

**UNIVERSIDAD EVANGÉLICA DE EL SALVADOR**

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**DOCTORADO EN CIRUGÍA DENTAL**



**UNIVERSIDAD EVANGÉLICA  
DE EL SALVADOR**

**INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN**

**DETERMINACIÓN DE LA FLUORESCENCIA DE DOS MATERIALES CERÁMICOS  
CAD/CAM EN RESTAURACIONES ANTERIORES**

**AUTORES:**

GUARDADO GUTIERREZ KARLA ANDREA

PEREZ VENTURA SCARLET RENÉE

SAGET DOMINGUEZ NELLY ROCHELLE

**ASESOR:**

DR. JAVIER FRANCISCO ROQUE TRUJILLO

SAN SALVADOR, SEPTIEMBRE 2024

**UNIVERSIDAD EVANGÉLICA DE EL SALVADOR**

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**DOCTORADO EN CIRUGÍA DENTAL**



**UNIVERSIDAD EVANGÉLICA  
DE EL SALVADOR**

**INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN**

**DETERMINACIÓN DE LA FLUORESCENCIA DE DOS MATERIALES CERÁMICOS  
CAD/CAM EN RESTAURACIONES ANTERIORES**

**AUTORES:**

GUARDADO GUTIERREZ KARLA ANDREA

PEREZ VENTURA SCARLET RENÉE

SAGET DOMINGUEZ NELLY ROCHELLE

**ASESOR:**

DR. JAVIER FRANCISCO ROQUE TRUJILLO

SAN SALVADOR, SEPTIEMBRE 2024

**AUTORIDADES EDUCATIVAS**

DRA. CRISTINA JUÁREZ DE AMAYA

**RECTORA**

DRA. MIRNA GARCÍA DE GONZÁLEZ

**VICERRECTORA ACADÉMICA**

DRA. NUVIA ESTRADA DE VELASCO

**VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL**

ING. MARÍA DE LOS ÁNGELES MERCADO

**VICERRECTORA DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA EDUCATIVA**

ING. SONIA CANDELARIA RODRÍGUEZ DE MARTÍNEZ

**DIRECTORA ACADÉMICA**

DRA. THELMA DINORAH ALVARADO MIGUEL

**DECANA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

DRA. JENNIFER ELIZABETH ALDANA SALGUERO

**VICEDECANA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

## INDICE

AUTORIDADES EDUCATIVAS	ii
AGRADECIMIENTOS	vi
RESUMEN	vii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	4
A. Situación problemática	4
B. Enunciado del problema	5
C. Objetivos de la investigación	5
D. Contexto de la investigación	6
E. Justificación del estudio	6
CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8
A. Estado actual del hecho o situación	8
1. Fluorescencia en odontología	8
2. Propiedades ópticas del diente	10
3. Color	10
4. Odontología restauradora	11
5. Odontología estética	11
6. Propiedades Del Color	12
7. Restauraciones Cerámicas	12
8. Tipos de cerámicas dentales	13
9. Fluorescencia y su relación con los materiales restauradores	15
10. OPEN CV	16
11. PYTHON	17
B. Hipótesis de investigación o Supuestos teóricos	17
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	19
A. Enfoque y tipo de investigación	19
1. Enfoque	19
2. Tipo de investigación	19

B. Sujetos y objeto de estudio	20
C. Unidades de análisis: población y muestra	20
1. Población	20
2. Muestra	20
3. Muestreo	20
D. Criterios de inclusión y exclusión	20
E. Técnicas empleadas en la recopilación de información	21
F. Instrumentos de registro y medición	22
G. Matriz de congruencia	22
H. Procesamiento y análisis de la información	24
1. Toma de capturas de sección dental del tercio medio	24
2. Población de base de datos de fotos para imagen normalizada.	25
3. Conversión de imagen a umbral para procesamiento posterior.	25
4. Resultado final	25
I. Esquema de funcionamiento de imágenes	28
J. Estrategia de utilización de resultados	29
CAPITULO IV: ANALISIS DE RESULTADOS	30
A. Resultados	30
B. Análisis descriptivo	34
C. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	36
Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones.	39
A. Conclusión	39
B. Recomendaciones	39

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	41
ANEXOS	49

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, darle las gracias a Dios, ya que ha sido nuestro guía y mentor a lo largo de todo este trayecto y nos ha protegido ante cualquier adversidad, a nuestros padres y familia por brindarnos apoyo económico y moral, puesto que nos han ayudado a construir nuestro futuro paso a paso y a cumplir cada una de nuestras metas, a nuestros docentes que nos llenaron de su sabiduría y al personal de apoyo por su amabilidad a la hora de solicitarles materiales, instrumentos o cualquier otra necesidad que fuera de urgencia, a nuestra alma mater Universidad Evangélica de El Salvador por acogernos estos 7 años en las aulas con el propósito de construir profesionales con altos estándares, a nuestro asesor Dr. Javier Francisco Roque Trujillo por orientarnos en este arduo camino por su enorme aporte para lograr el éxito de nuestra investigación, por su ayuda, acompañándonos para que esta investigación sea de total éxito. A todos los amigos y personas que nos colaboraron y por último pero no menos importante, al ingeniero Kenneth Aquino, que sin su ayuda no hubiese sido posible llevar a cabo esta investigación.

## RESUMEN

Lograr una estética satisfactoria en restauraciones dentales representa un desafío debido a las complejas características ópticas del color de los dientes naturales. Es por ello que la fluorescencia es una propiedad relevante en estética dental ya que, si el material restaurador de elección no posee las mismas propiedades fluorescentes del diente este se verá totalmente distinto. **Metodología.** El enfoque de la presente investigación fue cuantitativo. El tipo de investigación fue experimental, comparativo y transversal, teniendo una población de 24 incisivos centrales superiores derechos naturales y en función, 2 carillas de cerámica Disilicato de litio CAD/CAM y 2 carillas de cerámica feldespática CAD/CAM. Resultados. Las medias de fluorescencia fueron de  $48.2 \pm 3.34$  en esmalte, en feldespato  $62.85 \pm 3.9$  y en Disilicato de Litio  $58.63 \pm 2.02$ , siendo todas diferentes estadísticamente entre ellas de acuerdo al análisis de varianzas ANOVA ( $p=0.00$ ). Discusión. Según Jiao ZHANG y Qing YU, al comparar la fluorescencia de los materiales, dando como resultado que la intensidad de fluorescencia de los tres materiales cerámicos (E Max CAD, Zenostar y Empress CAD) era inferior a la del sustrato. Los valores de fluorescencia más altos se observaron en los grupos de IPS e. Max CAD contradiciendo a los resultados obtenidos de la presente investigación, en la cual se identificó que el Feldespato es el material que más se asemeja al diente. **Conclusión.** Se concluye que debido a los resultados se rechazan las hipótesis alternativas y acepta la nula.

**Palabras claves:** fluorescencia, CAD/CAM, feldespato, disilicato de litio, pixeles, Phyton, radiación UV



## INTRODUCCIÓN

Lograr una estética satisfactoria en restauraciones dentales representa un desafío debido a las complejas características ópticas del color de los dientes naturales. Estos absorben, reflejan, difunden y transmiten luz, lo que requiere un control cuidadoso de la transmisión y absorción de la luz por parte de los materiales cerámicos dentales para garantizar un color adecuado en todas las restauraciones. Es por ello que la fluorescencia, (fenómeno óptico resultante por la absorción de luz invisible y su posterior emisión en forma de luz visible) también afecta la apariencia dental.

El esmalte dental, que es el tejido más externo y translúcido de los dientes, juega un papel fundamental en la fluorescencia dental. A pesar de ser incoloro, exhibe una tonalidad característica influenciada por la disposición y la estructura cristalina de la hidroxiapatita, el principal componente mineral presente en los dientes. Esta disposición cristalina varía a lo largo de la superficie del esmalte, lo que da una interacción única con la luz visible que incide sobre él.

Además, la fluorescencia dental no solo se limita al esmalte, sino que también se ve influenciada por otros tejidos dentales, como la dentina y la pulpa. La dentina, por ejemplo, puede modificar significativamente la fluorescencia dental debido a su composición y su papel en la forma en que la luz se transmite y dispersa a través de los dientes.

El desarrollo de técnicas y herramientas de medición precisa de la fluorescencia dental ha permitido a los profesionales de la odontología investigar y comprender mejor este fenómeno. Métodos como la fotografía digital han facilitado la evaluación cuantitativa y cualitativa de la fluorescencia dental, lo que a su vez ha mejorado la capacidad de los dentistas para seleccionar materiales de restauración adecuados y lograr resultados estéticos superiores.

La presente investigación se propone explorar y analizar detalladamente la fluorescencia dental, centrándose en la relación entre la fluorescencia de dos materiales restauradores

utilizados en odontología y las características ópticas de los tejidos de los dientes naturales. A través de una investigación exhaustiva y un análisis riguroso, se busca proporcionar una comprensión más profunda de este fenómeno y su aplicación en la clínica para optimizar la calidad de las restauraciones dentales y aumentar la satisfacción del paciente.

En el capítulo I se desarrolló la descripción del problema a investigar, se identificó el punto de partida y el enfoque que se tuvo, para tener una estructura formal del tema.

En el capítulo II, se desarrolló el marco teórico empezando con los conceptos generales y después específicamente de las variables implementadas en el estudio. En dicho apartado, se toma como referencia, antecedentes bibliográficos que aportaron información válida y verídica al estudio.

En el capítulo III, metodología de la investigación, se refiere a la descripción del marco metodológico, que incluye el diseño metodológico, que comprende el enfoque de la investigación, el tipo y diseño, población y la muestra de la investigación, la unidad de análisis. En las técnicas e instrumentos de recolección de datos empleados, se detalló el proceso a seguir para la recopilación de los datos; en el procesamiento para el análisis de los datos se describen las técnicas estadísticas dependiendo el tipo y el nivel de medición de las variables, así como el proceso de análisis utilizado.

En el capítulo IV, se presentaron los resultados y análisis de la investigación, los cuales obtuvieron en la recolección de datos, por medio de la toma de fotografías de 24 incisivos centrales derechos (1-1) y de 2 carillas de Disilicato de litio CAD/CAM y 2 carillas de

cerámica feldespática CAD/CAM, y su posterior análisis mediante los programas computacionales Open CV y Phyton.

En el capítulo V, se realizaron las conclusiones gracias a los datos obtenidos a lo largo de la investigación, y luego de esto se procedió a la realización de las recomendaciones dirigidas a profesionales y estudiantes del área de restaurativa bucal, así como a la institución educativa.

## **CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

### **A. Situación problemática**

La fluorescencia es la capacidad que tienen algunos objetos para absorber energía invisible de una fuente de luz, alterar su longitud de onda y emitir luz visible.<sup>1</sup>

El ser humano está expuesto constantemente a diversas fuentes de luz con componentes ultravioletas tales como el sol, lámparas de vapor de mercurio, luces negras y los destellos utilizados en fotografías.<sup>1</sup> Esta propiedad es relevante en Odontología estética ya que, si el material restaurador de elección, no posee las mismas propiedades fluorescentes del diente natural, podría coincidir o asemejarse al color de éste con un tipo de luz y ser completamente diferente bajo la influencia de otra, fenómeno conocido como metamerismo.<sup>1</sup>

En los dientes naturales, la fluorescencia es estimulada por la radiación ultravioleta (UV), que influye en el brillo del diente produciendo una apariencia viva. Esta propiedad óptica depende tanto del tiempo de exposición a una luz ultravioleta como, posteriormente, de la reemisión de longitud de onda del diente. Por lo tanto, cuanta más luz ultravioleta absorba el diente, mayor será la reemisión de fluorescencia.<sup>2</sup>

Tratar de asemejar la estructura dental es una tarea complicada debido a las características físico-mecánicas y ópticas de los tejidos que la componen. En la actualidad, la odontología restauradora busca proveer restauraciones y rehabilitaciones que se asemejen a lo que previamente se ha perdido, a su estado natural, principalmente en dos aspectos esenciales: función y estética.<sup>3</sup>

Las cerámicas son ampliamente utilizadas en odontología, especialmente en procedimientos estéticos y restaurativos. Sus propiedades ópticas, físicas y mecánicas las hacen ideales para reemplazar el tejido dental de manera natural. Las restauraciones totalmente cerámicas han experimentado un extraordinario desarrollo durante los últimos tiempos.<sup>4</sup>

La incorporación del flujo digital en odontología restauradora ofrece ventajas significativas que van desde una mayor precisión y eficiencia hasta una mejora en la experiencia del paciente. La continua evolución de la tecnología digital seguirá desempeñando un papel esencial en la transformación de la práctica odontológica.<sup>5</sup>

Aunque las impresiones digitales representan una innovación en odontología, también tienen desventajas que restringen su utilización, entre ellas los costos elevados de adquisición, la falta de familiaridad de los profesionales odontológicos con su manejo, y los desafíos asociados a imitar lo mejor posible, las propiedades tanto ópticas como funcionales, de un diente natural.<sup>6</sup>

## **B. Enunciado del problema**

¿Es la fluorescencia de dos materiales cerámicos CAD/CAM, diferente a la fluorescencia del esmalte dental en dientes anteriores?

## **C. Objetivos de la investigación**

### **Objetivo general:**

Determinar el grado de fluorescencia de dos materiales restauradores CAD/CAM, en relación al esmalte de los dientes anteriores.

### **Objetivos específicos:**

- Establecer el grado de fluorescencia del esmalte dental de dientes anteriores
- Establecer el grado de fluorescencia de una cerámica feldespática CAD/CAM para el sector anterior.
- Establecer el grado de fluorescencia de una cerámica Disilicato de Litio CAD/CAM para el sector anterior.
- Comparar el grado de fluorescencia del esmalte dental de dientes anteriores con la cerámica Disilicato de Litio CAD/CAM.
- Comparar el grado de fluorescencia del esmalte dental de dientes anteriores con la cerámica feldespática CAD/CAM.

#### **D. Contexto de la investigación**

- Delimitación temática: Odontología restauradora mediante el tema: Determinación de la fluorescencia de dos materiales cerámicos CAD/CAM en restauraciones anteriores.
- Delimitación geográfica: La presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la Facultad de Odontología en el estudio fotográfico de la Universidad Evangélica de El Salvador, Prolongación Alameda Juan Pablo II, Calle el Carmen, San Antonio Abad, San Salvador, El Salvador. El Salvador, CA. Código Postal 1874.
- Delimitación temporal: Enero 2024 a Agosto 2024.
- Factibilidad de la Investigación: la investigación fue factible, porque fue realizado por 3 investigadoras egresadas de la carrera Doctorado en Cirugía dental, al igual que se contó con el apoyo de un asesor graduado con el título de Doctor en Cirugía Dental y con diplomado en estética y prostodoncia. Además, se contó con el tiempo adecuado para la recolección los datos requeridos según la muestra calculada y con presupuesto equilibrado para poder solventar los gastos de la investigación.

#### **E. Justificación del estudio**

La búsqueda de materiales restauradores y técnicas más eficientes, junto con un creciente interés por restauraciones más estéticas, ha intensificado las investigaciones en busca de materiales que lleguen a satisfacer estas expectativas.<sup>7</sup>

Los avances tecnológicos han permitido la incorporación de tecnologías como la CAD/CAM (diseño asistido por ordenador/fabricación asistida por ordenador), optimizando así el diseño, confección y manejo de las restauraciones protésicas. Casos clínicos complejos en el sector anterior, con alteración del color, necesidad de sustitución de coronas o restauraciones amplias son solucionadas satisfactoriamente a través de los nuevos sistemas cerámicos confeccionados con la tecnología CAD/CAM.<sup>7</sup>

Considerar propiedades ópticas como la fluorescencia es importante, teniendo en cuenta la posibilidad que estas restauraciones pueden presentar coloraciones diferentes en

función de la exposición a tipos específicos de luz, situación que puede ser importante para pacientes que se ven expuestos a este tipo de iluminaciones ya sea por trabajo o diversión. Explorar las diferencias entre ambos tipos de cerámicas en relación a los dientes naturales, especialmente bajo la iluminación de fuentes específicas, como la luz negra en entornos nocturnos, podría representar información importante a considerar cuando se trata a este tipo de pacientes expuestos voluntaria o involuntariamente a estas fuentes de luz, teniendo en cuenta la edad del paciente, ya que el tejido dental en distintas etapas de la vida del ser humano presenta propiedades de fluorescencia diferentes y el comportamiento de la fluorescencia de los materiales de restauración varía considerablemente.<sup>8</sup>

Es esencial humanizar el proceso odontológico al reconocer que los errores de color y fluorescencia pueden pasar inadvertidos bajo ciertas condiciones de iluminación artificial. Esto destaca la importancia de contar con un enfoque cuidadoso y detallado en la selección y aplicación de materiales de restauración. Los odontólogos deben tener en cuenta las necesidades únicas de cada paciente y adaptar su enfoque en consecuencia para lograr resultados estéticamente satisfactorios y funcionales. En última instancia, este enfoque sensible y personalizado contribuye a mejorar la experiencia del paciente y garantizar la calidad de la atención odontológica.<sup>9</sup>

Bajo los esquemas actuales de la estética dental, realizar una restauración implica reproducir de manera precisa todas las características naturales de los dientes, incluyendo sus propiedades ópticas, las cuales juegan un rol fundamental en el concepto de estética dental.<sup>9</sup>

## **CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **A. Estado actual del hecho o situación**

En este capítulo, se desarrolló el marco teórico empezando con la definición de conceptos bibliográficos generales hasta los conceptos más específicos sobre el estudio de la fluorescencia de materiales cerámicos.

#### **1. Fluorescencia en odontología**

La fluorescencia es un fenómeno óptico que se produce por la absorción de luz invisible en un rango de 1 a 400 nm de un objeto y la subsiguiente emisión de luz de longitud de onda más larga (de 430 a 450 nm de luz visible) que la absorbida.<sup>10</sup>

Los dientes están en la posibilidad de absorber radiación Ultravioleta y luego liberar luz visible en tonos azules, lo que resulta en una apariencia más blanca y brillante bajo la luz del día.<sup>11</sup> Cuando un material fluorescente se expone a fuentes de radiación UV, como luces fluorescentes, flashes de cámaras, luz de estudios intensos y luces negras que emiten radiación filtrada en el rango ultravioleta de 350-400 nm se produce la emisión de luz en el espectro azul, por lo cual, es importante comprender cómo funcionan estos fenómenos lumínicos, ya que el esmalte dental presenta características ópticas específicas que pueden modificar la apariencia total del diente, tales como:<sup>11</sup>

- Opalescencia: se origina en el efecto opal del mineral dental, reflejando tonos azulados y naranjas/marrones bajo la luz transmitida.<sup>10</sup> Las piedras opalescentes y el esmalte de los dientes tienen el mismo color al reflejar la luz mientras que tienen diferentes colores al refractar la luz.<sup>12</sup>



El espectro UV es dividido en tres regiones: ondas pequeñas, medianas y largas. Las ondas UVA (320-400 nm), conocidas popularmente como luz negra, están más cerca al espectro visible y generalmente son responsables de la fluorescencia<sup>12</sup>

- Translucidez: La translucidez es la propiedad que posee una sustancia, la cual permite el paso de la luz parcialmente, sin embargo, esta misma se dispersa de modo que los objetos no se pueden ver con claridad a través de un material; por lo tanto, podría describirse como un estado entre la opacidad completa y la transparencia.<sup>12</sup>

En el diente, parte de esa luz rebota como un espejo en el esmalte, mientras que otra parte le atraviesa y llega a la dentina. Si la superficie del esmalte es suave y uniforme, la luz que rebota es especular; pero si la superficie es irregular, como una superficie rugosa, la luz se dispersa en muchas direcciones, dando como resultado una apariencia menos brillante de los dientes.<sup>13</sup> La capacidad del esmalte para reflejar principalmente las longitudes de onda azules y permitir la transmisión de las longitudes de onda naranjas de la luz visible le confiere sus propiedades opalescentes. Aunque el esmalte carece de coloración, ejerce una influencia leve sobre el color del diente al darle una dominancia azul. Sin embargo, el esmalte en sí no altera el tono del diente, sino que, a través de fenómenos de reflexión y transmisión de la luz, puede modificar su croma (tonalidad) y valor (brillo).<sup>13</sup>

Cuando los rayos UV impactan en la estructura de los dientes, se nota que la fluorescencia es significativamente más fuerte en la dentina que en el esmalte. En la

dentina, la fluorescencia es de un azul intenso, mientras que en el esmalte es de un tono azul más blanquecino.<sup>13</sup>

## **2. Propiedades ópticas del diente**

El esmalte dental es una capa traslúcida e incolora, pero presenta una tonalidad peculiar en toda su estructura, esta coloración se da por la diferente disposición de los cristales de hidroxiapatita, cuya disposición difiere de acuerdo a la zona evaluada, reflejando la luz visible de diferentes formas.<sup>14</sup>

El esmalte dental, siendo el compuesto más duro del cuerpo humano, está constituido en un 96% de hidroxiapatita y en un 4% compuesto de material orgánico.<sup>14</sup> El espesor del esmalte es de 2 mm. Por su parte, la dentina situada entre el esmalte y la pulpa, está compuesta principalmente por minerales (70%), material orgánico (20%) y agua (10%).

## **3. Color**

El color de un diente natural se determina por la relación que existe entre esmalte, dentina, pulpa, los tejidos gingivales y la luz durante el proceso de refracción y reflexión de la misma, es el resultado de la modificación física de la luz por objetos coloreados, que es percibido por el ojo humano e interpretado por el cerebro.<sup>16</sup>

El color es un fenómeno físico resultante de la relación entre la luz incidente, un objeto que está siendo iluminado y un observador. En el caso de los dientes, este color no permanece constante a lo largo del tiempo, ya que el proceso de envejecimiento puede cambiar su composición estructural debido a la exposición a diversas sustancias a lo largo de la vida. En ciertos casos, estas sustancias pueden provocar cambios en la

superficie dental, dando lugar a alteraciones del color que son objeto de estudio en la odontología restauradora.<sup>16</sup>

#### **4. Odontología restauradora**

Hoy en día, más que nunca, las personas desean no solo una sonrisa saludable, también una que luzca natural y atractiva; esto ha llevado a un aumento en la demanda de procedimientos restaurativos estéticos que mejoren la apariencia de los dientes de manera segura y efectiva.<sup>17</sup>

Existen registros históricos que establecen que en el año 3.000 A.C. Los egipcios incrustaban piedras preciosas en los dientes para aumentar su belleza estética. 18 alrededor de los 700 a. C., los fenicios y etruscos colocaban alambres y bandas de oro para elaborar prótesis dentales, usando los dientes extraídos en los espacios edéntulos y reteniéndolos con alambre<sup>18</sup>

#### **5. Odontología estética**

A diferencia de la odontología tradicional, que se enfoca principalmente en la salud dental en general, la estética dental tiene como fin mejorar la estética y la armonía de los dientes y las encías.<sup>17</sup> sin embargo, para lograr resultados óptimos, es fundamental que cada caso sea evaluado y planificado con un enfoque personalizado con la finalidad de obtener resultados satisfactorios.<sup>17</sup>

La valoración de elementos como la posición y disposición de los dientes, así como las diferencias en tamaño, color y morfología de los dientes, se consideran la base de la odontología estética para asemejar la naturaleza lo más fielmente posible.<sup>18</sup>

## **6. Propiedades Del Color**

Blatz y Colaboradores<sup>19</sup> definen las tres dimensiones o propiedades del color como:

- Tono: atributo que diferencia el color y por lo cual se designan los mismos: verde, violeta, anaranjado, etc. Está relacionado con la longitud de onda que domina el espectro.
- Valor: Representa qué tan claro u oscuro parece un tono; se refiere a la cantidad de luz percibida.
- Saturación: Pureza o intensidad de un tono, la viveza o palidez del mismo. Un color puro es saturado, mientras que un color blanquecino es desaturado.

Las propiedades del color dental son el resultado de propiedades ópticas relacionadas con la transmisión, absorción, dispersión y reflexión de la luz. El color de un diente está determinado principalmente por la dentina, mientras que el esmalte parece desempeñar un papel menor a través de la dispersión de la luz.<sup>18</sup>

## **7. Restauraciones Cerámicas**

Siendo el principal objetivo de la Odontología estética proporcionar al paciente la satisfacción de poseer una sonrisa atractiva que tenga como resultado una mejora en la autoimagen y así beneficiar a su autoestima y su desenvolvimiento en sus relaciones interpersonales, también busca restaurar toda aquella pieza dental afectada que anteriormente ha perdido su función y con ello se pretende recuperar la armonía total de la cavidad bucal.<sup>19</sup>

Uno de los materiales ampliamente utilizados para satisfacer tal fin son las cerámicas dentales, debido a sus propiedades cristalinas, muy similares a la estructura dental.<sup>7</sup>

Se consideran materiales cerámicos a todos aquellos que poseen naturaleza inorgánica, formados principalmente por elementos no metálicos, los cuales son producto de la acción del calor y cuya estructura final puede ser parcial o completamente cristalina.<sup>20</sup>

La mayoría de las cerámicas dentales presentan una composición mixta, siendo compuestos que combinan una matriz vítrea con una disposición desordenada de átomos, junto con una fase cristalina que determina su resistencia.<sup>21</sup>

Es crucial destacar que la fase vítrea influye en la estética de la porcelana, mientras que la fase cristalina impacta en su resistencia. Así, la microestructura de la cerámica adquiere una relevancia clínica significativa, dado que tanto su aspecto estético como su resistencia mecánica están directamente ligados a su composición.<sup>21</sup>

## **8. Tipos de cerámicas dentales**

Las cerámicas son clasificadas dependiendo de su composición microestructural y a su capacidad de reaccionar frente al ataque ácido en:

- Cerámicas vítreas compuestas principalmente por sílice (feldespática): ácidos sensibles.
- Cerámicas vítreas compuestas por sílice pero con cristales de relleno (leucítica y disilicato de litio, silicato de litio): ácidos sensibles.<sup>21</sup>

Un material que ha experimentado un desarrollo significativo y se destaca en la odontología actual es el disilicato de litio, también conocido como vitro-cerámicas, que

consiste en una combinación de silicato de litio con zirconia.<sup>22</sup> Estos materiales ofrecen una combinación favorable de propiedades ópticas y una resistencia mecánica intermedia en comparación con otras cerámicas dentales.

Tradicionalmente, la fabricación de restauraciones indirectas se ha llevado a cabo utilizando métodos convencionales de laboratorio, que implican una serie de pasos y requieren que el paciente asista a múltiples sesiones clínicas. Sin embargo, en las últimas décadas, se ha introducido la técnica CAD/CAM, que ha simplificado significativamente este proceso.<sup>23</sup>

Los sistemas de asistencia en diseño (CAD) y manufactura (CAM) han propiciado un avance continuo en la odontología, permitiendo alcanzar altos estándares estéticos y mecánicos en la rehabilitación oral. Este progreso ha sido impulsado por el desarrollo de nuevos equipos, software y materiales.<sup>23</sup>

Entre estos materiales, se destacan las cerámicas feldespáticas, que provienen del abundante mineral feldespato y están compuestas principalmente por sílica, cuarzo, caolín y arcilla.<sup>23</sup>

Estas cerámicas se caracterizan por una matriz vítrea y una fase cristalina de leucita, que afecta su translucidez y opacidad según su contenido. Otra opción importante es el disilicato de litio, una vitrocerámica que combina silicato de litio con zirconia, ofreciendo una combinación favorable de propiedades ópticas y resistencia mecánica intermedia. Sin embargo, estos materiales son relativamente débiles frente a ácidos a causa de su contenido cristalino de Disilicato de Litio.<sup>22</sup>

En la práctica, los avances en tecnologías maquinadas CAD-CAM están llevando a una evolución hacia la fabricación de restauraciones dentales con cerámicas libres de metal, incluyendo cerámicas feldespáticas, disilicato de litio y zirconio, que están disponibles en forma de bloques para su uso en fresadoras.<sup>24</sup>

## 9. Fluorescencia y su relación con los materiales restauradores

Alcanzar una experiencia estéticamente agradable en una restauración dental es un desafío debido a las complicadas propiedades ópticas del color de los dientes naturales. Estos reflejan, absorben, difunden y transmiten la luz que llega a la superficie, lo que requiere un cuidadoso control de la transmisión y absorción de la luz de los materiales cerámicos dentales para asegurar un color adecuado en todas las restauraciones.<sup>25</sup>

Anteriormente se ha mencionado la importancia de la fluorescencia como propiedad óptica de los tejidos dentales, sin embargo, es importante entender cómo esta propiedad toma relevancia al momento de la elección de los materiales restauradores a implementar<sup>26</sup>, los cuales deben reproducir lo más cercano a la realidad las propiedades ópticas del tejido dental.

Existen diferentes técnicas para medir la fluorescencia, entre ellos se mencionan:

- **Espectrofotómetro Cary 5000:** es un dispositivo capaz de cubrir un rango de longitud de onda desde 175 hasta 3300 nanómetros, lo que indica que puede detectar radiación ultravioleta, visible e infrarroja.<sup>11</sup> Funciona midiendo la luz reflejada en un ángulo de 45° pudiendo eliminar el brillo para replicar lo más posible la forma en la que el ojo humano ve el color.<sup>27</sup>

- **Lámpara UV de fluorescencia:** se trata de una lámpara portátil que cuenta con dos fuentes de luz, una que emite radiación a 254 nm y otra a 365 nm. El operador puede seleccionar el espectro deseado para activar la fuente de luz correspondiente. Cada bombilla emite 8 vatios de potencia y emiten luz ultravioleta para medir la luminiscencia o fluorescencia de un objeto.<sup>11</sup>

Como medios opcionales a la medición de la fluorescencia podrían implementarse programas computacionales basados en el análisis de imágenes, tal es el caso de programas como Open CV y Python, que son útiles para analizar y comparar características entre imágenes mediante píxeles en escala de grises. Cada píxel representa la presencia o ausencia de color en ese punto, con un valor que oscila entre 0 y 255 píxeles.<sup>28</sup>

## **10. OPEN CV**

Es una biblioteca de computación visual utilizada para procesar imágenes en Python. Esta librería brinda herramientas para realizar diversas operaciones para el procesamiento de imágenes, como filtrado, detección de bordes, reconocimiento de características y seguimiento de objetos. Estas herramientas son fundamentales para el desarrollo de aplicaciones de visión artificial, como seguimiento de objetos y reconocimiento facial.<sup>28</sup>



## 11.PYTHON

Es un lenguaje de programación de alto nivel con una orden simple y fácil de aprender. Esto lo convierte en una opción idónea para el desarrollo de aplicaciones de procesamiento de imágenes, ya que brinda una forma sencilla de escribir un código para llevar a cabo acciones como identificación de objetos, segmentación y reconocimiento, visión estereoscópica (percepción de profundidad a partir de dos cámaras) y estructura de movimiento.<sup>29</sup>

Algunas de las funciones de Python son las siguientes:

- Reconocimiento facial
- Comparación de imágenes
- Visión estereoscópica: percepción de profundidad desde 2 cámaras
- Estructura de movimiento, entre otras.<sup>29</sup>

Las librerías de OpenCV y Python son de gran utilidad en el campo de la visión, ya que facilitan la programación porque tienen implementadas diferentes técnicas de procesamiento de imágenes.<sup>29</sup>

### **B. Hipótesis de investigación o Supuestos teóricos**

Ha: Las cerámicas Disilicato de Litio CAD/CAM poseen valores de fluorescencia similares al esmalte de dientes anteriores de jóvenes en edades de 18 a 25 años.

Ha: Las cerámicas feldespáticas CAD/CAM poseen valores de fluorescencia similares al esmalte de dientes anteriores de jóvenes en edades de 18 a 25 años.

H0: Las cerámicas Disilicato de Litio CAD/CAM poseen valores de fluorescencia distintos al esmalte de dientes anteriores de jóvenes en edades de 18 a 25 años.

H0: Las cerámicas Feldespáticas CAD/CAM poseen valores de fluorescencia distintos al esmalte de dientes anteriores de jóvenes en edades de 18 a 25 años.

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

El enfoque de la investigación fue cuantitativo. El tipo de investigación es experimental, comparativo y transversal, teniendo una población de 24 incisivos centrales superiores derechos (1-1) naturales y en función, 2 carillas de cerámica Disilicato de litio CAD/CAM y 2 carillas de cerámica feldespática CAD/CAM.

### **A. Enfoque y tipo de investigación**

#### **1. Enfoque**

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, puesto que se recolectaron, procesaron y analizaron datos cuantitativos o numéricos sobre variables previamente determinadas

#### **2. Tipo de investigación**

**Experimental:** Es un tipo de investigación en el cual se manipularon variables independientes para contemplar los efectos que tienen sobre una variable dependiente, mientras se controlan otras variables que podrían influir en los resultados.<sup>30</sup> Se tomaron las muestras fotográficas a la población seleccionada analizando mediante Open CV y Python, la fluorescencia de las mismas.

**Comparativo:** Es el proceso en el que se estudian varios objetos o fenómenos similares para encontrar similitudes y diferencias entre ellos.<sup>31</sup> En el presente estudio se realizaron la comparación entre dos materiales cerámicos: disilicato de litio y feldespato, por medio de un software especializado que convierte imágenes en información.

**Transversal:** Se define como transversal, ya que los datos se recopilan para estudiar a una población en un periodo de tiempo determinado y para estudiar la relación entre

variables de interés.<sup>32</sup> las muestras fueron manipuladas en el lapso establecido para la realización del trabajo de campo.

## **B. Sujetos y objeto de estudio**

**Objeto de estudio:** determinar la fluorescencia de dos materiales cerámicos CAD-CAM en restauraciones anteriores.

## **C. Unidades de análisis: población y muestra**

1. **Población:** 24 incisivos centrales superiores 1-1 de personas entre edades de 18 a 25 años que asisten a la Universidad Evangélica de El Salvador, equitativamente repartidos entre género masculino y femenino, dos bloques de Cerámica Disilicato de Litio para CAD CAM y dos bloques de Cerámica Feldespática para CAD CAM, los cuales fueron distribuidos en grupos de análisis.
2. **Muestra:** La investigación estuvo conformada por un total de 24 imágenes digitales, por cada grupo de análisis que fueron seccionadas por conveniencia.
3. **Muestreo:** Para esta técnica se utilizó muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a que se seleccionó la muestra fundamentada en los criterios de inclusión que se mencionaran a continuación:

## **D. Criterios de inclusión y exclusión**

Tabla 1: Tabla de criterios de inclusión y exclusión.

<b>Criterios de inclusión</b>	<b>Criterios de exclusión.</b>
- Personas entre las edades de 18 y 25 años.	- Personas que no firmen el consentimiento informado.
- Personas que ha firmado el consentimiento informado.	- Personas que posean aparatología ortodóntica.

- Dientes sin aparatología ortodónica.	- Personas que posean tratamiento endodóntico en la pieza.
- Dientes sin restauraciones dentales.	- Personas que tengan restauraciones dentales en la pieza a evaluar.
- Dientes naturales en boca.	- Personas que tengan fluorosis dental
	- Personas que tengan hábitos como: Tabaquismo

### **E. Técnicas empleadas en la recopilación de información**

La técnica para utilizar fue la observación, la cual consiste en observar de forma precisa el fenómeno o hecho a estudiar, este tipo de técnica no manipula información, solo toma los datos y los registra, para posteriormente hacer un análisis de ellos.

El estudio se realizó tomando fotografías a 24 incisivos centrales superiores vitales y en función (ver criterios de inclusión), las cuales fueron obtenidas en un medio controlado cumpliendo las siguientes condiciones:

- Ausencia de luz natural y o artificial completa, exponiendo las muestras exclusivamente a luz negra (385-400nm)
- Implementación de una pantalla plástica opaca con una ventana de 4x4mm, la cual fue colocada en la cara vestibular del 1-1, específicamente en el tercio medio del mismo.
- Se tomo una fotografía por cada diente, usando exclusivamente luz ultravioleta, con una cámara profesional REFLEX, canon 250D, con las siguientes configuraciones: velocidad de obturación 1/100, Apertura 3.5, ISO 1600,

empleando un lente Canon EF 100 mm f2.8/L Macro IS USM, cumpliendo las siguientes condiciones:

- Formato de imagen RAW para obtener toda la información posible de la imagen.
- La cámara se fijó en un trípode al igual que la fuente de luz negra, a una distancia de 30 cm del objeto fotografiado, estando las lámparas a los costados de la misma. aproximadamente
- Se tomaron las fotografías utilizando una cámara REFLEX canon 250D, de cada carilla, tanto disilicato de litio como de cerámica feldespática, en un espacio con total ausencia de luz natural, a excepción de luz UV.

Una vez obtenidas las imágenes, se procedió a realizar un análisis mediante el programador OpenCV y Python, para establecer las semejanzas en fluorescencia.

## **F. Instrumentos de registro y medición**

La investigación se enfocó en un ensayo clínico con un tipo de estudio experimental y cuantitativo que utilizo la recolección de datos para comprobar las hipótesis, en base a la medición y análisis numérica de píxeles, basado en imágenes fotográficas de la fluorescencia de 24 dientes naturales incisivos centrales superiores derecho, así como de 2 bloques de cerámicas de Disilicato de litio CAD CAM y dos bloques de cerámica feldespática CAD CAM mediante el programa, comparándolos mediante el análisis estadístico de los mismos.

## **G. Matriz de congruencia**

Tabla 2: Matriz de congruencia: en esta se detalla de forma breve el contexto de la investigación.

<b>Tema</b> Determinación de la fluorescencia de dos materiales cerámicos CAD CAM en restauraciones anteriores.							
<b>Enunciado del Problema</b> ¿Es la fluorescencia de dos materiales cerámicos CAD CAM, diferente al esmalte dental de dientes anteriores?							
<b>Objetivo General</b> Determinar el grado de fluorescencia de dos materiales restauradores CAD CAM, en relación del esmalte de los dientes anteriores.							
<b>Objetivo específico</b>	<b>Unidades de análisis</b>	<b>Variables</b>	<b>Conceptualización de las variables</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>	
1, Establecer el grado de fluorescencia del esmalte dental de dientes anteriores	Grupo A 24 dientes  Grupo B Feldespato  Grupo C Disilicato de litio	Fluorescencia	fenómeno óptico producido por la absorción de luz invisible en un rango de 1 a 400 nm de parte de un objeto y la posterior emisión de luz de longitud de onda larga (de 430 a 450 nm de luz visible que la absorbida. <sup>10</sup>	Píxel negro: intensidad de la imagen menor que la constante fija. Píxel blanco intensidad de la imagen mayor que la constante	Observación	Guía de observación	
2. Establecer el grado de fluorescencia de una cerámica disilicato de litio CAD CAM para el sector anterior.	Grupo A 24 dientes  Grupo B Feldespato  Grupo C Disilicato de litio	Fluorescencia	fenómeno óptico producido por la absorción de luz invisible en un rango de 1 a 400 nm de parte de un objeto y la posterior emisión de luz de longitud de onda larga (de 430 a 450 nm de luz visible que la absorbida. <sup>10</sup>	Píxel negro: intensidad de la imagen menor que la constante fija. Píxel blanco intensidad de la imagen mayor que la constante	Observación	Guía de observación	
3. Establecer el grado de fluorescencia de una cerámica feldespática CAD CAM.	Grupo A 24 dientes  Grupo B Feldespato  Grupo C Disilicato de litio	Bloque de feldespato CAD CAM	Disilicato de litio: es conocido como vitro- cerámicas, que consiste en una combinación de silicato de litio con zirconia	Cerámicas feldespáticas: provienen del abundante mineral feldespato y están compuestas principalmente por sílica, cuarzo, caolín y arcilla.	Píxel negro: intensidad de la imagen menor que la constante fija. Píxel blanco intensidad de la imagen mayor que la constante	Observación	Guía de observación
4. Comparar el grado de fluorescencia del esmalte dental de dientes anteriores con las cerámicas disilicato de litio CAD CAM.	Grupo A 24 dientes  Grupo B Feldespato  Grupo C Disilicato de litio	Bloque de disilicato de litio CAD CAM	Disilicato de litio: es conocido como vitro- cerámicas, que consiste en una combinación de silicato de litio con zirconia.	0: Ninguna similitud 1: Completamente similares	Observación	Guía de observación	

## **H. Procesamiento y análisis de la información**

Todo el proceso de recolección de datos se llevó a cabo en el estudio fotográfico de la Universidad Evangélica de El Salvador, en total ausencia de luz.

El procesamiento y análisis de esta investigación fue basada en un sistema de vertido de datos en un documento de Microsoft Excel, contemplando toda la información que fue recopilada por medio de la ficha de observación, construyendo una codificación de variables para manejarlos en el sistema SPSS versión 23, es un sistema de software estadístico.

Para el análisis de los datos se implementó la prueba de correlación de varianzas ANOVA de una vía, y para la comparación de las medias de cada grupo proveniente del análisis de varianzas se realizó la prueba de Tukey. Se comprobó la distribución normal de los datos con la prueba Shapiro-Wilk, al ser la cantidad de muestras inferior a 50 así como kolmogorov-Smirnov.

### **1. Toma de capturas de sección dental del tercio medio**

Con una cámara réflex y una lámpara de luz UV tripodizada, se empezó el proceso de captura de imágenes dentales del tercio medio, con la ayuda de un lente macro de 100 mm se hizo la cuidadosa configuración de la cámara y la luz negra para garantizar una distancia de 10 cm y una alineación adecuada. Se eligió una vista frontal para capturar integralmente todas las estructuras dentales y se utilizó luz negra para iluminar la escena de manera uniforme con la finalidad que la única propiedad óptica obtenida en las imágenes correspondiera a la fluorescencia. Posteriormente, las imágenes se incluyeron



en la base de datos de Python para una gestión eficiente y accesibilidad durante el análisis posterior.<sup>28</sup>

## **2. Población de base de datos de fotos para imagen normalizada.**

Se creó una imagen base fusionando diez imágenes individuales obtenidas, promediando los valores de píxeles. Luego, se normalizó ajustando los valores de píxeles dentro de un rango definido y se integró en una base de datos Python para comparaciones futuras.

## **3. Conversión de imagen a umbral para procesamiento posterior.**

En la siguiente etapa del proceso, se aplicó una conversión de umbral a la foto de prueba para resaltar áreas de interés y simplificar la evaluación de la luminiscencia, proceso en el que cada píxel de la imagen fue coloreado negro por el programa, si la intensidad de la imagen es menor que la constante fija, o un píxel blanco si la intensidad de la imagen es mayor que la constante. Para ello se utilizó una escala de 0 a 1 para ilustrar la intensidad de la luz en cada píxel de la fotografía de manera normalizada.<sup>30</sup>

La representación normalizada utiliza una escala de 0 a 1 para igualar la intensidad de los píxeles en ambas imágenes comparadas, asegurando una evaluación coherente y directa. El valor 0 representa la mínima profundidad de luz y 1 indica la máxima. Esto garantiza una variedad uniforme en las imágenes, sin importar las variaciones reales en la intensidad de la luz, permitiendo así tener una escala objetiva para comparar la fluorescencia entre los dientes naturales y las cerámicas en estudio.

## **4. Resultado final**

Al final del proceso tiene lugar una dinámica más compleja cuando se crea una forma de abrir dos ventanas diferentes para ver la comparación de luminiscencia. Las ventanas

abiertas proporcionan una representación clara y detallada de las diferencias de luz entre la imagen base y la imagen del sujeto de prueba.<sup>31</sup>

- Ventana de imágenes originales: dicha visualización permite la observación directa de las estructuras en los dientes naturales en las imágenes antes de cualquier procesamiento adicional.<sup>32</sup>
- Ventana de diferencia de luminiscencia: La segunda ventana presenta una diferencia luminiscente entre la imagen base y la imagen de las cerámicas. En esta representación se obtendrán áreas donde las intensidades de la luz difieren y se resaltan distintivamente.
- Indicación numérica de similitud: Compara la intensidad de la luz en una escala de 0 a 1, dando una medida cuantitativa. Cuanto más cerca de 1,0 mayor similitud habrá entre ellos.<sup>32</sup>
- Como resultado de las tomas fotográficas, 26 fueron descartadas debido a la presencia de zonas anatómicas de la superficie del esmalte, donde la luz se reflejó, causando defectos en las imágenes procesadas. (Ilustración 1).

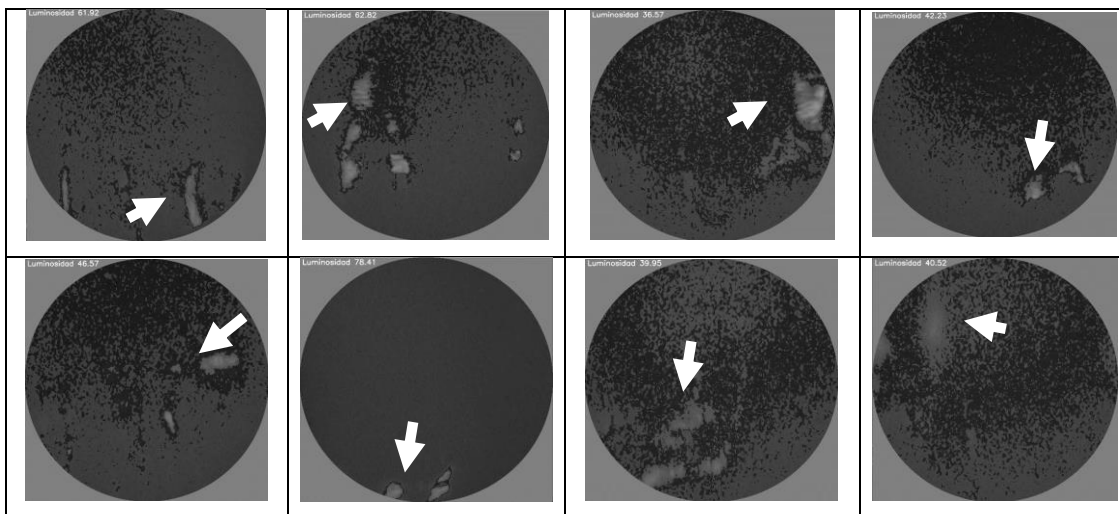
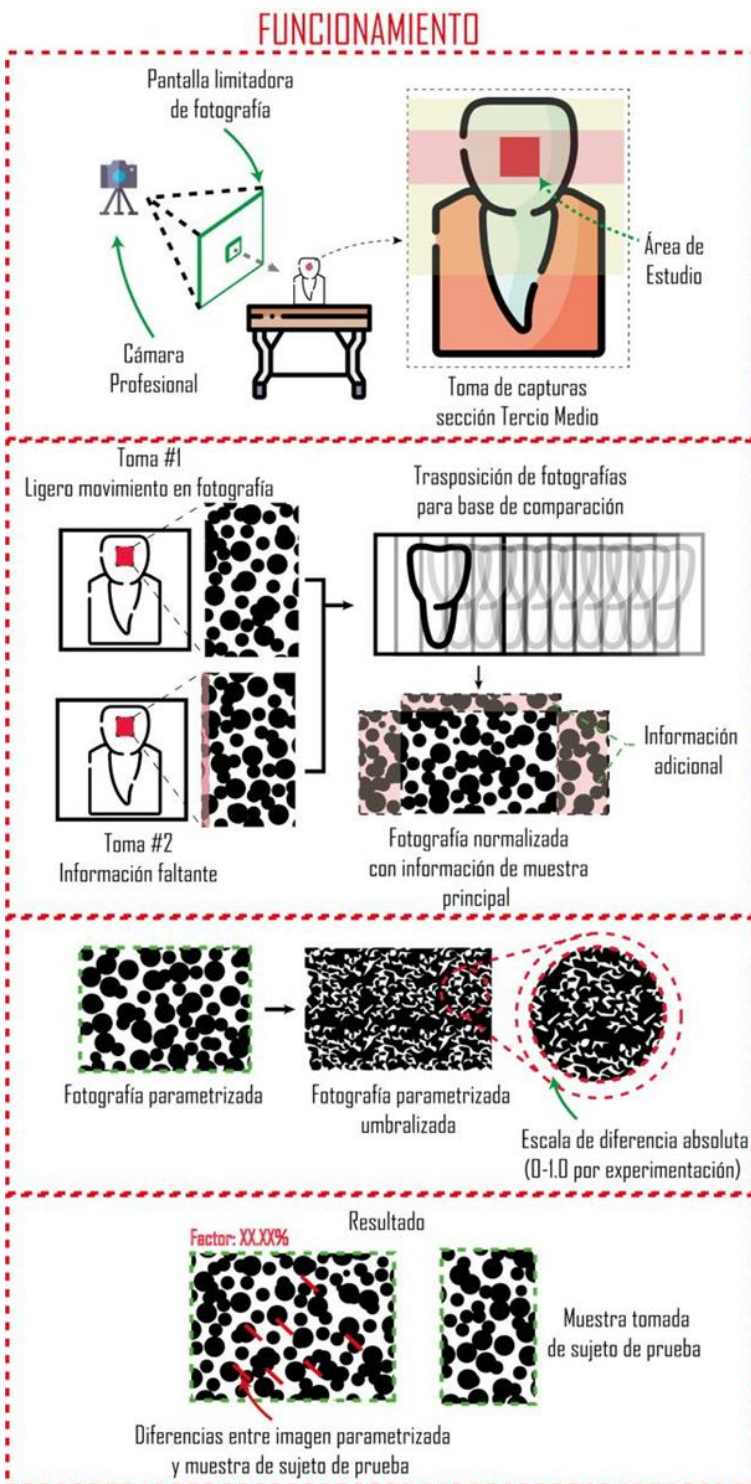


Ilustración 1: La imagen presenta algunas de las imágenes fotográficas procesadas que presentan defectos causados por el reflejo de la luz (Flecha blanca) en el tejido dental debido a rasgos anatómicos específicos de cada superficie (crestas, concavidades, etc), debido a estos defectos las mismas fueron excluidas del estudio, pues el programa de análisis las expresaba tal como se presenta la imagen, dificultando su análisis.

# I. Esquema de funcionamiento de imágenes



Toma de capturas sección Tercio Medio

Población de base de datos de fotos para imagen normalizada

Conversión de imagen a umbral para procesamiento posterior

Resultado final

## **J. Estrategia de utilización de resultados**

- La investigación se expondrá de forma presencial a la comisión evaluadora de la Universidad Evangélica de El Salvador a través de la creación de herramientas audio visuales con el fin de mostrar todos los resultados.
- La investigación puede ser usada como material de apoyo en el área de restaurativa de la Facultad de Odontología de la Universidad Evangélica de El Salvador.
- Podrá ser publicada en la revista “Crea Ciencia” de la UEES, en congresos científicos a nivel nacional e internacional, en ferias de investigación realizadas en la Universidad, como requisito de admisión a instituciones internacionales de especialidad y posgrado.

## CAPITULO IV: ANALISIS DE RESULTADOS

### A. Resultados

De acuerdo al análisis de imágenes procesadas en OpenCV y Python, tanto a las muestras de esmalte como a las cerámicas en estudio, se presentan continuación, los resultados obtenidos y su respectivo análisis estadístico.

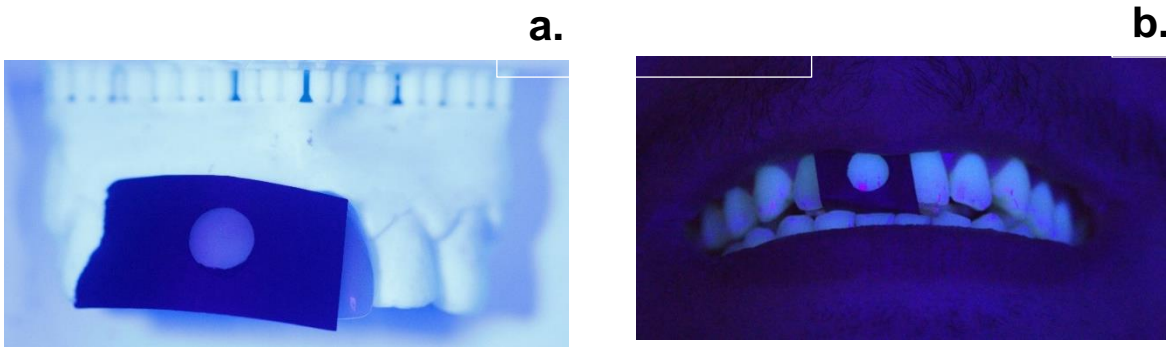


Ilustración 3: La imagen a presenta fotografías obtenidas bajo exposición exclusiva a luz ultravioleta de algunas de las muestras en estudio, donde a) son Carillas de Disilicato de Litio, y b) esmalte dental de pacientes.

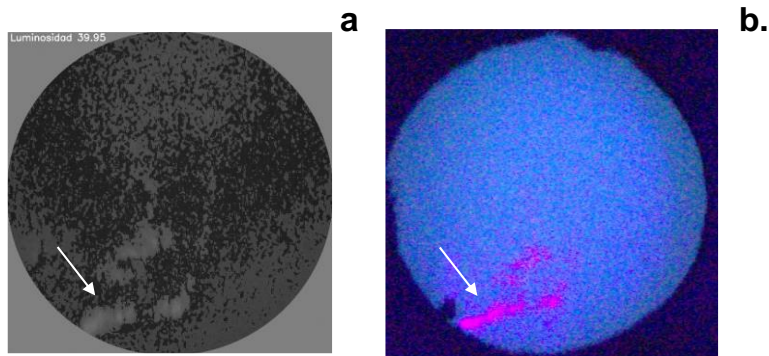


Ilustración 4: La ilustración presenta una imagen fotográfica de esmalte, donde a) es la imagen procesada y b) es la imagen del mismo elemento sin procesar nótese la presencia

del brillo en la imagen original y la forma en que se representa en la imagen procesada (flechas)

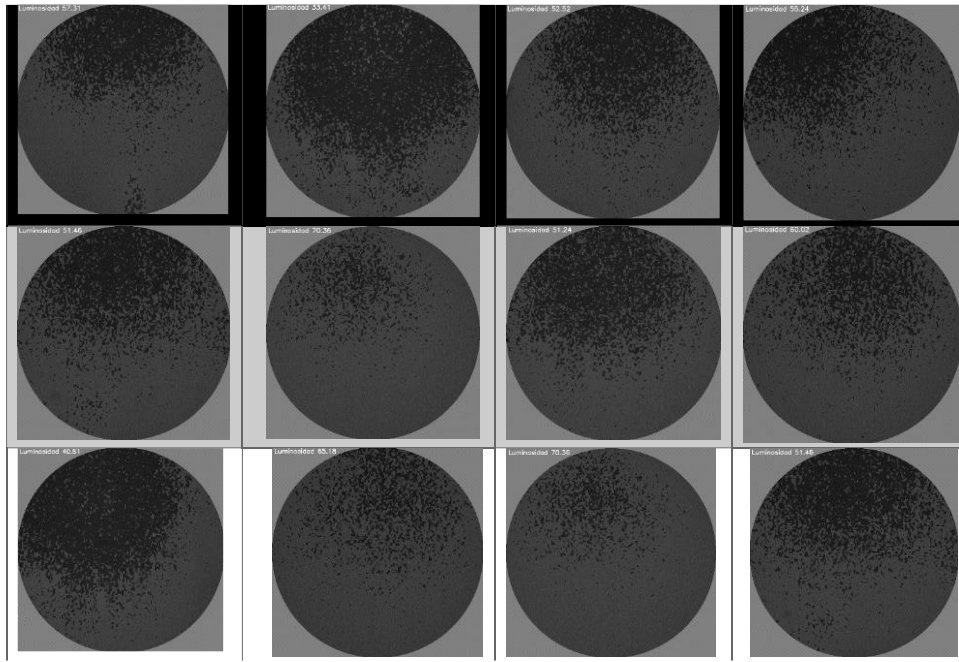


Ilustración 5: presenta algunas de las imágenes fotográficas procesadas sin defectos, relativamente homogéneas en términos de luminosidad y distribución de la iluminación, donde los pixeles negros representan las zonas comunes entre todos los especímenes, representando los valores de fluorescencia comunes entre ellos.

TABLA 3: Medias obtenidas por grupo de análisis La tabla 3 presenta las medias de pixeles coincidentes (blancos) comparados para cada sustrato evaluado: esmalte, cerámica disilicato de litio y cerámica feldespática.

<b>SUSTRATO</b>	<b>Pixeles blancos (intensidad máxima según referencia)</b>	<b>Medias de intensidad digital de pixeles (IP)</b>
Esmalte	47250.5417	48.02
Feldespato	859402.875	62.85
Disilicato	865001.833	58.64



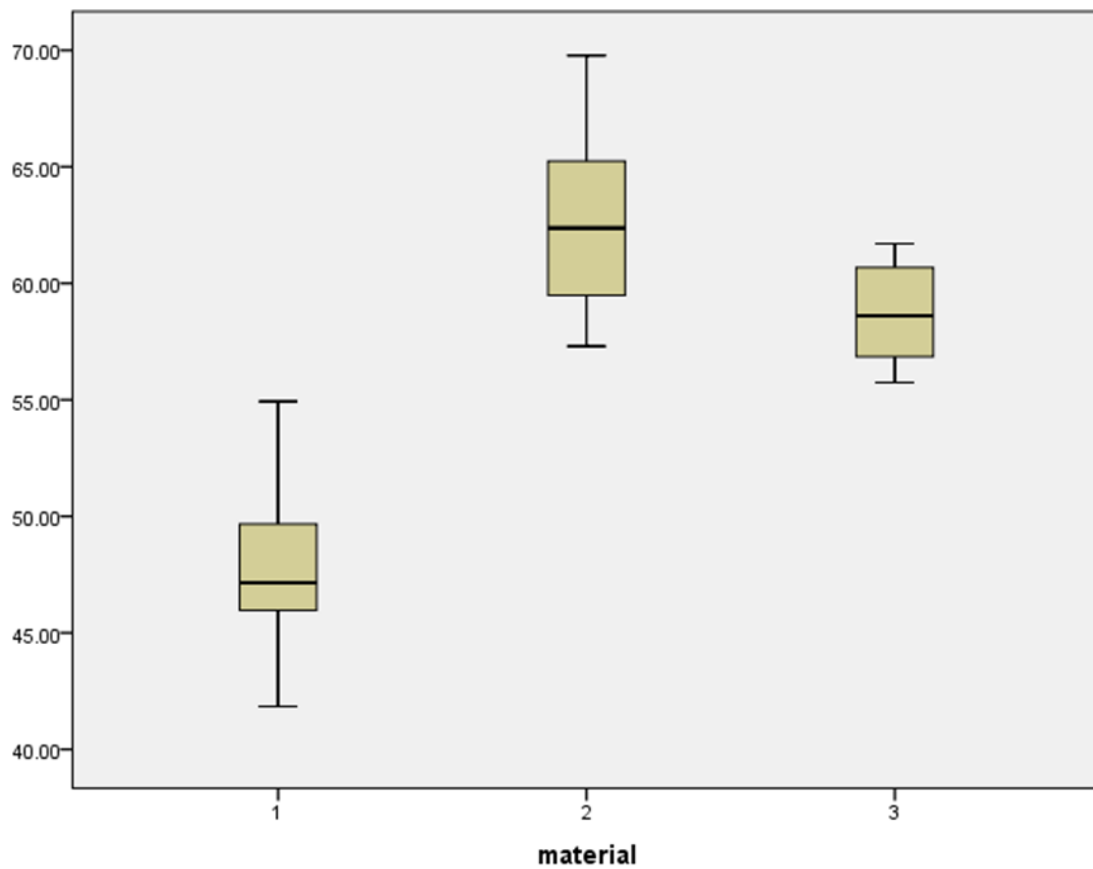


Ilustración 6. Representación gráfica de las medias obtenidas por cada grupo, donde 1 representa esmalte con  $48.2 \pm 3.34$ , 2 representa feldespato con  $62.85 \pm 3.9$  y 3 representa Disilicato de Litio con  $58.63 \pm 2.02$ .

## B. Análisis descriptivo

TABLA 4: Describe en detalle los datos estadísticos de cada grupo implementado en el presente trabajo,

Material		Estadístico		Error estándar		
Fluores	1	Media		48.0179	.68291	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	46.6052		
			Límite superior	49.4306		
		Media recortada al 5%		47.9653		
		Mediana		47.1500		
		Varianza		11.193		
		Desviación estándar		3.34557		
		Mínimo		41.84		
		Máximo		54.93		
		Rango		13.09		
		Rango intercuartil		3.85		
		Asimetría		.563	.472	
		Curtosis		.069	.918	
		2	Media		62.8538	.79735
			95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	61.2043	
	Límite superior			64.5032		
	Media recortada al 5%		62.7762			
	Mediana		62.3650			
	Varianza		15.259			
	Desviación estándar		3.90623			
	Mínimo		57.30			
	Máximo		69.78			
	Rango		12.48			
	Rango intercuartil		5.93			
	Asimetría		.308	.472		
	Curtosis		-1.006	.918		
	3		Media		58.6396	.41326
			95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	57.7847	
		Límite superior		59.4945		
		Media recortada al 5%		58.6311		
Mediana		58.6100				
Varianza		4.099				
Desviación estándar		2.02455				
Mínimo		55.74				
Máximo		61.70				
Rango		5.96				
Rango intercuartil		3.86				
Asimetría		.051	.472			
Curtosis		-1.467	.918			

observándose homogeneidad entre las medias y medianas en cada grupo, determinando una distribución simétrica

TABLA 5: comprueba normalidad en la distribución de datos, al presentar valores p (significancia) superiores a 0.05.

Material	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Fluores 1 ESM	.125	24	.200*	.953	24	.321
2 FELD	.113	24	.200*	.942	24	.179
3 DIS	.156	24	.138	.919	24	.057

TABLA 6: presenta el análisis de varianzas ANOVA, donde se comprueba la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los grupos evaluados, al presentar valores p (significancia) de 0.0 (<0.05).

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2805.448	2	1402.724	137.746	.000
Dentro de grupos	702.655	69	10.183		
Total	3508.103	71			

TABLA 7: presenta las comparaciones de medias de los grupos entre si, comprobándose diferencias significativas (<0.05).

HSD Tukey

(I) material	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
				Límite inferior	Límite superior	
esmalte	Feldespatos	-14.83583*	.92120	.000	-17.0424	-12.6293
	Disilicato	-10.62167*	.92120	.000	-12.8282	-8.4151
Feldespatos	Esmalte	14.83583*	.92120	.000	12.6293	17.0424
	Disilicato	4.21417*	.92120	.000	2.0076	6.4207
Disilicato	Esmalte	10.62167*	.92120	.000	8.4151	12.8282
	Feldespatos	-4.21417*	.92120	.000	-6.4207	-2.0076

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

### C. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Es importante destacar que los resultados obtenidos en la presente investigación se interpretaron con cautela en comparación con estudios previos, debido a que se empleó un método innovador para la determinación de la fluorescencia entre los materiales analizados, lo cual puede influir en la comparabilidad de los resultados, sugiriendo que las conclusiones deben considerarse en el contexto de esta nueva metodología empleada.

Hashemikamanga, citando a Björkman et al. y Spitzer & Bosch, establece que los dientes naturales tienen una fluorescencia azulada bajo la luz ultravioleta (UV), la cual es responsable de la apariencia más blanca y clara de los dientes bajo la luz del día.<sup>36</sup>

Jiao ZHANG et al investigaron la influencia del tipo de cerámica y los agentes cementantes en la intensidad de fluorescencia de carillas mediante análisis de imágenes digitales, metodología similar a la del presente estudio, empleando un proceso de análisis

de imágenes digitales en el cual utilizaron datos de luminosidad del software Adobe Photoshop para comparar la fluorescencia de los materiales, dando como resultado que la intensidad de fluorescencia de los tres materiales cerámicos en estudio (E Max CAD, Zenostar y Empress CAD) era menor que la del esmalte. Los valores de fluorescencia más altos se observaron en los grupos de IPS e. Max CAD (espesor de 0,5 mm).<sup>37</sup>

De Carvalho Panzeri Pires-de-Souza y col, analizaron dos cerámicas (IPS e.max Press e IPS e.max Zirpress) no encontrando diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ) en los niveles de intensidad de fluorescencia para las mismas.<sup>38</sup> Con la diferencia que en el presente estudio se incluyeron cerámicas feldespáticas.

Ahora bien, existen otros elementos que deben considerarse al momento de valorar la fluorescencia, por ejemplo, los tratamientos superficiales como el glaseado. Volpato et al. determinaron que la temperatura de sinterización empleada durante el glaseado de las cerámicas feldespáticas, disminuyendo los valores de fluorescencia.<sup>36</sup>

Otro elemento a considerar en la modificación de los valores de fluorescencia de las cerámicas es el grosor de la restauración y el agente cementante implementado para fijar la restauración<sup>39</sup>, variables que no fueron evaluadas en el presente estudio por no formar parte de los objetivos, pero que sería interesante incluir en futuras investigaciones.

A diferencia de otras investigaciones, en el actual estudio la cerámica feldespática mostró un mayor nivel de fluorescencia en semejanza con el Disilicato de Litio, la determinación de las propiedades estéticas de un material proviene del análisis del conjunto de varias propiedades ópticas, entre las cuales figura la fluorescencia<sup>36</sup>. Existen escasos estudios comparativos sobre la fluorescencia de las cerámicas dentales, posiblemente debido a lo

complicado que puede resultar medir dicha propiedad óptica, dificultad a la que aporta el presente estudio proponiendo una opción viable y de relativa reproductibilidad para valorar la fluorescencia.<sup>38</sup>

## **Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones.**

### **A. Conclusiones**

Los resultados del presente estudio se alinean a los objetivos y aportan valiosa información, ya que destacan la diferencia de fluorescencia entre ambos materiales en relación al esmalte dental, por lo tanto, se concluye lo siguiente:

Dados los resultados obtenidos, se rechazan las hipótesis alternativas, dado que las diferencias de fluorescencia entre las cerámicas en estudio y el esmalte dental son estadísticamente significativas.

Los parámetros de fluorescencia del esmalte dental tuvieron una media de 48.02, la cerámica feldespática tuvo una media de 62.85 de intensidad digital de pixeles, la fluorescencia del Disilicato de Litio tuvo una media de 58.68, siendo, de ambos materiales, el que presenta menos diferencia de valores al esmalte dental, pero no parecidos al esmalte dental.

A la sombra de los resultados obtenidos, se podría tener la tentación de sugerir que el feldespato es la cerámica menos estética debido a los muy superiores niveles de fluorescencia en relación al esmalte dental, sin embargo, es importante recordar que la fluorescencia es una de las muchas propiedades que determinan de alguna manera si un material es estético o no, mas no lo determina por sí sola, por lo que los resultados obtenidos deben ser analizados bajo esa premisa.

### **B. Recomendaciones**

A los profesionales y estudiantes del área de restaurativa bucal:

Se recomienda llevar a cabo estudios con mayor tamaño de muestra y en diversas poblaciones para evidenciar una correcta selección del material restaurador que se ajuste a las necesidades estéticas y funcionales del paciente.

Al planear la metodología de nuevas investigaciones en esta línea, se debe tomar en cuenta la fluorescencia de los agentes cementantes, así como el grosor, por lo tanto, debe de tomarse como una variable para material restaurador (cerámica), comprobar.

Se aconseja crear nuevos métodos innovadores para conocer la fluorescencia de materiales restauradores, que faciliten la obtención de valiosa información para los profesionales y futuros profesionales en estomatología.

**A la institución educativa:**

Brindar apoyo a los estudiantes, facilitando herramientas de aprendizaje para la implementación de materiales restaurativos.

Se sugiere replicar el estudio en diferentes contextos educativos (pregrado y posgrado) en la facultad para tener una amplia gama de opciones de cerámicas dentales, las cuales ayudaran al profesional a dar una mejor atención odontológica.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Benedict HC. A note on the fluorescence of teeth in ultra-Violet rays. Science [Internet]. 1928;67(1739):442–442. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1126/science.67.1739.442.a>
2. Silami FDJ, Pratavieira S, Nogueira MS, Barrett AA, Sinhoreti MAC, Geraldeli S, et al. Quantitative image of fluorescence of ceramic and resin-cement veneers. Braz Oral Res [Internet]. 2019 [citado el 2 de febrero de 2024];33:e0088. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/bor/a/y7fKF5FLmzxQZMSR6PJ6NDf/?lang=en>
3. Wang F, Takahashi H, Iwasaki N. Translucency of dental ceramics with different thicknesses. J Prosthet Dent [Internet]. 2013;110(1):14–20. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/s0022-3913\(13\)60333-9](http://dx.doi.org/10.1016/s0022-3913(13)60333-9).
4. Caparroso Pérez Carlos, Duque Vargas Jaiver Andrés. Cerámicas y sistemas para restauraciones CAD-CAM: una revisión. Rev Fac Odontol Univ Antioq [Internet]. 2010 Dec [cited 2024 Mar 18] ;22(1):88-108. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-246X2010000200011&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-246X2010000200011&lng=en).
5. Rexhepi I, Santilli M, D'Addazio G, Tafuri G, Manciocchi E, Caputi S, Sinjari B. Clinical Applications and Mechanical Properties of CAD-CAM Materials in Restorative and Prosthetic Dentistry: A Systematic Review. J Funct Biomater. 2023 Aug 17;14(8):431. doi: 10.3390/jfb14080431. PMID: 37623675; PMCID: PMC10455074. Disponible en: [Clinical Applications and Mechanical Properties of CAD-CAM Materials in Restorative and Prosthetic Dentistry: A Systematic Review - PubMed \(nih.gov\)](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37623675/)

6. Marroquin-Soto Consuelo, Colán-Guzmán Paola del Rosario, Padilla-Avalos César- Augusto, Morales-Vadillo Rafael, Guevara-Canales Janet-Ofelia, Chávez-Zelada Germán. Estabilidad cromática de una cerámica de feldespato monocromática utilizada en sistema CAD/CAM sometida a inmersión de diferentes soluciones de tinción. Int. j interdiscip. dent. [Internet]. 2021 Ago [citado 2024 Feb 01]; 14( 2 ): 158-161.

Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2452-55882021000200158&lng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2452-55882021000200158&lng=es).

7. Carrillo Vaca DG, Astudillo Ortiz JL. Precisión de las impresiones digitales intraorales: una revisión de literatura. Odontología [Internet]. 2021;23(2):e3446. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.29166/odontologia.vol23.n2.2021-e3446>

8. Lutskaya, I., Novak, N., Kavetsky, V.P. Fluorescencia de la sustancia dental dura y de los materiales de restauración [Internet]. Gaceta dental: industria y profesiones; 2013 [citado el 5 de febrero de 2024]. Disponible en: [https://files.epeldano.com/publications/pdf/97/gacetadental\\_250.pdf](https://files.epeldano.com/publications/pdf/97/gacetadental_250.pdf)

9. Angel P, Martín J, Lobos N, Arias R, Ampuero E, Salgado C. Uso de un nuevo protocolo clínico fotográfico-computacional en el registro de la fluorescencia visible inducida por radiación ultravioleta en dientes humanos. Int j interdiscip dent [Internet]. 2021;14(2):148–51. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/s2452-55882021000200148>.

10. Poblete FEIV. Fluorescencia visible inducida por radiación UV. Sus usos en conservación y diagnóstico de colecciones. Una revisión crítica [Internet]. Gob.cl. [citado el 9 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.cncr.gob.cl/sites/www.cncr.gob.cl/files/2023-01/4.%20Fluorescencia%20visible%20inducida%20por%20rayos%20UV.pdf>
11. Baldissara P, Llukacej A, Ciocca L, Valandro FL, Scotti R. Translucency of zirconia copings made with different CAD/CAM systems. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2010;104(1):6–12. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/s0022-3913\(10\)60086-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0022-3913(10)60086-8).
12. 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* [Internet]. 2018;30(5):397–407. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/jerd.12421>
13. Yu B, Lee Y-K. Differences in color, translucency and fluorescence between flowable and universal resin composites. *J Dent* [Internet]. 2008;36(10):840–6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2008.06.003>
14. Fuentes Fuentes MV. Propiedades mecánicas de la dentina humana. *Av Odontoestomatol* [Internet]. 2014;20(2). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4321/s0213-1285201400020000>.
15. Purón E, Homs R, Payá RM. Fluorescence in the diagnosis of dental tissue. *Rev cuba fís* [Internet]. 2014 [citado el 19 de marzo de 2024];31(1):20–2. Disponible en: [https://revistacubanadefisica.org/index.php/rcf/article/view/RCF\\_31-01\\_20\\_2014Gate](https://revistacubanadefisica.org/index.php/rcf/article/view/RCF_31-01_20_2014Gate)

16. Valenzuela-Aránguiz V, Bofill-Fonbote S, Crisóstomo-Muñoz J, Pavez-Ovalle F, Brunet-Echavarría J. Selección de color dentario: comparación de los métodos visual y espectrofotométrico. *Rev clín periodoncia implantol rehabil oral* [Internet]. 2016;9(2):163–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.piro.2016.05.004>
17. Karakowsky Kleiman L, Fierro Velázquez A. Odontología estética mínimamente invasiva / Minimally invasive esthetic dentistry. *Revista ADM* [Internet]. Ene-Feb 2019;76(1):30–7. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/fBook/fBook.php?p=https://www.medigraphic.com/pdfs/COMPLETOS/adm/2019/od191.pdf>
18. Güiza Cristancho EH, López Méndez DA, Araya Valverde R, Romero Amaya GL, Rodríguez Ciódaro A. Concordancia entre la toma de color del diente con espectrofotómetros digitales y por el operador / Concordance between Digital Spectrophotometer and Human Operator in Tooth Color Selection. *Univ Odontol* [Internet]. 2017 [citado el 12 de marzo de 2024];35(75). Disponible en: <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revUnivOdontologica/article/view/18121>
19. Blatz MB, Chiche G, Bahat O, Roblee R, Coachman C, Heymann HO. Evolution of Aesthetic Dentistry. *J Dent Res*. 2019 Nov;98(12):1294-1304. doi: 10.1177/0022034519875450.
20. Saldarriaga O, Peláez A. Conceptos y criterios básicos de odontología estética: parámetros para lograr restauraciones más naturales. 2003 [citado el 19 de marzo de 2024];Disponible en:

<https://www.semanticscholar.org/paper/e1c38268ba29cc00805877b0efbbc76eeddea6b>

21. Martínez Rus F, Pradíes Ramiro G, Suárez García M, Rivera Gómez B. Cerámicas dentales: clasificación y criterios de selección. RCOE [Internet]. 2007 Dic [citado 2024 Feb 23] ; 12( 4 ): 253-263. Disponible en:

[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1138-123X2007000300003&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1138-123X2007000300003&lng=es)

22. Cascante Calderón, M., Villacís Altamirano, I., & Studart Medeiros, I. (2019). Cerámicas: una actualización. *Odontología*, 21(2), 86–113.

<https://doi.org/10.29166/odontologia.vol21.n2.2019-86-113>

23. Coronel Gamarra JA, Gomez Viveros NK, Mendonça EMJ. Rehabilitación del sector anterior con disilicato de litio. Relato de un caso. *Rev Estomatol Hered* [Internet]. 2023;33(1):76–82. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/reh/v33n1/1019-4355-reh-33-01-76.pdf>

24. Martínez Rus Francisco, Pradíes Ramiro Guillermo, Suárez García M<sup>a</sup> Jesús, Rivera Gómez Begoña. Cerámicas dentales: clasificación y criterios de selección. RCOE [Internet]. 2007 [citado 2024 Feb 23] ; 12( 4 ): 253-263. Disponible en:

[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1138-123X2007000300003&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1138-123X2007000300003&lng=es)

25. González Blanco Olga, Solórzano Peláez Ana Lorena, Balda Zavarce Rebeca. Estética en Odontología Parte IV: Alternativas de Tratamiento en Odontología Estética. *Acta odontol. venez* [Internet]. 1999 Dic [citado 2024 Mar 11] ; 37( 3 ): 49-52. Disponible

en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0001-63651999000300011&lng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63651999000300011&lng=es).

26. Spitznagel FA, Boldt J, Gierthmuehlen PC. CAD/CAM ceramic restorative materials for natural teeth. J Dent Res [Internet]. 2018 [citado el 12 de marzo de 2024];97(10):1082–91. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29906206/>

27. Espectrofotómetro Cary 60 de Agilent [Internet]. [citado el 19 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.agilent.com/cs/library/usermanuals/public/8510197200ES.pdf>

28. Mínguez TD. Visión artificial: Aplicaciones prácticas con OpenCV - Python [Internet]. Marcombo; 2021. Disponible en: <https://books.google.at/books?id=FE1OEAAAQBAJ>

29. Peralta, R., Carrasco, D., Clavijo, P., Herrera, P., Sañac, Y., Flores, D. Métodos para el procesamiento de imágenes digitales [Internet]. Researchgate.net. 2020 [citado el 25 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Dario-Ugarte>

30. Altunay D. The basics of image processing and OpenCV [Internet]. Ibm developer. 2019 [citado el 14 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://developer.ibm.com/articles/learn-the-basics-of-computer-vision-and-object-detection/>

31. Rosebrock A. OpenCV tutorial: A guide to learn OpenCV [Internet]. PyImageSearch. 2018 [citado el 15 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://pyimagesearch.com/2018/07/19/opencv-tutorial-a-guide-to-learn-opencv/>

32. OpenCV tutorial: From basic to advanced [Internet]. Kaggle.com. Kaggle; 2023 [citado el 15 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.kaggle.com/code/talhabu/opencv-tutorial-from-basic-to-advanced>
33. Ramos-Galarza C. Editorial: Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica* [Internet]. 2021;10(1):1–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.33210/ca.v10i1.35>
34. Antologías para el estudio y la enseñanza de la ciencia política. Volumen III: La metodología de la ciencia política [Internet]. Unam.mx. [citado el 18 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://biblio.juridicas.unam.mx/bjv/detalle-libro/6180-antologias-para-el-estudio-y-la-ensenanza-de-la-ciencia-politica-volumen-iii-la-metodologia-de-la-ciencia-politica>
35. Cvetkovic-Vega A, Maguiña Jorge L., Soto Alonso, Lama-Valdivia Jaime, López Lucy E. Correa. Estudios transversales. *Rev. Fac. Med. Hum.* [Internet]. 2021 Ene [citado 2024 Mar 18] ; 21( 1 ): 179-185. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2308-05312021000100179&lng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-05312021000100179&lng=es).
36. Hashemikamangar, S. S., Nahavandi, A. M., Daryadar, M., Valizadeh, S., & Özcan, M. (2022). Effect of glazing and polishing on opalescence and fluorescence of dental ceramics. *Clinical and Experimental Dental Research*, 8(6), 1645–1654. <https://doi.org/10.1002/cre2.66936>.
37. Lee, Y., Lu, H., & Powers, J. (2006). Changes in opalescence and fluorescence properties of resin composites after accelerated aging. *Dental Materials: Official*

Publication of the Academy of Dental Materials, 22(7), 653–660.

<https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.08.004>

38. Zhang, J., & Yu, Q. (2022). Digital image analysis of fluorescence of ceramic veneers with different ceramic materials and resin cements. *Dental Materials Journal*, 41(6), 868–873. <https://doi.org/10.4012/dmj.2022-073>

39. Silami, F. D. J., Pratavieira, S., Nogueira, M. S., Barrett, A. A., Sinhoreti, M. A. C., Geraldeli, S., & Pires-de-Souza, F. de C. P. (2019). Quantitative image of fluorescence of ceramic and resin-cement veneers. *Brazilian oral research*, 33. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2019.vol33.0088>

40. Zarone, F., Di Mauro, M.I., Ausiello, P. et al. Current status on lithium disilicate and zirconia: a narrative review. *BMC Oral Health* 19, 134 (2019). <https://doi.org/10.1186/s12903-019-0838-x>



## ANEXOS

### Anexo 1: Consentimiento informado

#### **UNIVERSIDAD EVANGÉLICA DE EL SALVADOR**

#### **Facultad de odontología**

#### **Consentimiento informado**

“DETERMINACIÓN DE LA FLUORESCENCIA DE DOS MATERIALES CERÁMICOS CAD/CAM EN RESTAURACIONES ANTERIORES”.

La presente investigación tiene como objetivo determinar la fluorescencia de dos materiales cerámicos CAD/CAM por lo cual se solicitó permiso a las autoridades pertinentes para poder hacer la recolección de datos por medio de fotografías de los dientes 1-1 vitales en boca. Las responsables de dicha investigación son odontólogas en servicio social, Karla Andrea Guardado, Scarlet Renée Pérez y Nelly Rochelle Saget.

La participación es voluntaria, tiene el derecho a negarse a participar.

Se realizará la investigación en base a guía de observación, se recolectarán los datos mediante fotografías.

Cuando los resultados de la investigación se compartan o se discutan en congresos no se proporcionará información que pueda revelar la identidad de los participantes.

Los beneficios que se obtendrán para los participantes son, el poder identificar cuál de los dos materiales tiene mejores resultados para restauraciones anteriores.

He leído las explicaciones sobre el estudio y he tenido la oportunidad de hacer preguntas.

Estoy enterado de la manera en que se manipulará la información personal.

Autorizo el uso de la información para los propósitos de la investigación Datos de la persona que otorga el consentimiento informado:

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

DUI N°: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

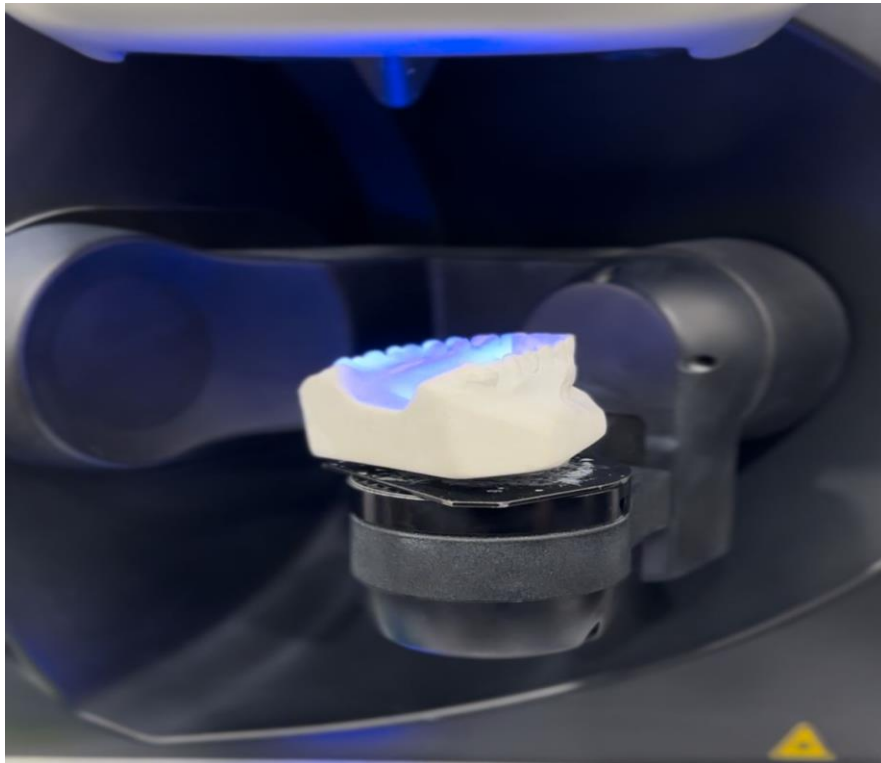


Ilustración 6: Proceso de escaneo de modelo definitivo para diseño de carillas

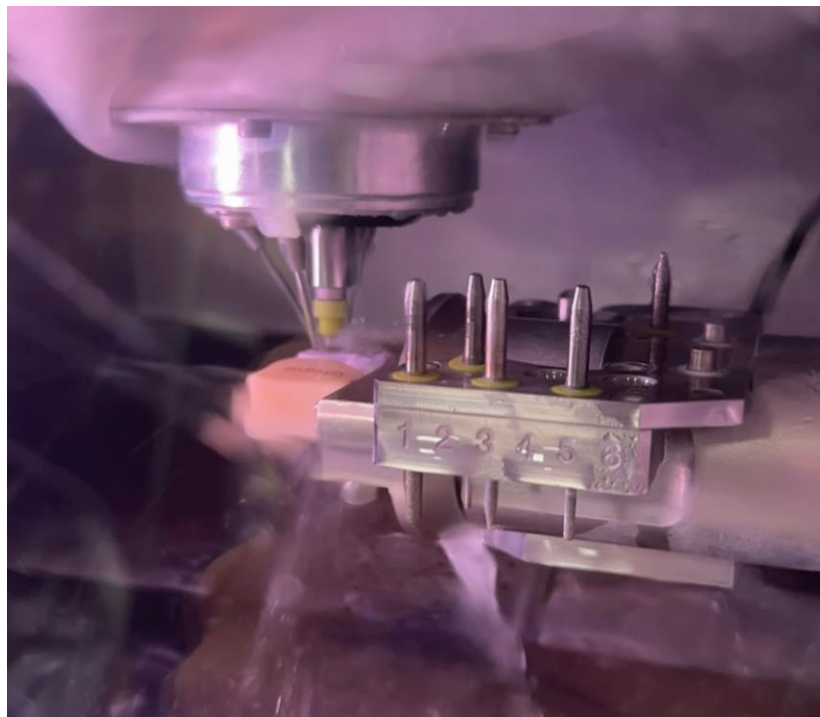


Ilustración 7: Proceso de fresado de los bloques de cerámica Feldespática y Disilicato de Litio

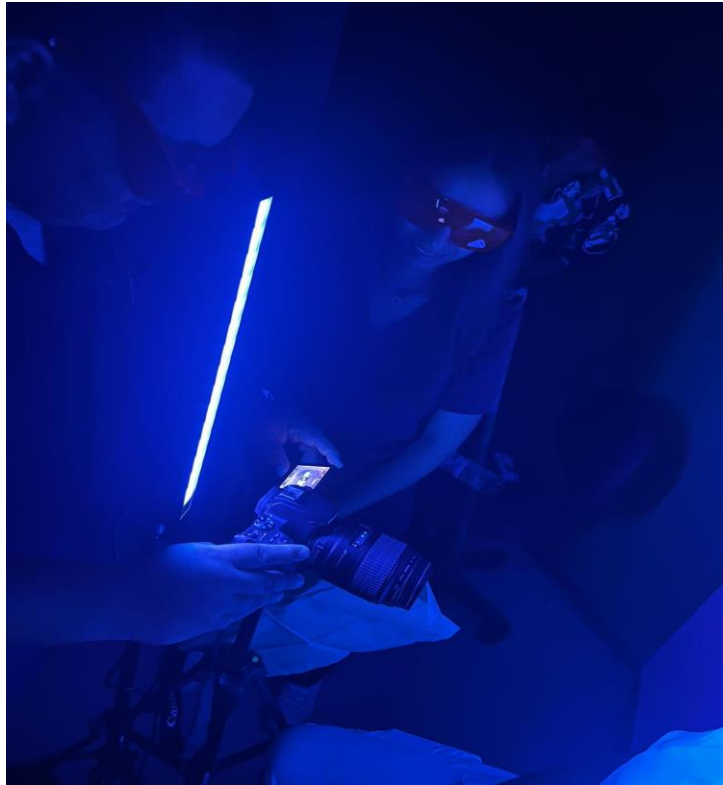


Ilustración 8: Toma de fotografía a voluntario en espacio con total ausencia de luz



Ilustración 9: Colocación de plantilla en carilla para su posterior toma de fotografía.



Ilustración 10: Voluntario utilizando protección ocular contra luz UV.