complicada la recolección y comparación de resultados con otros estudios similares.

**RESULTADOS:**

Los resultados obtenidos en el presente estudio fueron representados en una curva ubicada en el cuadro cartesiano conformado por longitud de onda e intensidad de fluorescencia. En la tabla N° 1 se encuentra el análisis descriptivo de la intensidad de fluorescencia, se observó que los diferentes grupos de estudio presentan una dispersión similar a diferencia del grupo Filtek® Z350 XT que se encontró valores numéricos más altos. En la tabla N° 2, para el análisis descriptivo de longitud de onda de fluorescencia, se encontró que el diente humano presenta un mayor valor numérico en media y mediana, sin embargo, son muy similares en los 4 grupos de estudio.

En tabla N° 3, se comparó los resultados de longitud de onda de fluorescencia de los distintos grupos de estudio, utilizando la prueba estadística Kruskal-wallis, se encontró que existe una diferencia estadísticamente significativa ( $p=0.001$ ) entre ellos. Al comparar por pares mediante la Prueba U de Mann Whitney, se halló que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los sistemas Palfique VS Diente ( $p=0,151$ ) y Filtek® Z350 XT VS Empress Direct ( $p=0.151$ ); sin embargo, existe diferencia estadísticamente significativa de los demás grupos vs el diente humano.

En tabla N° 4, los resultados hallados a través de la prueba Kruskal-wallis al comparar la intensidad de fluorescencia de los grupos de estudio, presentaron que existe diferencia estadísticamente significativa ( $p=0.001$ ) entre ellos. Al comparar por pares mediante la Prueba U de Mann Whitney, se encontró que existe diferencia estadísticamente significativa entre los distintos pares de resinas compuestas y diente natural, con excepción de Palfique Lx5 VS Diente ( $p=1,00$ ) que no se encontró diferencia estadísticamente.

Tabla N° 1

**Evaluación descriptiva de intensidad de fluorescencia de diferentes resinas  
compuestas y diente natural.**

Fluorescencia	Grupo de estudio	N	X	Me	DE	Va	Min	Max	IC	
									Límite inf.	Límite sup.
Intensidad de fluorescencia (u.a)	Filtek® Z350 XT	5	21103,52	19903,49	6060,38	36728168,37	14918,67	29225,98	13578,57	28628,48
	Palfique Lx5	5	1058,11	1022,84	130,80	17108,68	965,51	1281,97	895,70	1220,52
	Empress Direct	5	6876,00	7592,93	1233	1520280,59	4902,93	7756,75	5345,03	8406,97
	Diente	2	1013,77	1025,78	348,93	121753,34	613,07	1438,48	580,52	1447,03

Tabla N° 2

**Evaluación descriptiva de la longitud de fluorescencia diferentes resinas  
compuestas y diente natural.**

Fluorescencia	Grupo de estudio	N	X	Me	DE	Va	Min	Max	IC	
									Límite inf.	Límite sup.
Longitud de onda (n.m)	Filtek® Z350 XT	5	519,66	519,70	0,75	0,57	518,67	520,47	518,73	520,60
	Palfique Lx5	5	534,80	533,95	7,81	60,94	526,10	544,70	525,11	544,50
	Empress Direct	5	518,80	518,85	0,80	0,64	517,65	519,62	517,80	519,79
	Diente	2	542,72	542,48	1,43	2,04	541,12	544,52	540,95	544,50

Tabla N° 3

**Comparación de la longitud de onda de fluorescencia de diferentes resinas compuestas y diente humano.**

Grupos de estudio	N	X ± DE	p1	p2	
				Filtek VS Palfique	0.048**
Filtek® Z350 XT	5			Filtek VS Empress D.	0.151**
Palfique LX5	5			Filtek VS Dientes	0.048**
Empress Direct	5	529±11,05	0.001*	Palfique VS Empress D.	0.048**
Dientes	5			Palfique VS Dientes	0,151**
				Empress D. VS Dientes.	0,048**

\*Prueba Kruskal Wallis.

\*\* Prueba U de Mann Whitney

Tabla N° 4

**Comparación de intensidad de fluorescencia de las diferentes resinas compuestas y diente humano**

Grupos de estudio	N	X ± DE	p1	p2
				Filtek VS Palfique 0.048**
Filtek® Z350 XT	5			Filtek VS Empress D. 0.048**
Palfique LX5	5			Filtek VS Dientes 0.048**
Empress Direct	5	7512,85 ±8881,14	0.001*	Palfique VS Empress D. 0.048**
Dientes	5			Palfique VS Dientes 1,00**
				Empress D. VS Dientes. 0,048**

\*Prueba Kruskal Wallis.

\*\* Prueba U de Mann Whitney

## DISCUSIÓN:

En el presente estudio in vitro se evaluaron 4 grupos de estudio, tres experimentales y uno control; donde se comparó la fluorescencia a través de la intensidad y longitud de onda de las 3 resinas compuestas: Nanoparticulada: Filtek® Z350 - 3M ESPE; Nano híbrida: IPS Empress Direct® - IVOCLAR VIVADENT; y de Supra nanorelleno: Palfique LX5® – TOKUYAMA y diente anterior humano. Las muestras se realizaron mediante la fabricación de discos de resina compuesta de 10 mm de diámetro y 1 mm de grosor, combinando opacidades de Esmalte y Dentina.

El análisis de fluorescencia de las resinas compuestas ya ha sido estudiado previamente, los resultados de los estudios preexistentes desafortunadamente no son fácilmente comparables, ya que los materiales empleados y la técnica de estudio (cámaras digitales, linternas de luz U.V, sistemas computarizados y espectrofotómetro) difieren con el presente estudio; puesto que no existe un método estandarizado para estudiar la fluorescencia de los dientes naturales y materiales de restauración.

En la presente investigación, primero se evaluó la de los dientes anteriores humanos; se encontró una longitud de onda de  $542,72 \pm 1,43$  nm e intensidad de fluorescencia de  $1013,77 \pm 348,93$  u.a. Estos hallazgos no coincidieron con estudios previos como los de Meller et al.<sup>15</sup> en el 2015, mediante el uso de espectrofotómetro concluyó que los dientes humanos presentaban una longitud de onda de fluorescencia de  $452 \pm 9$  nm, esto se debería a que, a diferencia del presente estudio, consideraron analizar la fluorescencia usando molares jóvenes humanos.

Además, al comparar estos resultados obtenidos sobre longitud de onda de los dientes anteriores humanos con las resinas compuestas, no se encontró diferencia estadísticamente significativa al comparar la resina Palfique Lx5® - Tokuyama VS diente

humano ( $p=0,151$ ), lo cual nos indicaría que pertenecen a un mismo matiz de fluorescencia, siendo la resina Palfique Lx5®  $534,80 \pm 7,81$  nm, la más similar al diente humano que presentó  $542,72 \pm 1,43$  nm.

En cuanto a intensidad de fluorescencia, tampoco se encontró diferencia estadísticamente significativa entre el mismo par: Palfique Lx5® - Tokuyama  $1058 \pm 130,80$  u.a. VS diente humano  $1013,77 \pm 348,93$  u.a. ( $p=0,001$ ), concluyendo que no habría diferencia en el grado de saturación de esta fluorescencia. Según Duro FR et al.<sup>8</sup> en el 2012 concluyó que las nuevas generaciones de resinas compuestas mostraron mejoras esenciales en la fluorescencia en comparación con las generaciones anteriores. Lo cual se reafirmaría en este estudio, pues Palfique Lx5® - Tokuyama posee una tecnología más reciente en comparación con las otras resinas consideradas dentro del estudio, pues es una resina supra-nano particulada, de forma esférica, con partículas monodispersas de SiO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub> (200 nm) y coincide que es la resina que tiene la fluorescencia más similar al diente natural.

Por otro lado, la resina Filtek® Z350 (3M) presentó la mayor intensidad de fluorescencia de las resinas compuestas estudiadas con  $21103,52 \pm 6060,38$  u.a. Sin embargo, mostró una longitud de onda ( $519,66 \pm 0,75$  nm) inferior a la del diente humano, lo cual afectó negativamente la fluorescencia. Meller et al. (2012, 2015)<sup>15, 16</sup> indicaron que la resina Filtek® Z350 (3M) tiene una fluorescencia muy semejante al diente natural, lo cual discrepa del presente estudio y esto se podría deber a la utilización de dientes molares jóvenes como grupo control, a diferencia del presente estudio que solo analizó incisivos naturales jóvenes.

Además, Kim et al.<sup>13</sup> comparó la fluorescencia de diferentes resinas compuestas con la región adyacente del diente natural, mediante el uso de cámara digital de fluorescencia basada en la tecnología QLF (QLF-D) y concluyeron que la resina Filtek® Z350 (3M) no



difirió significativamente del contraste de color clínicamente, sin embargo, se distinguió como una “fluorescencia más oscura” en relación con la región del diente natural. Duro FR et al.<sup>8</sup> analizó la fluorescencia del diente natural in vivo y la comparó con varias resinas compuestas, en un cuarto oscuro mediante dos lámparas UV y una cámara réflex digital. Clasificaron la resina Filtek® Z350 (3M), con una fluorescencia pobre.<sup>8</sup>

Estos hallazgos coinciden con lo encontrado en el presente estudio, en donde la resina Filtek® Z350 (3M) es la que tiene la fluorescencia más lejana al diente natural. Esto se podría deber al tamaño y distribución de las partículas de esta resina, ya que si bien es nano particulada donde sus partículas primarias son de sílice (5-20 nm), tiene la característica principal de poseer nanoclusters de un tamaño mayor de 0.6  $\mu\text{m}$  a 1.4  $\mu\text{m}$ , lo cual hace que sea una resina más saturada, disminuyendo la probabilidad de que la luz llegue a las partículas fluorescentes<sup>14</sup>, lo cual perjudica significativamente a la fluorescencia y por lo tanto mostrará una luminosidad reducida.<sup>8</sup>

Por otro lado, la resina Empress Direct ® (IVOCLAR VIVADENT) presentó una intensidad de fluorescencia  $6876,00 \pm 1233$  u.a. mayor y una longitud de onda menor a la del diente humano. Duro FR et al.<sup>8</sup> analizó la fluorescencia de diferentes resinas compuestas de manera in vivo y clasificó a la resina Empress Direct ® con una fluorescencia óptima. Sin embargo, este resultado no coincide con lo encontrado en el presente estudio, lo cual se podría deber a que no consideraron la resina Palfique Lx5® - Tokuyama, dentro de la investigación.

Además, los diferentes valores encontrados de fluorescencia en las resinas compuestas estudiadas, se podría explicar también por la diferencia en el tipo y la cantidad de fluoróforos que contienen. Sin embargo, no existe una información completa del tipo y porcentaje de fluoróforos que presenta cada una de las resinas compuestas estudiadas. Por lo tanto, el ajuste de la cantidad de fluoróforos es necesario para lograr una fluorescencia

similar a la de la del diente natural; ya que como se sabe varía ampliamente los espectros de emisión de los fluoróforos ya que son dependientes de su estructura química.<sup>6</sup>

## CONCLUSIONES:

- La resina Filtek® Z350 (3M) presento valores mas altos de intensidad de fluorescencia en comparación con las otras resinas compuestas Filtek® Z350 (3M) y Empress Direct ® (IVOCLAR VIVADENT) y diente humano.
- Las resinas compuestas y diente humano presentaron valores numéricos de media y mediana para longitud de onda de fluorescencia muy similares.
- La resina compuesta Palfique Lx5® - Tokuyama es la que presentó una intensidad de fluorescencia similar al diente humano, es decir, no existió diferencia estadísticamente significativa.
- La resina compuesta Palfique Lx5® - Tokuyama y diente humano, no presentaron diferencia estadísticamente significativa entre sí, en cuanto a longitud de onda. Además, las resinas compuestas Filtek® Z350 (3M) y Empress Direct ® (IVOCLAR VIVADENT) no presentaron diferencia estadísticamente significativa en cuanto a una longitud de onda de fluorescencia entre ellas, pero si existió diferencia estadísticamente significativa con el diente humano.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

1. Figueiredo, C.A., Silva, A.C., Figueiredo, A., Azenha, M.E. Fluorescence of dental composite resins. *Experimental Pathology and Health Sciences*. 2012; 6(1): 11-4.
2. Lee YK, Lu H, Powers JM. Influence of fluorescent and opalescent properties of resin composites on the masking effect. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2006 Jan;76(1):26-32.
3. Lima LM, Abreu JD, Cohen-Carneiro F, Regalado DF, et al. A new methodology for fluorescence analysis of composite resins used in anterior direct restorations. *Gen Dent*. 2015; 63:66-69.
4. Lee YK. Fluorescence properties of human teeth and dental calculus for clinical applications. *J Biomed Opt*. 2015; 20:040901.
5. Pereira, A.; Matuda, L.; Lima, L. G.; Silva, M.; Morais-Sousa, L.; Matos. et al. Evaluation of the fluorescence of composite resins under an ultra violet light Source. *Int. J. Odontostomat*. 2018; 12(3):252-61.
6. Martínez, M; Moctezuma, C. “Espectrofluorimetría” Universidad Autónoma de México- Instituto de Biotecnología. México. 2006: 67p.
7. Catelan, A., Guedes, A., Suzuki, T, Takahashi, M., De Souza, E., Briso, A, et al. Fluorescence Intensity of Composite Layering Combined with Surface Sealant Submitted to Staining Solutions. *J Esthet Restor Dent*, 2015; 27: S33-S40. doi:[10.1111/jerd.12139](https://doi.org/10.1111/jerd.12139)
8. Rey Duro F. Souza, A; Duarte, Jr. Fluorescence: Clinical Evaluation of New Composite Resins. *Eur J Esthet Dent* 2012; 8: 806-817.

9. Mejía. K. Opacidad y translucidez de diferentes resinas de acuerdo a su tamaño de partícula y su aplicación clínica. [Tesis de Especialidad]. Colombia: Universidad Nacional De Colombia:2012. 154p.
10. Fischer, K. Documentación científica. IPS Empress Direct®. [Actualizado Febrero 2010; citado Diciembre 2019]. Disponible en: <https://docplayer.es/21378325-Ips-empress-direct-documentacion-cientifica.html>.
11. 3M™ Filtek™ Z350 XT Restaurador Universal - Perfil técnico del producto. [Actualizado 2017; citado Diciembre 2019]. Disponible en: <http://multimedia.3m.com/mws/media/7251770/tpp-filtek-z350-xt.pdf>.
12. Resin-based Dental Restorative Material- Palfique Lx5. Tokuyama Dental Corporation. Japón. [Actualizado Febrero 2014; citado Diciembre 2019]. Disponible en: <http://www.tokuyama-dental.com/tdc/pdf/instructionmanual/PALFIQUE LX5 IFU.pdf>
13. Kim G-Min, Kim B-Ra, Lee E-Song, de Josselin de Jong E, Kim B-II, Detection of residual resin-based orthodontic adhesive based on light-induced fluorescence, Photodiagnosis and Photodynamic Therapy. 2018, <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2018.08.019>
14. Tabatabaei M, Nahavandi A, Khorshidi S, Hashemikamangar S. Fluorescence and Opalescence of Two Dental Composite Resins. Eur J Dent 2019; 13:527–534
15. Meller C, Klein C. Fluorescence of composite resins: a comparison among properties of commercial shades. Dent Mater J. 2015; 34:754-755.
16. Meller C, Klein C. Fluorescence properties of commercial composite resin restorative materials in dentistry. Dent Mater J. 2012; 31:916-923.

17. Zhermack Dental S.p.A. Zetalabor: user`s guide. C-Silicone for masks. Italia. 0 [Actualizado Marzo 2019; citado Diciembre 2019]. Disponible en: [https://www.zhermack.com/public/uploads/F120053\\_19-03\\_TG\\_Zetalabor\\_EN\\_low.pdf](https://www.zhermack.com/public/uploads/F120053_19-03_TG_Zetalabor_EN_low.pdf)
18. Ameer ZMA, Mualla SK. In vitro evaluation of fluorescence stability of different composites and dental tissues before and after accelerated aging. *J Med Dent Sci Res.* 2015; 3:1-6.
19. Kim BR, Kang SM, Kim GM, Kim BI. Differences in the intensity of light-induced fluorescence emitted by resin composites. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2016; 13:114-119.
20. Reis RSA, Casemiro LA, Carlino GV, Lins EC, et al. Evaluation of fluorescence of dental composites using contrast ratios to adjacent tooth structure. *J Esthet Restor Dent.* 2007; 19:199-207.
21. Jablonski T, Takahashi MK, Brum RT, Rached RN, Souza EM. Comparative study of the fluorescence intensity of dental composites and human teeth submitted to artificial aging. *Gen Dent.* 2014; 62:37-41.
22. Mikhail SS, Schricker SR, Azer SS, Brantley WA, Johnston WM. Optical characteristics of contemporary dental composite resin materials. *J Dent* 2013; 41:771-8.
23. Volpato CAM, Pereira MRC, Silva FS. Fluorescence of natural teeth and restorative materials, methods for analysis and quantification: A literature review. *J Esthet Restor Dent.* 2018; 30:397-407. <https://doi.org/10.1111/jerd.12421>
24. Da Silva T, De Oliveira H, Severino D, Balducci I, Huhtala M, Gonçalves S. Direct spectrometry: a new alternative for measuring the fluorescence of composite resins and dental tissues. *Oper Dent.* 2014 Jul-Aug;39(4):407-15.

25. Lobos, N. “Estudio de la fluorescencia visible inducida por luz ultravioleta en dientes anteriores, según edad en pacientes de la clínica odontológica de la universidad de chile.” [Tesis de para Título]. Santiago-Chile: Universidad De Chile: 2018. 58p.
26. Takahashi, M; Vieira, S; Rached, R.; Almeida, J.; Aguiar, M.: Souza, E. Fluorescence Intensity of Resin Composites and Dental Tissues Before and After Accelerated Aging: A Comparative Study. *Operative dentistry*, 2018; 33:189-95.
27. Mualla S, Fluorescence And Dentistry. *IOSR-JDMS*. Iraq. 2016;15(3):65-75
28. Gamborena I, Blatz M. Fluorescence—Mimicking Nature for Ultimate Esthetics in Implant Dentistry. *QUINTESENCE*. 2011.
29. Hafström-Björkman U, Sundström F, ten Bosch JJ. Fluorescence in dissolved fractions of human enamel. *Acta Odontol Scand* 1991;49(3):133–138
30. Arimoto A, Nakajima M, Hosaka K, et al. Translucency, opalescence and light transmission characteristics of light-cured resin composites. *Dent Mater* 2010;26(11):1090–1097
31. Lim YK, Lee YK, Lim BS, Rhee SH, Yang HC. Influence of filler distribution on the color parameters of experimental resin composites. *Dent Mater* 2008;24(1):67–73
32. Arikawa H, Kanie T, Fujii K, Takahashi H, Ban S. Effect of filler properties in composite resins on light transmittance characteristics and color. *Dent Mater J* 2007;26(1):38–44

**VII. ANEXOS:**

## ANEXO N° 1

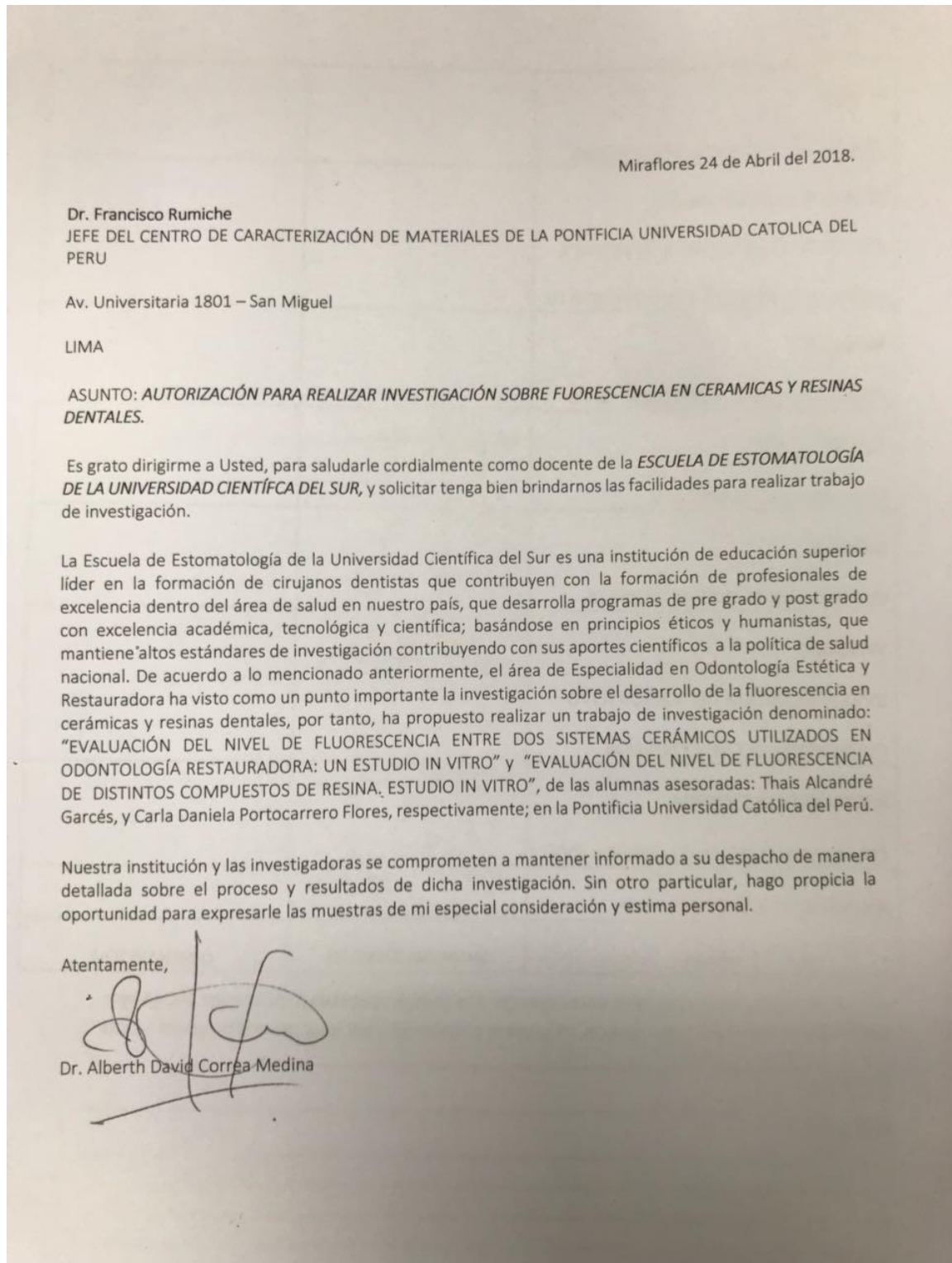
**Composición de las resinas compuestas de estudio.**

RESINA COMPUESTA	COLOR	TIPO DE COMPUESTO	COMPOSICION	MARCA
<b>Filtek® Z350</b>	A1+A2	Nano particulada	<b>Matriz de resina:</b> bis-GMA, UDMA, TEGDMA y bis-EMA (6)	3M ESPE
			<b>Relleno:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sílice no aglomerado/no agregado de 20 nm.</li> <li>- Zirconia no aglomerado/no agregado de 4 a 11 nm.</li> <li>- Clusters de zirconia/sílice 0.6 um a 1.4 um.</li> </ul>	
<b>IPS Empress Direct</b>	A1+A2	Nano híbrida	<b>Matriz de resina:</b> Dimetacrilato	IVOCLAR VIVADENT
			<b>Relleno:</b> vidrio de bario-0.7 μm, óxidos mixtos, vidrio de fluorosilicato Ba-Al, Trifluoruro de iterbio 100 nm	
<b>Palfique LX5</b>	A1+A2	Supra nanorelleno	<b>Matriz de resina:</b> Bis-GMA y trietilen glicol dimetacrilato.	TOKUYAMA.
			<b>Relleno:</b> partículas esféricas de sílice-dióxido de zircônio de tamaño medio de 0,2 μm.	



ANEXO N° 2

**Autorización para el uso del espectroscopio en la PUCP**



ANEXO N° 3

Constancia del desarrollo del análisis en el CAMPUCP



CAM-013/2019

San Miguel, 26 de setiembre de 2019

Señores

**UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR**

Dirección Académica de la Carrera de Estomatología/Odontología

Presente:

Estimados Señores:

Tengo a bien dirigirme a ustedes para informarles que la alumna **Carla Daniela Portocarrero Flores**; ha desarrollado el análisis de Discos en el Centro de Caracterización de Materiales - CAMPUCP como parte de proyecto titulado: *"Comparación del nivel de fluorescencia de distintos sistemas resinosos vs diente humano: estudio in vitro"*.

Los análisis fueron realizados utilizando el método de Espectroscopía Raman, siendo asesorada por el Dr. Andrés Guerra, analista del CAMPUCP y responsable de la técnica.

Agradeciendo la atención prestada, me despido.

Atentamente,

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Centro de Caracterización de Materiales



Dr. Francisco Rumiche  
Coordinador

ANEXO N° 4

**Calibración del espectrómetro Raman.**



**CALIBRACIÓN ESPECTRÓMETRO PARA REALIZAR MEDIDAS DE FOTOLUMINISCENCIA**

El espectrómetro es calibrado usando una laser de 632.8 nm y una muestra de referencia de silicio (Si). El pico característico de Si es identificado y corregido a la posición 521  $\text{cm}^{-1}$ . Luego se realiza una medida sobre una muestra de referencia luminiscente con un espectro conocido bajo excitación UV usando un láser de 325 nm. En este caso particular se utilizó una muestra de oxinitruro de silicio dopado con Tb (SION:Tb). El espectro característico del Tb es identificado y los picos característicos son observados en las posiciones correctas. Ver figura 1.

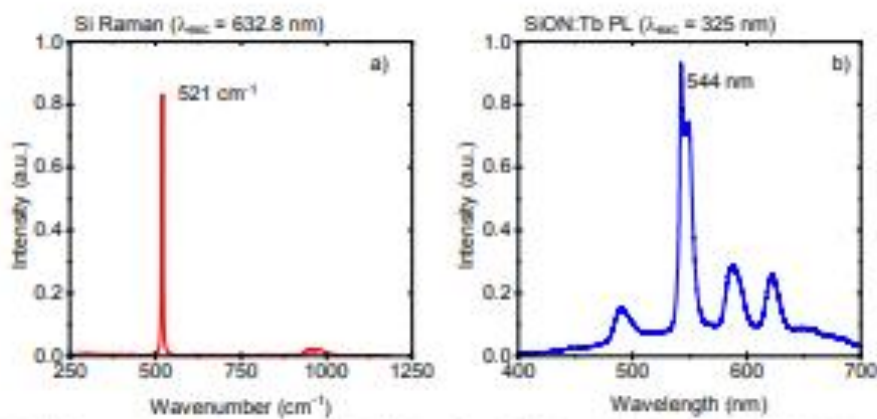


Fig. 1. Espectro Raman de una muestra de silicio de referencia bajo excitación de un láser de He-Ne (a). Espectro de Fotoluminiscencia de una muestra de oxinitruro de silicio dopada con terbio de referencia bajo excitación de un láser de He-Cd (b).

**VIII. FIGURAS**

FIGURA 1

**Confección de la matriz de silicona, teniendo como referencia el disco guía.**

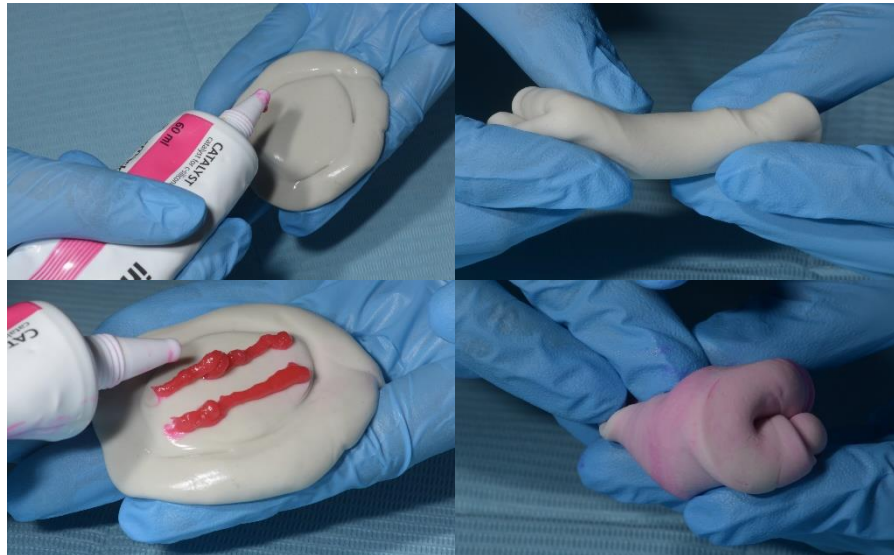
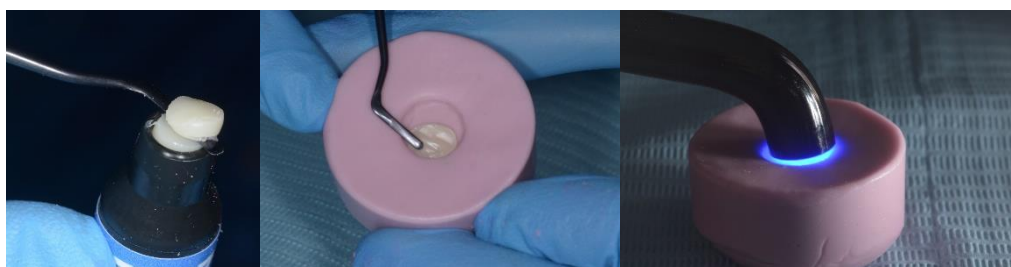


FIGURA 2

**Confección de los discos de resina.**





**FIGURA 3**

**Calibración de los discos de resina a 1 mm de espesor.**



**FIGURA 4**

**Acabado y pulido de los discos de resina compuesta**

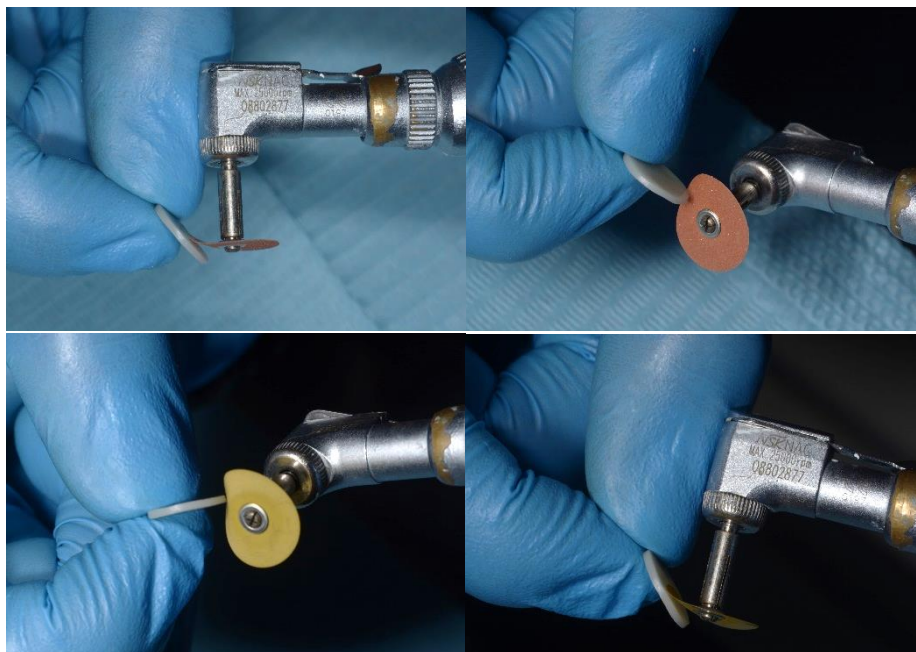


FIGURA 5

**Adaptación del disco de resina compuesta a la matriz metálica.**



FIGURA 6

**Evaluación de discos de resina mediante el espectrómetro**



FIGURA 7

**Gráficas del espectro de fluorescencia por el programa Origin PRO 8.0.**

