



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
ESCUELA DE POSTGRADO

**EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL COLOR
DE LA CERÁMICA DE DISILICATO DE
LITIO DE ALTA OPACIDAD
POSCEMENTACIÓN SEGÚN EL
COLOR DEL SUSTRATO Y GROSOR
DE LA CERÁMICA**

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAESTRO EN REHABILITACIÓN ORAL

**KELLY HANERISSE BUSTINZA
CÁRDENAS**

LIMA - PERÚ

2019

ASESOR

Mg. Esp. Carlos Matta Morales

Departamento Académico de Clínica Estomatológica (DACE)

CO-ASESOR

Mg. Esp. Leyla Delgado Cotrina

Departamento Académico de Clínica Estomatológica (DACE)

JURADO EXAMINADOR

Presidente : **Dra. Lidia Yileng Tay Chu Jon**
Secretario : **Mg. Natalia Henostroza Quintans**
Vocal : **Mg. Carlos Vladimir Espinoza Montes**

FECHA DE SUSTENTACIÓN : **Lima, 11 de enero del 2019**

CALIFICATIVO : **Excelente**

DEDICATORIA

A mi madre y a mi gran amigo y compañero de vida.

AGRADECIMIENTOS

- A Dios y a la vida por haber sido cómplices en la realización de uno más de mis proyectos planeados.
- A la Dra. Leyla Delgado Cotrina, quien amablemente me brindó su ayuda y orientación en cada etapa del proceso de investigación y redacción de este trabajo; por sus conocimientos transmitidos y su sincera amistad, muchas gracias.
- Al Dr. Carlos Matta Morales, por su orientación y guía en el área de Rehabilitación Oral.
- A toda la plana docente de la Maestría de Rehabilitación Oral, que ha contribuido en mi formación científica y docente, mis reconocimientos.
- A todos aquellos que de alguna manera participaron en mi formación.

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Medias y desviación estándar de las coordenadas en el espacio cromático CIE L*a*b* de los discos de cerámica según grosor y sustrato.	32
Tabla 2. Comparación de medias y desviación estándar de la ΔE de los especímenes según grosor y sustrato.	33

LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

a*	:	Coordenada rojo (+) a verde (-)
b*	:	Coordenada amarillo (+) a azul (-)
CAD	:	Diseño asistido por computador
C_{ab}	:	CIE Cromático
CIE	:	Comité Internacional de Luminosidad
CR	:	Relación de contraste
dL	:	Diferencia de luminosidad
EO	:	Empress opaco
ET	:	Empress translúcido
HO	:	Alta opacidad
HV	:	Alto valor
LS2	:	Disilicato de litio
LT	:	Baja translucidez
LV	:	Bajo valor
L*	:	Coordenada de luminosidad (0) negro a (100) blanco
OC	:	Cerámica opaca
Tr	:	Translúcido
WO	:	Blanco opaco

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	3
II.1. Planteamiento del problema	3
II.2. Justificación	5
III. MARCO TEÓRICO	6
IV. OBJETIVOS	19
V.1. Objetivo general	19
V.2. Objetivos específicos	19
V. MATERIALES Y MÉTODOS	20
V.1. Diseño del estudio	20
V.2. Muestra	20
V.3. Criterios de selección	21
V.3.1. Criterios de inclusión	21
V.3.2. Criterios de exclusión	21
V.4. Variables	22
V.5. Técnicas y procedimientos	23
V.6. Plan de análisis	28
V.7. Consideraciones éticas	29
VI. RESULTADOS	30
VII. DISCUSIÓN	34
VIII. CONCLUSIONES	41
IX. RECOMENDACIONES	42
X. REFERENCIAS	43
ANEXOS	48

RESUMEN

Objetivos: Evaluar *in vitro* el color de una restauración cerámica de disilicato de litio (LS2) de alta opacidad 1 (HO 1) poscementación según el color del sustrato y grosor de la cerámica. **Material y Métodos:** Se fabricaron 60 discos de cerámica de LS2 de HO 1 de 10 mm de diámetro x 1 y 1.5 mm de grosor (n=10), cementados sobre tres diferentes sustratos; un sustrato claro (SC), confeccionado con resina compuesta de color A2, para simular la dentina natural y dos sustratos oscuros representados por, un sustrato severamente pigmentado (SP), confeccionado con resina compuesta de color A5, y un sustrato metálico (SM), de aleación cobre-aluminio, para simular un poste metálico. La cementación se realizó con un agente autoadhesivo. Un espectrofotómetro fue usado para medir los valores ΔE , L^* , a^* y b^* de los discos de cerámica sobre los tres diferentes sustratos. Los valores obtenidos fueron analizados por ANOVA y el test de Tukey. **Resultados:** El mayor valor de ΔE lo presentó el grupo de cerámicas de 1 mm sobre sustrato metálico ($p < 0.05$). Al evaluar L^* , el grupo de cerámicas de 1 mm de grosor sobre sustrato metálico evidenció los valores más bajos de luminosidad ($L^* = 77.99$). Cuando se evaluó a^* , la cerámica de 1 mm de grosor sobre sustrato oscuro exhibió mayor aumento de a^* ($a^* = 0.55$). Al evaluar b^* , se observó que los grupos que más disminuyeron en este valor correspondieron al grupo de cerámicas de 1 y 1.5 mm cementados sobre el sustrato metálico. **Conclusiones:** El color final de una restauración cerámica de LS2 HO 1 poscementación *in vitro* de 1 y 1.5 mm se oscureció por el color del sustrato pigmentado (SP) y metálico (SM). La diferencia entre la variación de color de los sustratos pigmentado y metálico así como la diferencia en la variación de los grosores de cerámica de 1 y 1.5 mm no fue estadísticamente significativa.

PALABRAS CLAVE: Cerámica dental, color, diente oscurecido.

ABSTRACT

Objective: To evaluate in vitro the color of a high opacity 1 (HO 1) post restoration lithium disilicate ceramic (LS2) restoration, depending on substrate color and ceramic thickness. **Material and Methods:** Sixty ceramic discs of lithium disilicate of 10 mm diameter by 1 and 1.5 mm thickness ($n = 10$) were fabricated to be cemented on three different substrates: a clear substrate (SC), made with composite resin of color A2, to simulate natural dentin and two dark substrates represented by a pigmented severely substrate (SP), made with composite resin of color A5, and a metal substrate (SM), made of a copper-aluminum alloy, to simulate a metal post. The cementation was performed using a dual-curing self-adhesive agent. A spectrophotometer was used to measure the ΔE , L^* , a^* and b^* values of the ceramic discs on the three different substrates. The values obtained were analyzed by ANOVA and the Tukey test. **Results:** The highest value of ΔE was obtained by the ceramic group of 1 mm on metallic substrate ($p < 0.05$). When evaluating L^* , the group of ceramics of 1 mm thick on metallic substrate showed the lowest values of luminosity ($L^* = 77.99$). When a^* was evaluated, 1 mm thick ceramics on a dark substrate exhibited a greater increase of a^* ($a^* = 0.55$). When evaluating b^* it was observed that the groups that decreased the most in this value corresponded to the group of ceramics of 1 and 1.5 mm cemented on the metallic substrate. **Conclusions:** The final color of a lithium disilicate ceramic (LS2) restoration with high opacity 1 (HO 1) in vitro post restoration of 1 and 1.5 mm was darkened by the color of the pigmented (SP) and metallic (SM) substrate. The difference between the color variation of the pigmented and metallic substrates as well as the difference in the variation of the ceramic thicknesses of 1 and 1.5 mm was not statistically significant.

KEY WORDS: Dental porcelain, color, tooth discoloration.

I. INTRODUCCIÓN

La demanda estética en odontología cada vez es mayor,¹ la exigencia en la búsqueda de una sonrisa armoniosa y natural está enfocada no solo en la recuperación de la función, sino en lograr este objetivo con procedimientos que sean mínimamente invasivos y que alcancen la integración de la restauración con el remanente dentario.^{2,3} La elección del material cerámico es actualmente una de las principales opciones para el tratamiento en la región anterior,⁴ por sus propiedades estéticas, de biocompatibilidad y longevidad^{5,6} y por proporcionar resultados muy similares a la apariencia natural.⁷

Sin embargo, algunas de estas restauraciones cerámicas han descrito inconvenientes, como el de no siempre conseguir, la mimetización con el remanente dentario, al ser contrastarlas con un sustrato oscuro o con alteraciones de color, influyendo en el resultado final de la restauración cerámica.^{8,9} El manejo de la pigmentación de la estructura dental es uno de los grandes desafíos que el odontólogo tiene que enfrentar. De acuerdo a la etiología y gravedad de la condición los tratamientos pueden orientarse, desde el más conservador como el blanqueamiento de la superficie pigmentada, hasta la confección de carillas e incluso coronas, que implican mayor desgaste de la estructura dentaria.¹⁰ El color de una restauración cerámica depende de la interacción de tres principales elementos; del color del diente o del sustrato, del grosor, color y tipo de material cerámico y de la selección del agente de cementación. La combinación adecuada de estos elementos resulta en el efecto óptico esperado.¹¹

Para poder enmascarar un sustrato se debe impedir el paso de luz de tal manera que ésta se vea reflejada y refractada, dificultando la visualización a través de la restauración.¹²

Debido a que actualmente se han desarrollado materiales cerámicos que han mejorado sus propiedades ópticas, entre ellas las cerámicas de alta opacidad, para ser utilizadas sobre sustratos severamente oscurecidos,¹³ y para poder comprender la interacción del sustrato, agente de cementación y este tipo de cerámicas, el objetivo de este trabajo de investigación es evaluar *in vitro* el comportamiento óptico del color de la cerámica de disilicato de litio de alta opacidad poscementación, según el color de diferentes sustratos oscuros: pigmentado y metálico, así como el grosor de la cerámica.

II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

II.1. Planteamiento del problema

En la práctica clínica el color final de una restauración es el gran desafío que tenemos que afrontar diariamente los odontólogos para rehabilitar a pacientes con alta exigencia estética, más aun, cuando se encuentran condiciones adversas como dientes pigmentados y dientes con gran pérdida dentaria que han requerido la instalación de postes metálicos. El problema que presenta esta situación es conseguir el enmascaramiento de estos sustratos y, sumado a ello, la preocupación de los pacientes por la rehabilitación de la estructura dental perdida, con el menor desgaste dentario posible, complica aún más su resolución.

Frente al requerimiento de los pacientes y, considerando que el paradigma actual en la odontología es la realización de mínimos desgastes dentarios con una reducida exposición del tejido biológico y que el enmascaramiento de la estructura dentaria dependerá de la interacción del complejo cerámica, agente de cementación y sustrato, resulta prioritario evaluar el comportamiento óptico de color del complejo cerámica, agente de cementación y sustrato poscementación.

Gracias a la mejora de las propiedades ópticas y mecánicas principalmente de las cerámicas libres de metal, como el disilicato de litio, se propone hacer uso de esta cerámica de alta opacidad 1 (HO 1) para evaluar su comportamiento óptico de color al ser contrastada frente a un sustrato pigmentado y metálico.

Por las razones anteriormente mencionadas, este trabajo se guiará por la siguiente pregunta de investigación:

¿El color final de una restauración cerámica de disilicato de litio de alta opacidad poscementación *in vitro* se oscurecerá por el color del sustrato pigmentado y metálico y el grosor de la cerámica?

II.2. Justificación

Pocos estudios aplicados a nuestra realidad han evaluado el comportamiento óptico del color poscementación de la interacción del complejo cerámica, agente de cementación y sustrato de una restauración cerámica de disilicato de litio. Siendo las cerámicas dentales libres de metal uno de los materiales restauradores más conservadores para la rehabilitación de la estructura dental perdida en el sector anterior, por sus ya conocidas propiedades y entendiendo que el color final de una restauración cerámica, con excelente resultado estético y equilibrio armónico de color con los dientes remanentes adyacentes, es el gran objetivo a alcanzar del paciente y del profesional; es que a través de este estudio, se permitirá incrementar nuevos conocimientos que ayudarán a entender la interacción de situaciones clínicas del complejo cerámica, agente de cementación y sustrato; proporcionará información que contribuirá con los clínicos y técnicos en la creación o establecimiento de una guía práctica y clínica que ayudará al momento de la toma de decisión de la selección del material cerámico, frente a las variables en estudio, lo cual favorecerá la satisfacción del paciente y del profesional; así mismo, ayudará a crear nuevas líneas de investigación dentro de la institución sobre este tema de gran debate odontológico entre los investigadores.

III. MARCO TEÓRICO

Los dientes naturales se caracterizan por ser estructuras policromáticas cuya reproducción óptica a menudo resulta un desafío muchas veces imposible de reproducir. La característica policromática de los dientes se relaciona principalmente con el color de la dentina así como con el espesor y grado de translucidez del esmalte en las diferentes regiones de la corona dental, las mismas que determinan el color de los dientes.¹⁴

El color posee diferentes dimensiones: a) el matiz: determinado como el nombre del color; b) Croma: el grado de saturación del matiz; c) Valor: el brillo del color que está determinado por la luminosidad.¹⁵

Conseguir imitar con exactitud el color de un diente natural con una restauración, implica entender no solo qué es matiz, croma y valor, sino también conocer la opacidad, translucidez, entre otras propiedades ópticas que posee un diente natural. Los dientes naturales reflejan, refractan, transmiten y absorben luz. Los fenómenos de reflexión y refracción que produce la luz al entrar en contacto con una superficie, son propios de cuerpos opacos y dependen de su grado de opacidad; esta propiedad es proporcionada por la dentina de la estructura dental natural, cuanto mayor opacidad presente la dentina, se producirá mayor reflexión de la luz; por el contrario, la transmisión es el fenómeno que produce la luz al entrar en contacto con un cuerpo translúcido, el cual deja pasar parcialmente la luz incidente, cuanto mayor sea la translucidez de un cuerpo, mayor será la transmisión de la luz, esta propiedad óptica en la estructura de un diente natural la cumple el esmalte dental.¹⁶

Como podemos observar, reproducir las propiedades ópticas de los dientes naturales con materiales cerámicos es complicado, ya que estos materiales aún no han logrado emparejar las propiedades ópticas del esmalte y la dentina. Asimismo, se debe tener en consideración que las restauraciones se construyen fuera de la boca y se cementan posteriormente en su posición corriendo el peligro de sufrir algún error en la reproducción del color⁹ más aun cuando se encuentran situaciones adversas como la presencia de sustratos con variaciones de color o sustratos de aleación metálica.

Una posible solución frente a estas condiciones es el incremento del grosor del material cerámico, el mismo que influye en la opacidad y capacidad de enmascaramiento del material. En este contexto, la influencia del grosor de la cerámica en sistemas que tengan por base una matriz vítrea, infiltrada por disilicato de litio (LS2) aún no está bien determinada, existiendo poca información.^{17, 18}

Influencia del sustrato, del color del agente de cementación y grosor de la cerámica en el color final de una restauración

Vichi *et al.*¹⁹ al respecto, evaluaron en su investigación la influencia del color de tres diferentes sustratos representados por postes: de zirconia (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein), de fibra de carbono (Staint, Egrevé, Francia) y un poste estético experimental de fibra de cuarzo (RTD); evaluaron también, la influencia del color (blanco, amarillo, marrón) y grosor (0.1 y 0.2 mm) del agente de cementación Variolink II (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) en la estética de la cerámica IPS Empress (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) de 1, 1.5 y 2 mm de grosor. Los datos fueron medidos por el sistema de coordenadas

CIEL*a*b* y analizados en un software (001 Lab 1.0 Ocean Optics). Considerando el grosor, las alteraciones de color de la restauración cerámica IPS Empress (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) fueron detectables visualmente cuando el grosor de la cerámica fue de 1 mm. Grosos de 1.5 mm solo evidenciaron alteraciones con el uso de instrumentos laboratoriales, con grosos de 2 mm no hubo alteración de color de la restauración final independientemente del sustrato y del color del agente de cementación. Las diferencias de grosor del agente cementante de 0.1 y 0.2 mm alteraron ligeramente el resultado final de la restauración, por lo tanto ese parámetro no pudo ser considerado en su investigación como un procedimiento para corregir el color. Los diferentes colores de cemento permitieron pequeñas correcciones de matices del color final de la restauración, por lo que estas variaciones fueron solamente detectables por medio de instrumentos electrónicos y por tanto, irrelevantes clínicamente.

Azer *et al.*²⁰ midieron el efecto del color del sustrato sobre el cambio de color de laminados cerámicos. Para ello 40 discos fueron confeccionados, 20 discos (15 x 0.5 mm) de cerámica IPS Empress (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) en el color translúcido (T1) y opaco (O2), 10 discos por cada color y 20 discos (15 x 4.0 mm) confeccionados en resina compuesta Herculite XRV (Kerr Corporation, Orange, EE.UU.) en el color A3 y C4 como sustrato. Un cemento resinoso claro NX3 Nexus® (Kerr Corporation, Orange, EE.UU.) fue usado para la cementación de los discos. La medición del color fue realizada con el colorímetro Handheld Chroma Meter CR-200B (Konica Minolta, Tokio, Japón). Los resultados mostraron una diferencia significativa ($p < 0.001$) en L, C y h. Hubo un significativo cambio del color de oscuro a claro ($p = 0.044$). El promedio del sustrato oscuro/cerámica opaca fue de 89.62 (1.5) mientras que el promedio del sustrato claro/cerámica translúcida

fue de 81.23 (1.7). Ellos concluyeron que un laminado de cerámica de 0.5 mm fue significativamente afectado por el cambio de color del sustrato.

Aiqahtani *et al.*²¹ evaluaron los efectos del color de diferentes tonos de un cemento resinoso de fotopolimerización RelyX™ Veneer (3M™ ESPE™, Saint Paul, EE.UU.) de las tonalidades Tr, WO, B0.5, A1, y A3, en dos diferentes grosores (0.5 mm y 0.7 mm) de tres materiales cerámicos, IPS Empress Esthetic, IPS e.max Press e IPS Empress ZirPress. Un espectrofotómetro Color-Eye® 7000A (X-Rite, Grand Rapids, EE.UU) – CIE L*a*b* fue usado para medir el color de los especímenes. Los resultados exhibieron que los mayores valores de diferencia de color fueron obtenidos por el grupo de cerámicas IPS Empress Esthetic, seguidos de IPS Empress ZirPress y los valores más bajos fueron obtenidos por el grupo de cerámicas IPS e.max Press. Los valores de diferencia de color disminuyeron cuando el grosor de cerámica incrementó de 0.5 mm a 0.7 mm. Asimismo, se observó que el color blanco opaco había incrementado significativamente los valores de diferencia de color cuando fueron comparados con los colores Tr, B0.5, A1, y A3 mientras que la diferencia no fue significativa entre B0.5 y Tr y entre B0.5 y A3.

Ozturk *et al.*²² evaluaron el efecto de diferentes tonos de un cemento resinoso en el cambio de color de las cerámicas IPS e.max Press e IPS Empress®CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) en el color LT/A1, el cemento de fotopolimerización empleado fue Variolink Veneer (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) en cuatro diferentes colores HV+3, HV+1, LV-1 y LV-3. El color fue medido de acuerdo al CIELab utilizando un espectrofotómetro Color-Eye® 7000A (X-Rite, Grand Rapids, EE.UU), para la diferencia de color de cada grupo. Los investigadores concluyeron que los cementos resinosos más opacos HV+3 y LV-3, ejercieron mayor influencia en el cambio de color de ambas cerámicas.

Turgut y Bagis²³ determinaron el efecto de diferentes tipos y colores de cementos resinosos en el color final de diferentes grosores y colores de la cerámica IPS Empress® Esthetic (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein). Se confeccionaron 392 discos en los colores A1, A3, EO, y ET de la cerámica IPS Empress® Esthetic con 0.5 y 1 mm de grosor. Los sistemas de cementos usados fueron RelyX Veneer en los colores A1, A3, WO y Tr, Maxcem Elite en los colores translúcido, blanco, blanco opaco y amarillo; Variolink II en los colores blanco opaco y translúcido y el sistema Variolink Veneer en los colores (+3, M0 y -3). Los cambios de color fueron examinados con el colorímetro ShadeEye Ex (Shofu, Kyoto, Japón). La cuantificación de los colores se analizó mediante el sistema de coordenadas CIE L*a*b*. Los resultados indicaron que el color de los discos de porcelana cambió significativamente después de la cementación, con Variolink Veneer -3 para todos los colores de cerámica ($p < 0.001$). El cambio más pequeño de color fue obtenido por Variolink II translucido en la cerámica EO. El cambio del color final de las carillas cementadas disminuyó cuando el grosor de la cerámica se incrementó. Los investigadores concluyeron que la selección del cemento resinoso es un factor crítico en la obtención del resultado final de carillas.

Chen *et al.*²⁴ evaluaron el efecto de tres marcas de cementos resinosos en el color final de carillas cerámicas utilizando 50 discos de cerámica IPS e.max Press (Ivoclar, Vivadent, Schaan, Liechtenstein) de LT/A3 de 0.6 mm de grosor x 8 mm de diámetro, se confeccionaron discos de resina compuesta como fondo, de 4 mm de grosor x 8 mm de diámetro. Se utilizó 10 tonalidades de tres marcas diferentes de agentes cementantes: Variolink® Veneer, (LV-3, LV-2, MV, HV+2, HV+3); Panavia™ F 2.0 (claro y marrón) y RelyXTM Veneer (blanco opaco, translúcido y A3). Un espectrofotómetro VITA Easyshade® Advance 4.0 (VITA Zahnfabrik, Bad

Säckingen, Alemania) fue utilizado para medir los parámetros de color de los discos de cerámica en términos del incremento del valor L^* y disminución del valor C_{ab} después de la unión con el cemento resinoso. Los valores de diferencia de color después de la cementación osciló entre 1.38 a 7.16. Los cementos resinosos en el color HV + 3 (4.90) y en el color blanco opaco (7.16) incrementaron la luminosidad, mientras que los colores LV-3 y marrón tuvieron tendencia a incrementar el croma. Los investigadores concluyeron que los cementos resinosos pueden afectar el color final de las carillas y la magnitud de estos efectos varía de acuerdo con el color del cemento resinoso.

Suryakant *et al.*²⁵ compararon y analizaron el efecto del agente de cementación opaco y translúcido en el resultado del color de las carillas cerámicas confeccionadas en los colores 2L1.5 (Vitapan 3D-Master) y B2 (Vitapan Classic). Para ello usaron 25 incisivos centrales maxilares preparados con un desgaste de 0.5 mm, 25 carillas fueron confeccionadas y divididas en dos grupos, el grupo A con 15 carillas preparadas con Vitapan 3D-Master en el color 2L1.5 dentina y esmalte EN2, de las cuales 7 carillas fueron cementadas con cemento opaco y 8 con cemento translúcido autoadhesivo de curado dual Variolink II (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) y el grupo B con 10 carillas preparadas con Vitapan Classic dentina B2 y esmalte EN1, divididas en dos grupos, 5 carillas cementadas con cemento opaco y 5 con cemento translúcido Variolink II (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein). El análisis espectrofotométrico (Macbeth, EE.UU.) de todas las carillas cementadas con agente de cementación opaco resultó en un color claro debido al cambio significativo en el valor dL . Las carillas cementadas con agente de cementación translúcido resultaron en un color oscuro debido al cambio significativo en el valor dL . Concluyeron que el agente de cementación opaco da colores claros y

el agente de cementación traslúcido da colores oscuros para las cerámicas fabricadas en los colores 2L1.5 y B2.

Shono y Nahedh²⁶ compararon la relación de contraste (CR) y la capacidad de enmascaramiento de tres diferentes cerámicas IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), Vita VM7 (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemania) y NobelRondo™ Press Alúmina NRPA (Nobel Biocare, Zürich-Flughafen, Suiza). Para ello utilizaron un total de 30 discos de cerámica de 12 mm de diámetro x 1 y 1.5 mm de grosor, las tres cerámicas en el color A2. La relación de contraste se determinó por la aplicación de la fórmula: $CR = Y_b / Y_w$, donde (Y) represento el valor de luminosidad del espécimen, (b) un fondo negro y (w) un fondo blanco. La capacidad de enmascaramiento de las muestras se determinó midiendo la diferencia de color (ΔE) sobre un fondo blanco y negro. La luminosidad (Y) y el color (CIE L*a* b*) de cada muestra se midieron con el espectrofotómetro Color-Eye® 7000A, modelo C6 (X-Rite, Grand Rapids, EE.UU). La investigación concluyó que la CR y la capacidad de enmascaramiento se ven afectados por el tipo y grosor de la cerámica utilizada. Las cerámicas IPS e.max Press y VM7 resultaron ser similares en la capacidad de enmascaramiento, la RC de IPS e.max Press fue mayor que VM7, la cerámica NRPA obtuvo la capacidad de enmascaramiento más baja y el valor de RC más bajo (resultó ser la cerámica más translúcida) seguida de la cerámica VM7; IPS e.max Press fue la cerámica más opaca. Ninguno de los materiales probados fue capaz de enmascarar completamente el fondo negro. Por lo tanto, se recomendó que el tipo de cerámica sea elegida de acuerdo con cada situación clínica.

Begum *et al.*²⁷ estudiaron el efecto del grosor de la cerámica y el color del agente de cementación en la medida en que las cerámicas enmascaren las variaciones de color que pueden estar presentes en la estructura dental subyacente, para este estudio

utilizaron dos cerámicas prensadas: Reforzada con disilicato de litio IPS e.max (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) y reforzada con leucita Cergo® Kiss (DENTSPLY International, York, EE.UU.). Se fabricaron 15 discos cerámicos a partir de cada cerámica y se dividieron en tres grupos de acuerdo con el espesor (0.5, 1 y 1.5 mm). Para simular el color de la estructura dental subyacente, se fabricaron discos en el color C3 de 20 mm de diámetro y 5 mm de grosor en resina compuesta Tetric N-Ceram (Vivadent, Schaan, Liechtenstein). Se empleó un agente de cementación de fotopolimerización translúcido y opaco A3 RelyX Veneer (3M™ ESPE™, Saint Paul, EE.UU.). Se utilizó el parámetro de color CIEL*a*b* y a través de un espectrofotómetro se calculó las diferencias de color. Los valores de diferencia de color de ambos sistemas de cerámica se vieron afectados por el agente de cementación y el grosor de la cerámica ($p < 0.05$). El uso del agente de cementación opaco incrementó el valor de la diferencia de color para las cerámicas evaluadas independientemente del espesor. La capacidad de enmascaramiento de las cerámicas utilizadas para los laminados cerámicos se ve afectada de manera significativa por el espesor de la cerámica y el color del agente de cementación utilizado. Se concluyó que el espesor del material cerámico puede afectar la translucidez y color de la cerámica; por lo tanto, la mayor capacidad de enmascaramiento de un sustrato oscuro se realiza con mayores grosores de cerámica. Las carillas cementadas con un agente de cementación opaco tienen mayor capacidad de enmascaramiento de las variaciones del color de fondo en comparación a las carillas con grosores equivalentes y un agente de cementación de color translúcido.

Shadman *et al.*²⁸ determinaron el grosor mínimo de multicapas de porcelana IPS e.max Press (IvoclarVivadent, Schaan, Liechtenstein) requerida para enmascarar dientes oscurecidos, para ello se fabricaron un total de 24 especímenes en forma de

disco de 13 mm de diámetro y 4 diferentes grosores (nucleo/veneer: 0.4/0.4 mm, 0.5/0.5 mm, 0.6/0.6 mm and 0.8/0.7 mm). Dos sustratos de color C4 y OC fueron fabricados para simular una estructura dental oscurecida y una estructura dental opaca respectivamente, ésta última como grupo control, para determinar la capacidad de enmascaramiento de la cerámica evaluada. Se aplicó una capa de cemento resinoso Panavia F2.0 (Kuraray Co., Ltd, Kurashiki, Japón) con un espesor de 0.01 mm. Todos los discos fueron medidos utilizando un espectrofotómetro Color-Eye® 7000A, modelo C6 (X-Rite, Grand Rapids, EE.UU.). Los resultados mostraron que la diferencia de color ΔE^*_{ab} de todos los grupos se evidenciaron en un rango de ($\Delta E \leq 3.3$), así todos los grupos pudieron enmascarar el fondo C4 empezando con un grosor de 0.8 mm que puede enmascarar progresivamente hasta disminuir la diferencia de color. Ellos concluyen que el espesor mínimo para enmascarar el fondo C4 fue de 0.8 mm.

Pires *et al.*²⁹ evaluaron la alteración del color de la cerámica de disilicato de litio variando el proceso de confección (técnica de maquillaje y técnica de estratificación), grosor de la cerámica (1.5 y 2 mm), el tipo de sustrato (resina y aleación metálica) y la aplicación o no del agente cementante. Se confeccionaron 40 pastillas de cerámica IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein), que fueron divididas en dos grupos: LT (cerámica de baja translucidez en el color A2) en un grosor de 1.5 y 2 mm y HO (cerámica de alta opacidad) en un grosor de 0.5 mm para ser revestidas con cerámica IPS e.max Ceram (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) en el color A2 en un grosor de 1 y 1.5 mm que, sumado al 0.5 mm de cerámica monolítica de disilicato de litio, alcanzaron el grosor establecido. Fueron utilizados sustratos de resina compuesta y aleación metálica. Para la cementación se utilizó Variolink II (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) en

el color translúcido. La lectura del color fue realizada con un espectrofotómetro CM-2600d (Konica Minolta, Osaka, Japón). El color fue expresado en las coordenadas CIE $L^*a^*b^*$ y los valores correspondientes fueron utilizados para calcular la diferencia de color. Cuando fueron comparados los discos cerámicos (control) versus discos cerámicos superpuestos sobre los sustratos sin y con cemento, los resultados mostraron que el menor valor ($\Delta E = 3$) se observó en el grupo de HO/A2 con 2 mm de grosor, con sustrato de metal y sin cemento, el mayor valor encontrado ($\Delta E = 10$) fue para el grupo de LT/A2 con 1.5 mm de grosor, con sustrato de metal y con cemento ($p < 0.05$). Cuando se compararon los grupos cerámica de sustrato sin cemento (control) versus cerámica sustrato con cemento los resultados evidenciaron que el grupo que tuvo menor influencia del cemento fue el grupo HO/A2 con 1.5 mm de grosor y sustrato de resina ($\Delta E = 1.1$); el grupo que evidenció mayor influencia del cemento fue el de LT/A2 con 1.5 mm de grosor y con sustrato de metal ($\Delta E = 6.4$); esta diferencia fue estadísticamente significativa. Finalmente concluyeron que el proceso de confección, el grosor de la cerámica, el color del sustrato y la presencia del cemento, influyeron significativamente en el color de la cerámica.

Instrumentos para la medición del color dental

Como podemos observar, el color juega un papel importante en la odontología estética, su medición tradicionalmente ha sido determinada por el método visual, al comparar los dientes con guías de color estándar, sin embargo, en las últimas décadas se han desarrollado instrumentos electrónicos que han logrado eliminar el factor subjetivo de la medición visual principalmente con métodos objetivos como la

utilización de colorímetros, espectrofotómetros y cámaras digitales; instrumentos que han logrado ser confiables y demostrado tener un alto grado de precisión y exactitud

30

Chu *et al.*³¹ realizaron al respecto una revisión sistemática de los sistemas clínicos que ayudan en la toma de color de los dientes *in vivo* en la que concluyeron que los espectrofotómetros, colorímetros y sistemas de imagen digital son usados como herramientas relevantes para medir, analizar y controlar la calidad del color reproducido. Estos equipos proporcionan un mapa de color o un promedio de color de un área limitada (3–5 mm) en la superficie dental, estos instrumentos son utilizados para analizar de forma directa e indirecta las restauraciones y determinar la reproducción del color. También concluyeron que el método visual es utilizado como complemento, por tanto los resultados son estéticos y predecibles.

Bersezio *et al.*³⁰ realizaron una búsqueda bibliográfica en Pubmed sobre la determinación del color y su reproducción, concluyeron que el color dental puede ser determinado por el método visual e instrumental,³² de las cuales la medición instrumental debería ser preferida por ser objetiva, reproducible y más rápida,³³ demostrando ser confiable con un alto grado de precisión y exactitud. Dentro de los instrumentos objetivos de cuantificación del color actuales, se encuentran los espectrofotómetros, colorímetros y cámaras digitales con sus respectivos sistemas de imagen.³¹ Estos autores recomiendan su uso como un complemento de la medición visual tanto en el análisis de restauraciones directas e indirectas, en la verificación del color en tratamientos estéticos como blanqueamientos así como en la comunicación con el laboratorio dental. Concluyeron también que el espectrofotómetro es el dispositivo que hasta el momento ha reportado el mejor rendimiento en la medición de color “*in – vitro*” e “*in vivo*”, siendo el “Vita

Easysshade” (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemania) el de resultados más confiables.³⁴

Zenthofer *et al.*³⁵ realizaron un estudio *in vitro* e *in vivo* con el objetivo de evaluar la repetitividad y precisión entre examinadores y entre los dispositivos VITA Easysshade Advance (ES-A) en comparación con el Easysshade Compact (ES-C). Para el estudio “*in vitro*”, se fabricaron seis discos de cerámica bicapa (dentina-esmalte) a partir de la cerámica de recubrimiento VITA VM13 (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemania), los cuales fueron comparados con 6 tabletas de color de la escala (VITA System 3D-Master), un examinador (E2) obtuvo las lecturas de color de los discos y de las tabletas de color; dos examinadores repitieron las mediciones (E1 y E3) para evaluar la confiabilidad o repetitividad entre examinadores. Para analizar la repetitividad entre los dispositivos ES-C y ES-A, se registró el color de los discos de cerámica y de las tabletas de color con ambos dispositivos para luego ser comparados con las mediciones realizadas por un espectroradiómetro (SR) que sirvió como grupo control. Para el estudio “*in vivo*” se contó con una muestra de 10 personas, 6 mujeres y 4 hombres; para la medida de color, se confeccionaron férulas individuales con una muesca de 5 mm para la punta de medición, las medidas de color se realizaron en las piezas 11 y 13 con ambos dispositivos. Los investigadores concluyeron que los espectrofotómetros alcanzaron seguridad y confianza en el ambiente clínico, sin embargo el modelo Advance demostró ser más preciso, ambos modelos demostraron ser herramientas valiosas para la medición del color de los dientes y deberían usarse para valorar los cambios de color de la estructura dental a través del tiempo.

Tsiliagkou *et al.*³⁶ evaluaron la confiabilidad y validez de tres equipos espectrofotométricos para la toma de color bajo condiciones de medición

estandarizada y a mano alzada, para ello se utilizaron dos guías de color y tres equipos de medición, los equipos fueron: VITA Easyshade[®] Advance 4.0 (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemania), SpectroShade[™] (MHT Optic Research AG, Zurich, Suiza) y ShadeVision[®] System (X-Rite, Grand Rapids, EE.UU). Cinco colores de la guía de color Vita Classical (A2, A 3.5, B1, C4 y D3) y cinco de Vita Toothguide 3D-Master (1M1, 2R1.5, 3M2, 4L2.5, 5M3). Cada color fue registrado 15 veces continuas con cada equipo de forma estandarizada y a mano alzada. Se registraron características cualitativas y cuantitativas. La ΔE se calculó entre cada valor registrado con los valores del color de las tabletas. La repetitividad de cada equipo fue evaluada por el coeficiente de varianza. La exactitud de cada equipo fue evaluada y determinada por comparación de los valores registrados con los valores de referencia de los colores de las tabletas de la guía de color. Se concluyó que bajo condiciones estandarizadas, la repetitividad de los tres equipos fue buena, en condiciones de mano alzada, la repetitividad y exactitud fue superior para el SpectroShade[™].

De acuerdo al levantamiento científico realizado en el presente estudio se planteó la siguiente hipótesis:

El color final de una restauración cerámica de LS2 HO 1 poscementación *in vitro* se oscurecerá por el color del sustrato pigmentado y metálico y grosor de la cerámica.

IV. OBJETIVOS

IV.1. Objetivo general

Evaluar *in vitro* el color de una restauración cerámica de disilicato de litio de alta opacidad poscementación, según el color del sustrato pigmentado y metálico y grosor de la cerámica.

IV.2. Objetivos específicos

1. Comparar la variación de color entre las cerámicas de disilicato de litio de alta opacidad 1 (LS2 HO 1) poscementación de 1 y 1.5 mm de grosor sobre el sustrato pigmentado.
2. Comparar la variación de color entre las cerámicas de disilicato de litio de alta opacidad 1 (LS2 HO 1) poscementación de 1 y 1.5 mm de grosor sobre el sustrato metálico.
3. Comparar la variación de color entre las cerámicas de disilicato de litio de alta opacidad 1 (LS2 HO 1) poscementación de 1 mm de grosor sobre sustrato pigmentado y metálico.
4. Comparar la variación de color entre las cerámicas de disilicato de litio de alta opacidad 1 (LS2 HO 1) poscementación de 1.5 mm de grosor sobre sustrato pigmentado y metálico.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

V.1 Diseño del estudio

El presente estudio tuvo un diseño de tipo experimental, *in vitro*, de abordaje cuantitativo.

V.2. Muestra

Se emplearon discos de cerámica de disilicato de litio de alta opacidad 1 (LS2 HO 1) IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) de 10 mm de diámetro por 1 y 1.5 mm de grosor. Los grupos evaluados fueron:

- LS2 HO 1 de 1 mm de grosor sobre sustrato de resina Amelogen[®] Plus A5 (simuló la condición de la cerámica cementada sobre un diente pigmentado).
- LS2 HO 1 de 1 mm de grosor sobre sustrato de aleación cobre-aluminio NPG[™] (simuló la condición de la cerámica cementada sobre un poste metálico).
- LS2 HO 1 de 1.5 mm de grosor sobre sustrato de resina Amelogen[®] Plus A5 (simuló la condición de la cerámica cementada sobre un diente pigmentado).
- LS2 HO 1 de 1.5 mm de grosor sobre sustrato de aleación cobre-aluminio NPG[™] (simuló la condición de la cerámica cementada sobre un poste metálico).
- LS2 HO 1 de 1 mm de grosor sobre sustrato de resina Amelogen[®] Plus A2 (simuló un diente natural, no pigmentado - Grupo control).

- LS2 HO 1 de 1.5 mm de grosor sobre sustrato de resina Amelogen[®] Plus A2 (simuló un diente natural, no pigmentado - Grupo control) (Anexo 1).

Con el objetivo de evaluar cada uno de los procedimientos y determinar el cálculo del tamaño de muestra para el trabajo de investigación, se realizó un estudio piloto cuya muestra estuvo determinada de acuerdo al 10% del estudio de Pires *et al.*²⁹ Se realizó el cálculo resultando en 3 especímenes por cada grupo, ejecutando el piloto con un total de 18 especímenes; una vez obtenidos los datos se tomó la desviación estándar más elevada del estudio piloto (1.13) para ser reemplazada en la fórmula estadística de comparación de dos medias, al reemplazar los datos se trabajó con un nivel de confianza de 95%, un poder estadístico de 95% y precisión 2.00. Se aplicó la fórmula resultando en un tamaño de muestra (n) de 7 especímenes por grupo, con una muestra ajustada a pérdidas de 8 especímenes. Sin embargo, en el estudio se utilizaron 10 especímenes (n = 10) por cada grupo (Anexo 2).

V.3. Criterios de selección

Se seleccionaron discos de LS2 HO 1 IPS.e.max[®] Press (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) del mismo lote de fabricación (LOT V01212), libres de fracturas, fisuras, burbujas, poros o algún otro defecto que pudiera alterar la superficie del disco de cerámica.

V.4. Variables

Variable dependiente

Color: Definido como la impresión sensorial que produce la luz sobre cualquier objeto que puede captar el ojo.³⁷ Operacionalmente el color fue expresado a través de la escala cromática CIEL*a*b*, los valores del color fueron obtenidos a través del espectrofotómetro VITA Easyshade Advance 4.0 (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemania) en las coordenadas: L* que evalúa el nivel de luminosidad que va de 0 (negro) a 100 (blanco), a* que varía de verde (negativo) al rojo (positivo) y b* que varía de azul (negativo) al amarillo (positivo); la diferencia de color entre dos especímenes expresada operacionalmente como la distancia numérica entre las coordenadas L*a*b* en el espacio cromático tridimensional CIEL*a*b* se evaluó mediante la aplicación de la fórmula $\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$.³⁸ Esta variable es de tipo cuantitativa, continua y medida en la escala de razón.

Variables independientes

Sustrato: Estrato que subyace a otro y está en condiciones de ejercer algún tipo de influencia.³⁹ Operacionalmente se define como un material de fondo sobre el que se cementa la cerámica.^{28, 29} Esta variable es de tipo cualitativa, politómica medida en la escala nominal. Los sustratos a evaluar fueron: el sustrato claro simulado con resina Amelogen® Plus A2 (Ultradent Products, South Jordan, EE.UU.), el sustrato pigmentado simulado con resina Amelogen® Plus A5 (Ultradent Products, South

Jordan, EE.UU.) y el sustrato metálico simulado con aleación cobre-aluminio NPG™ (Aalba Dent, Fairfield, EE.UU.).

Grosor: Espesor de un cuerpo sólido,³⁹ operacionalmente definido como dimensión o anchura de la cerámica.^{28, 29} Variable de tipo cualitativa, dicotómica medida en la escala ordinal. Los grosores evaluados fueron de 1 y 1.5 mm.

La tabla de operacionalización de variables se puede observar en el Anexo 3.

V.5. Técnicas y/o procedimientos

Confección de discos cerámicos

Para la confección de los discos de cerámica de LS2 HO 1 IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein), se fabricaron dos matrices metálicas de 10 mm de diámetro interno por 1.3 mm y 1.8 mm de grosor, a través de estas matrices se confeccionaron discos de acrílico con Duralay® (Reliance Dental, Worth, IL, EE.UU.). Inicialmente fueron fabricados en esas dimensiones para que después de la cocción puedan ser pulidos y no pierdan el grosor final requerido de 1 y 1.5 mm para la investigación. Posteriormente, se unieron a los discos de acrílico Duralay® (Reliance Dental, Worth, IL, EE.UU.) jitos de cera, los cuales fueron colocados sobre la base del cilindro de revestimiento. Se empleó como material de revestimiento Bellavest®SH con el líquido Begosol®HE (BEGO, Bremen, Alemania); la mezcla de ambos materiales fue vertida en el cilindro de revestimiento de acuerdo a las indicaciones del fabricante.

Posteriormente el cilindro fue introducido en un horno de precalentamiento Miditherm 200 MPH (BEGO, Bremen, Alemania) para la eliminación del acrílico. El horno tuvo una temperatura de 900°C al momento de introducir el cilindro, la cual se mantuvo durante 1 h. Una vez terminado ese ciclo, se introdujo la pastilla de LS2 HO 1 dentro del cilindro de revestimiento, el cual fue transportado inmediatamente al horno de inyección Vacumat[®] 6000 MP (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemania). La temperatura inicial del horno de inyección fue de 700°C, la temperatura más alta que alcanzó fue de 915°C, el ciclo duró 25 min. Posteriormente se procedió a la remoción del material de revestimiento con una arenadora combinada Duostar plus 230 (Bego, Bremen, Alemania), los canales de alimentación de la cerámica fueron recortados y pulidos con lija de agua con un tamaño de grano P360 A y P600 A para la superficie de unión y para la superficie libre P360 A, P600 A, P1000 A, P1500 A y P2000 A, acompañado de refrigeración hasta alcanzar el grosor de 1 y 1.5 mm, se aceptó un margen de tolerancia de ± 0.02 mm en el grosor de cada disco. Las dimensiones fueron verificadas con un calibrador digital SE 784EC (Digital Caliper[®], Qingdao, China) (Anexo 4).

Confección del sustrato

Para la confección de los sustratos se fabricó una matriz metálica de 8 mm de diámetro interno por 2.2 mm de grosor. Los sustratos de resina compuesta fueron confeccionados con Amelogen[®] Plus (Ultradent Products, South Jordan, EE.UU.) color A5 y A2. Se empleó la técnica incremental para la inserción de la resina la cual fue fotoactivada con una fuente de luz Demi Plus 230 V (Kerr, Orange, EE.UU.) que tuvo una intensidad de 882 mW/cm²; la superficie de los sustratos fue pulida con

papel de lija (ASALITE, Lima, Perú) con un tamaño de grano P360 A y P600 A bajo refrigeración, se verificó el grosor final requerido de 2 mm con un calibrador digital SE 784EC (Digital Caliper®, Qingdao, China).

Para el sustrato de metal, se utilizó la matriz citada anteriormente, con ella se fabricaron discos de acrílico Duralay® (Reliance Dental, Worth, IL, EE.UU.), los discos fueron cubiertos por revestimiento y colados con la aleación cobre-aluminio NPG™ (Aalba Dent, Fairfield, EE.UU.). El pulido de la superficie se realizó con papel de lija (ASALITE, Lima, Perú), con un tamaño de grano P360 A y P600 A.

Una vez realizado este procedimiento se limpiaron las superficies de ambos sustratos de resina compuesta y de aleación cobre aluminio con piedra pómez Vitalloy® (Comindent, Lima, Perú) por 10 s cada superficie, seguido de lavado con agua a presión por 30 s, secado con aire a presión en dos intervalos, cada intervalo de 5 s. Finalmente, los sustratos de metal y resina fueron colocados por separado en un limpiador ultrasónico modelo Vitasonic II (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemania) x 15 min y secados con papel toalla para posteriormente ser cementados con los discos de cerámica (Anexo 5).

Protocolo de cementación

Para la cementación de las muestras se fabricó una matriz metálica bipartida con un diámetro interno en la parte inferior de la estructura de 8 mm x 2.1 mm de altura; la parte superior de la estructura tuvo un diámetro interno de 10 mm x 1 mm de altura (Anexo 6).

Previamente a la cementación, una superficie del disco de cerámica de LS2 fue grabada con grabador de porcelana (Angelus, Londrina, Brasil) que contenía ácido

fluorhídrico al 10%, el mismo que fue aplicado sobre la superficie cerámica por 20 s. Posteriormente se lavó la superficie con agua a presión por 30 s, se secó con aire a presión en dos intervalos de 5 s, se procedió a la limpieza de la capa de reacción con ácido fosfórico al 37% Condac 37 (FGM, Joinville, Brasil) con un micro aplicador CsTisen[®] (Promisee Dental Co., Ltd, Huanghua, China) por 10 s, se lavó con agua a presión por 30 s y finalmente se secó la superficie con aire a presión en dos intervalos de 5 s. Se aplicó silano (Angelus, Londrina, Brasil) con un micro aplicador desechable CsTisen[®] (Promisee Dental Co., Ltd, Huanghua, China), se esperó 60 s, posteriormente se secó la superficie con aire a presión en dos intervalos, cada intervalo de 5 s.

Una vez preparada la superficie del disco de cerámica previamente a la cementación, la matriz bipartida fue aislada con Vitalloy[®] Aislante Vertec Blanco (Comindent Tarrillo Barba, Lima, Perú), se esperó su reacción química por 4 min, posteriormente el sustrato de resina o metal se colocó dentro de la matriz bipartida la cual fue asegurada con el aro de contención de la matriz, a continuación se dispensó el agente de cementación autoadhesivo RelyX[™] U200 (3M [™] ESPE [™], Saint Paul, EE.UU.) color A2 sobre un bloque plastificado proporcionado por el mismo sistema de cementación; la proporción de la pasta base y catalizador fue de 1:1 según las indicaciones del fabricante. La mezcla se colocó en la superficie de la cerámica la misma que se posicionó dentro de la matriz metálica, se ejerció leve presión digital hasta encontrar un tope, se activó con una lámpara Demi Plus 230 V (Kerr, Orange, EE.UU.) por 5 s, la cual tuvo una intensidad de 882 mW/cm², se retiró el material excedente, se fotopolimerizó por 40 s; el espécimen fue retirado de la matriz para evitar su adhesión y finalmente se realizó una última activación por 40 s, obteniendo

así los especímenes para el estudio (complejo cerámica / agente de cementación / sustrato).

Estos especímenes fueron almacenados en pastilleros por un periodo de 24 horas a temperatura ambiente, para posteriormente proceder al registro de color. (Anexo 7).

Registro de color

Se utilizó para el registro de color el espectrofotómetro VITA Easyshade[®] Advance 4.0 (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemania), la toma de color fue ejecutada por un único operador, para ello se recibió una capacitación previa sobre su funcionamiento, el equipo fue calibrado cada cinco especímenes. Se realizaron tres lecturas de color en el mismo punto, en el centro de la superficie cerámica por cada espécimen. La posición de la punta de medición del espectrofotómetro fue de forma perpendicular a la superficie de la muestra (complejo cerámica – agente de cementación – sustrato), en un ángulo de 90° según las indicaciones del fabricante. La toma de color se realizó en un mismo ambiente a la misma hora del día, para lo cual se colocó un fondo blanco para cada registro de color. Asimismo, se confeccionaron dos soportes, uno para el cuerpo del espectrofotómetro y otro para la punta de medición, estandarizando así los procedimientos, todo de acuerdo a las indicaciones de uso del equipo y según las normas de la Comisión Internacional de Iluminación.³⁸ El espectrofotómetro empleado en esta investigación utiliza el modelo cromático CIEL*a*b* de la Comisión Internacional de Iluminación, en este esquema el color es entendido como un espacio tridimensional por lo que es medido en tres coordenadas o dimensiones de color, donde la coordenada L* representa los valores de luminosidad del color del espécimen medido que va de 0 = Negro a 100 = Blanco,

la coordenada a^* representa la posición del espécimen entre el rojo positivo (+) y el verde negativo (-) donde los valores positivos indican rojo y los negativos indican verde y la coordenada b^* su posición entre el amarillo (+) y el azul (-) donde los valores positivos indican amarillo y los negativos indican azul, la diferencia de color entre dos especímenes es descrita por la aplicación de la fórmula $\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ (CIE).³⁸ La escala de valores de ΔE , que se consideró para evaluar la aceptabilidad clínica en este estudio fue la siguiente: valores de $\Delta E < 1$ son considerados indetectables por el ojo humano; valores de ΔE entre 1 y 3.3 es visible por operadores calificados y clínicamente aceptable y valores de $\Delta E > 3.3$ es visible por individuos no expertos y por consiguiente clínicamente inaceptable.⁴⁰⁻⁴² En este estudio la diferencia de color entre dos especímenes fue obtenida por la aplicación de la fórmula al reemplazar los valores de los grupos de estudio y los valores del grupo control (Anexo 8).

V.6. Plan de análisis

Una vez codificados los datos, se empleó el programa estadístico IBM® SPSS Statistics 24.0 para Windows. Se utilizó la prueba Shapiro Wilk para la determinación de la normalidad de los datos, posteriormente se realizó el análisis de varianza factorial ANOVA con la cual se determinó si existían diferencias entre los grupos evaluados, posteriormente se utilizó la prueba Tukey para comprobar entre qué grupos existía diferencias estadísticas significativas, es decir el efecto de las variables sustrato y grosor (variables cualitativas) sobre la variable color (variable cuantitativa).

V.7. Consideraciones éticas

El presente trabajo de investigación se realizó teniendo en cuenta las leyes nacionales, disposiciones ejecutivas y administrativas; así como, siguiendo las normas establecidas por el Comité Institucional de Ética (CIE) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Fue registrado en el CIE UPCH (Anexo 9).

VI. RESULTADOS

La Tabla 1 muestra la media y desviación estándar de las coordenadas en el espacio cromático CIE L^* , a^* , b^* de los discos de cerámica según grosor (1 y 1.5 mm) y sustrato (claro, pigmentado y metálico).

En el parámetro L^* , se encontró que el grupo de cerámicas de 1 mm de grosor cementados sobre el sustrato metálico, presentó los menores valores de luminosidad ($L^*=77.99$). Seguido del grupo de cerámicas de 1.5 mm cementadas sobre el sustrato pigmentado ($L^*= 81.61$). Los valores de L^* se muestran en la Tabla 1.

En relación al parámetro a^* , se observó valores negativos para la mayoría de grupos, ubicando a estos especímenes en el lado verde de la escala, con excepción del grupo de discos de cerámica de 1 mm de grosor sobre sustrato pigmentado que obtuvo un valor positivo ($a^*=0.55$), ubicando a este grupo de discos de cerámicas en el lado rojo de la escala. (Tabla 1).

Al evaluar b^* se observó valores positivos para todos los grupos, ubicando a los especímenes en el lado amarillo, los menores valores correspondieron al grupo de cerámica de 1 y 1.5 mm cementados sobre el sustrato metálico, respectivamente, $b^*=23.54$ y $b^*=23.68$. (Tabla 1).

Para contrastar la normalidad de los datos de la toma de color de los especímenes, se utilizó la prueba Shapiro Wilk, la cual evidenció una distribución normal. En el análisis de varianza ANOVA de un factor se encontró diferencia estadística significativa entre al menos dos grupos para el ΔE ($p<0.05$); el test de Tukey evidenció diferencias estadísticamente significativas en los promedios de los valores de ΔE del grupo de cerámicas de 1 mm de grosor sobre sustrato metálico comparado con el grupo de cerámicas de 1.5 mm de grosor sobre sustrato pigmentado ($p<0.05$).

Al evaluar los valores de ΔE de los discos de cerámica de 1 y 1.5 mm de grosor sobre sustrato pigmentado se evidenció ausencia de diferencia estadística significativa, así mismo exhibieron la menor variación de color entre los grupos estudiados $\Delta E=4.15$ y $\Delta E=3.41$ respectivamente. Al evaluar los valores de ΔE de los discos de cerámica de 1 y 1.5 mm de grosor sobre sustrato metálico no se evidenció diferencia estadística significativa, se observó que ambos grupos alcanzaron los valores más altos de diferencia de color $\Delta E=4.89$ y $\Delta E=4.35$ respectivamente.

Cuando se evaluó la ΔE de los grupos de cerámica de 1 mm de grosor sobre los sustratos pigmentado y metálico y la ΔE de color de los grupos de cerámica de 1.5 mm de grosor sobre los sustratos pigmentado y metálico, no se evidenció diferencia estadística significativa en ninguno de los grupos evaluados. Ver Tabla 2.

Tabla 1. Medias y desviación estándar de las coordenadas en el espacio cromático CIE L*a*b* de los discos de cerámica según grosor y sustrato.

GRUPOS	L*	a*	b*
	\bar{X} (DS)	\bar{X} (DS)	\bar{X} (DS)
SC 1	82.44 (1.33)	-0.69 (0.28)	24.67 (0.74)
SP 1	79.23 (1.69)	0.55 (0.21)	24.96 (0.92)
SM 1	77.99 (1.22)	-0.06 (0.21)	23.54 (0.89)
SC 1.5	83.53 (1.50)	-1.45 (0.20)	25.86 (1.08)
SP 1.5	81.61 (1.02)	-0.77 (0.32)	25.25 (1.41)
SM 1.5	82.40 (1.87)	-1.29 (0.23)	23.68 (1.94)

SC 1: sustrato claro de 1 mm; SP 1: sustrato oscuro de 1 mm; SM 1: sustrato metálico de 1mm; SC 1.5: sustrato claro de 1.5 mm; SP 1.5: sustrato oscuro de 1.5 mm; SM 1.5: sustrato metálico de 1.5 mm.

Tabla 2. Comparación de medias y desviación estándar de la ΔE de los especímenes según grosor y sustrato.

GRUPOS	ΔE \bar{X} (DS)
SP 1	4.15 (2.05) ab
SM 1	4.89 (1.23) a
SP 1.5	3.41 (1.15) b
SM 1.5	4.35 (1.77) ab

Letras minúsculas diferentes en las filas representan la diferencia significativa entre los grupos ($p < 0.05$). ANOVA y Tukey.

VII. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, el grosor de la cerámica de LS2 HO 1 poscementación *in vitro* no influyó en la variación de color sobre los sustratos pigmentado (SP) ni metálico (SM). Estos resultados respaldan la hipótesis alterna planteada en la investigación.

El manejo de la pigmentación causada por diferentes factores, es uno de los principales desafíos que los odontólogos tenemos que enfrentar. Dependiendo de la etiología y la gravedad de la pigmentación u oscurecimiento se puede elegir diferentes opciones de tratamiento desde el más conservador como el blanqueamiento de la superficie pigmentada hasta carillas e incluso coronas dentales que implicaran mayor desgaste de la estructura remanente.¹⁰

Uno de los paradigmas actuales en odontología es alcanzar la estética deseada con restauraciones imperceptibles y la menor preparación dentaria posible; por ello este estudio fue encaminado a evaluar el comportamiento óptico del color de la cerámica de LS2 HO 1.

Los resultados de este estudio evidenciaron al evaluar discos de cerámica de LS2 HO 1 IPS e.max Press en grosores de 1 y 1.5 mm sobre un sustrato de color A5 y una aleación cobre-aluminio (NPG), que los valores de ΔE disminuyeron cuando el grosor incrementó de 1 a 1.5 mm, que el sustrato metálico provocó los valores más altos de diferencia de color. Estos resultados coinciden con los obtenidos por otros investigadores como Pires *et al.*²⁹ que evaluaron discos de cerámica de LS2 LT A2 y HO más cerámica de cobertura IPS e.max Ceram A2 en grosores de 1.5 y 2 mm sobre un sustrato de color A2 y de aleación cobre-aluminio (Goldent L.A).

Observaron que a mayor grosor de cerámica sobre el sustrato metálico disminuyó el valor de ΔE .

Shadman *et al.*²⁸ evaluaron la capacidad de enmascaramiento de la cerámica de LS2 HO 1 IPS e.max Press con cobertura IPS e.max Ceram A1 en los grosores de 0.8, 1.0, 1.2 y 1.5 mm cementados sobre un sustrato oscuro C4. Demostraron que a mayor grosor de cerámica la ΔE fue decreciendo e incrementando su capacidad de enmascaramiento, que el grosor mínimo requerido encontrado para enmascarar el sustrato oscuro evaluado de color C4 fue de 0.4 mm de infraestructura HO 1 y 0.4 mm de cerámica de cobertura A1, lo cual difiere a lo encontrado en la presente investigación; lo que podría explicarse debido a que el sustrato oscuro evaluado por Shadmand *et al.*²⁸ fue confeccionado con cerámica IPS e.max Ceram en el color C4 que corresponde a la familia de color grisáceo, mientras que en nuestro estudio el sustrato oscuro evaluado fue confeccionado en resina compuesta Amelogen[®] Plus A5, que corresponde a la familia de color rojizo-marronáceo, según la escala de evaluación de color VITA classical A1-D4[®], confirmando la influencia del color del sustrato sobre la cerámica de LS2 HO 1 y por la diferencia en la técnica de confección.

Begum *et al.*²⁷, quienes evaluaron el efecto del grosor de las cerámicas IPS e.max Press y Cergo[®] Kiss en 30 discos de cerámica de 0.5, 1.0 y 1.5 mm de grosor sobre un sustrato de color C3, concluyeron, que existe mayor capacidad para enmascarar un sustrato oscuro cuando se incrementó el grosor de 1 a 1.5 mm, evidenciando que a mayor grosor hubo disminución de ΔE . Aiqhantani *et al.*²¹ confeccionaron discos en tres tipos de cerámica: IPS Empress Esthetic ETC1 A2, IPS e.max Press LT A2 e IPS ZirPress LT A2 (cerámicas con matriz vítrea, reforzadas con cristales de leucita, disilicato de litio y fluoropatita respectivamente) en dos diferentes grosores 0.5 y

0.7 mm con un color de sustrato, dentina A3, encontrando que la ΔE de las cerámicas fue decreciendo cuando su grosor incrementó. Shono *et al.*²⁶ concuerdan con los resultados obtenidos, al evaluar la capacidad de enmascaramiento de la cerámica IPS e.max Press de 1 y 1.5 mm sobre un fondo negro y blanco. Observaron que los promedios de los valores de ΔE de los discos fueron significativamente altos en un grosor de 1 mm al ser comparados con los discos de cerámica de 1.5 mm; concluyendo que la capacidad de enmascaramiento de la cerámica incrementa cuando incrementa su grosor.

Estos resultados pueden explicarse al entender que un incremento en el grosor de la cerámica, independientemente de su color incrementa su opacidad, dificultando la transmisión de la luz y favoreciendo su difusión y dispersión.¹⁸ En general el color de las cerámicas dentales pueden variar por la diferencia del índice de refracción (cociente de la velocidad de la luz al vacío y la velocidad de la luz en el medio) entre las partículas y la matriz de afrontamiento y el pigmento en el material, los mismos que influyen en la difusión y dispersión de la luz.⁴³

La longitud de onda visible es de 0.4 a 0.7 μm y los materiales cerámicos pueden contener partículas que son mayores o más pequeñas que estas longitudes de onda.^{43,44} La refracción y la reflexión se producen infinitamente en la superficie de estas partículas que son mayores que la longitud de onda de la luz, que hace que la luz se difunda. Cuanto mayor sea la diferencia del índice de refracción entre el tamaño de la partícula y la matriz de cerámica mayor será la refracción y reflexión de la luz, lo que conduce a un efecto opaco en el material cerámico.¹² Ivoclar Vivadent; ha añadido en la composición de las cerámicas de disilicato de litio de alta opacidad cristales con alto índice de refracción haciéndolas más opacas y diferenciándolas con esta característica, de las cerámicas de alta y baja translucidez.¹³ Los resultados en

este estudio responden a estas características pues se decidió utilizar una cerámica opaca como en los estudios de Pires *et al.*²⁹ y Shadman *et al.*²⁸ habiendo una menor variación de color frente a un sustrato oscuro y metálico al ser comparadas con otros estudios que evaluaron cerámicas de LS2 no opacas realizadas por otros investigadores como Shono *et al.*²⁶, desempeñando un papel importante en la determinación del color final de una restauración cerámica.

Los resultados de L*, a* y b* en este estudio fueron afectados por el color de sustrato. Los valores de L* disminuyeron cuando el sustrato se tornó más oscuro, éstos resultados muestran que el tipo y color del material usado como sustrato influye en el grado de luminosidad. Se observó también que a mayor grosor de cerámica incrementó la luminosidad, estos resultados están apoyados por estudios como los de Vichi *et al.*¹⁹ Begum *et al.*²⁷ y Shadman *et al.*²⁸ La coordenada a* en el estudio exhibió mayor contribución de verde y la coordenada b* mayor contribución de amarillo, este efecto observado es respaldado por Shadman *et al.*²⁸ quienes obtuvieron resultados similares a nuestro estudio.

Con respecto a estos resultados, es evidente, que el grosor de cerámica influye en el aspecto óptico del color final de una restauración cerámica de LS2, pero también el color del sustrato ejerce una gran influencia en el aspecto estético de una restauración cerámica, así Azer *et al.*²⁰ quienes evaluaron el efecto del color de un sustrato claro (A3) y oscuro (C4) en el color de laminados cerámicos IPS Empress translúcido y opaco, concluyeron que los sustratos muestran diferencias estadísticamente significativas en la cerámica sobre su luminosidad, croma y matiz independiente de su color inicial al sobreponerse sobre los sustratos evaluados. Estos datos respaldan los resultados obtenidos en nuestro estudio donde, los sustratos pigmentados y metálicos, provocaron variación de color, no alcanzando

aceptabilidad clínica con los grosores de cerámica de 1 y 1.5 mm. Podemos concluir que el color del sustrato es un factor esencial que influye en la estética y el color final de una restauración. En el presente estudio se evaluó un sustrato pigmentado que no consiguió ser enmascarado con un grosor de 1.5 mm ($\Delta E > 3.3$), contrario a los resultados de Shadman *et al.*²⁸ que habiendo usado el mismo sistema cerámico, color y un menor grosor de cerámica de infraestructura sí consiguió el enmascaramiento del sustrato oscuro evaluado en su estudio, esto de acuerdo a las escalas de aceptabilidad clínica ($\Delta E < 3.3$). Los resultados obtenidos en nuestra investigación nos permite concluir que, sustratos con variaciones de color que pertenezcan a la familia grisácea, como las observadas en tinciones de los dientes por tetraciclinas y necrosis pulpar, logran ser enmascarados con la cerámica de LS2 HO 1, mientras que sustratos que pertenezcan a la familia rojizo-marrónácea, presentes en trastornos autosómicos dominantes como la dentinogenesis imperfecta tipo II o la alcaptonuria, porfiria y dientes envejecidos con presencia de dentina de reparación, no logran ser enmascarados con esta cerámica.

Es importante mencionar que en la actualidad no existe ninguna estandarización de los colores de los sustratos registrados en la escala cromática CIEL*a*b* o alguna otra escala de medición estandarizada que nos indique que un sustrato en tales coordenadas en el espacio cromático representa un sustrato oscuro o fuertemente pigmentado el cual podría ser enmascarado con determinada cerámica. La selección del material cerámico frente a situaciones adversas, como las evaluadas en este estudio, debería estar enfocada en gran medida a la tonalidad del oscurecimiento del sustrato. Debido a la ausencia de estandarización de los colores de sustratos oscuros o variaciones de color de la dentina encontrados en la práctica clínica diaria, a pesar de que hoy se cuenta con instrumentos como espectrofotómetros que permiten

determinar de forma precisa el color de los dientes naturales y que podrían registrar el color de la variedad de sustratos oscuros, los resultados aún no son previsibles en la mayor parte de los casos en este tipo de condiciones, cuando podría ser una realidad la previsibilidad.

Respecto al instrumento de medición de color empleado, es importante según Van der Burgt *et al.*³³ la selección de un espectrofotómetro para la medida de color como primera opción, por ser una técnica objetiva, reproducible y rápida. Para Chu *et al.*³¹ quienes estudiaron instrumentos y sistemas para la determinación del color dental, concluyeron que los espectrofotómetros ofrecen un aumento de precisión del 33% comparado con la observación visual y una coincidencia objetiva del color en el 93.3% de los casos, lo cual confirma que nuestro estudio cuenta con validez interna por el empleo de un instrumento de medición con alto grado de precisión y reproductibilidad para la medida del color. Zenthofer *et al.*³⁵ en su estudio de comparación del Easyshade Compact y Advance *in vitro* e *in vivo*, reportaron que ambos espectrofotómetros permitieron una medición fiable y segura; sin embargo el espectrofotómetro VITA Easyshade[®] Advance 4.0 demostró ser superior en precisión. Tsiliagkou *et al.*³⁶ el 2016, compararon tres dispositivos para medir el color, entre ellos VITA Easyshade[®] Advance 4.0 (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemania); SpectroShade[™] (MHT Optic Research AG, Zurich, Suiza) y ShadeVision[®] System (X-Rite, Grand Rapids, EE.UU) reportando que bajo condiciones estandarizadas la precisión de los tres dispositivos fue muy buena, sin embargo en condiciones de mano alzada, el SpectroShade[™] fue el más confiable, lo que confirma nuevamente la validez interna de la investigación puesto que la toma de color en el estudio que realizamos, se ejecutó bajo parámetros de estandarización como el uso de un fondo blanco para la medida de color entre otras indicaciones

sugeridas por la Comisión internacional de iluminación, la confección de dos soportes, uno para la punta de medición del espectrofotómetro y otro para el cuerpo del equipo, lo que aseguró la estandarización al momento del registro de color, eliminando cualquier variación por factor humano al momento de la medición.

A pesar que los instrumentos son específicos para detectar pequeñas variaciones de color, el parámetro de aceptabilidad clínica reportado por Vichi *et al*, Ruyter *et al*, Dozic *et al* ⁴⁰⁻⁴² determinaron que valores de $\Delta E < 1$ unidad son indetectables por el ojo humano, valores de ΔE entre 1 y 3.3 unidades son visibles únicamente por operadores calificados, clínicamente aceptables y valores de $\Delta E > 3.3$ unidades, es visible por individuos no expertos, por lo tanto clínicamente inaceptable.

Con respecto a esta escala de aceptabilidad clínica, en el presente estudio ninguno de los grupos evaluados evidenció coincidencias de color clínicamente aceptables bajo el criterio estricto de una $\Delta E \leq 3.3$; por lo tanto es aceptable decir que los discos de cerámica de LS2 HO 1 de 1 y 1.5 mm de grosor de cerámica fueron incapaces de enmascarar los sustratos oscuros (pigmentado y metálico) evaluados a pesar de que su capacidad de enmascaramiento mejoró al incrementar el grosor de la cerámica.

Los resultados obtenidos permitirán a los clínicos y técnicos considerar que el color del sustrato ejerce un efecto importante en el resultado final de la restauración y que debido a que hay un vacío en la estandarización de la diversidad de los sustratos, deberán ser precavidos en la elección del material cerámico frente a un sustrato pigmentado y metálico.

Que la cerámica de LS2 HO 1 no enmascara necesariamente un sustrato oscuro de acuerdo a la escala de aceptabilidad clínica de Ruyter y otros investigadores, lo que constituye un gran aporte a la investigación.

VIII. CONCLUSIONES

1. El color final de una restauración cerámica de LS2 HO 1 poscementación *in vitro* de 1 y 1.5 mm se oscureció por el color del sustrato pigmentado (SP) y metálico (SM).
2. La diferencia entre la variación de color de los sustratos pigmentado (SP) y metálico (SM) no fue estadísticamente significativa.
3. La diferencia entre la variación de los grosores de cerámica de 1 y 1.5 mm no fue estadísticamente significativa.

IX. RECOMENDACIONES

Se recomienda en futuras investigaciones considerar una mayor gama de colores de sustratos y grosores de cerámica que simulen condiciones clínicas frecuentes de variaciones cromáticas.

X. REFERENCIAS

1. Moncada G, Angel P. Parámetros para la Evaluación de la Estética Dentaria Antero Superior. Rev. dent. Chile. 2008; 99:29-38.
2. Pascual A, Camps I. Odontología estética: Apreciación cromática en la clínica y el laboratorio. Med oral Patol Oral Cir Bucal. 2006; 11:363-8.
3. Goldstein R. Study of need for esthetic in dentistry. J Prosthet Dent. 1969; 21:589-98.
4. Addison O, Fleming G. The influence of cement lute, thermocycling and surface preparation on the strength of a porcelain laminate veneering material. Dent Master. 2004; 20:286-92.
5. Qualtrough A, Piddock V. Ceramics update. J Dent. 1997; 25: 91-5.
6. Peutzfeldt A. Indirect resin and ceramic systems. J Opdent. 2001; (6):153-76.
7. Mezzomo E, Makoto R. Rehabilitación Oral Contemporánea. São Paulo: Santos; 2010.
8. Suárez M, López J, Salido M, Serrano B. Coronas de recubrimiento totalmente cerámicas. Criterios de selección. REDOE. 1999; 11:249-58.
9. Espitia E. Opacidad, translucidez y fluorescencia del dióxido de zirconio monolítico modificado mediante la técnica de stains frente a una cerámica de disilicato de litio. [Tesis de Especialidad]. Bogotá D.C: Universidad Nacional de Colombia, 2014. 105 págs.
10. Setien V, Ro shan S, Nelson P. Clinical management of discolored teeth. Gen Dent 2008; 56:294-300.
11. Dozic A, Kleverlaan C, Meegdes M, Van der Zel J, Feilzer A. The influence of porcelain layer thickness on the final shade of ceramic restorations. J Prosthet Dent. 2003; 90: 563-70.

12. Shimada K, Nakazawa M, Kakehashi Y, Matsumura H. Influence of abutment material as the resultant color of heat-pressed lithium disilicate ceramics. *Dent Mater J* 2006; 25:20-25.
13. Ivoclar Vivadent AG, IPS e.max disilicato de litio: el futuro de la odontología totalmente cerámica. Amherst, NY: Ivoclar Vivadent; 2009. Disponible en <http://www.glidewell dental.com/downloads/dentist/services/e.max-lithium-disilicate-scientific.pdf>. Consultado el 19 de marzo de 2015.
14. Baratieri N. Estética: restauraciones adhesivas directas en dientes anteriores fracturados. 1era ed. São Paulo: Santos; 1995.
15. Chu S, Devegus A, Pavarina R, Mieleszko A. Fundamentos del color. 2da ed. São Paulo: Quintessence; 2012.
16. Mejía A, Ballinas A, Ledesma C. Algunos aspectos que influyen para igualar el color dental. *Rev. ADM.* 2009; 65 (3): 44-9.
17. Son H, Kim W, Jun S, Kim Y, Ju S, Ahn J. Influence of dentin porcelain thickness on layere all-ceramic restoration color. *J Dent.* 2010; 38: 71-77.
18. Alghazzawi T, Lemos J, Liu P, Essing M, Janowsky G. Evaluation of the optical properties of CAD-CAM generated tri-stabilized zirconia ang glass-ceramic laminate veneers. *J Prosthetic Dent.* 2012; 107: 300-8.
19. Vichi A, Ferrari M, Davidson C. Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts. *J Prosthet Dent.* 2000; 83: 412-17.
20. Azer S, Rosenstiel S, Seghi R, Johnston W. Effect of substrate shades on the color of ceramic laminate veneers. *J Prosthet Dent* 2011; 106:179-83.
21. Aigahtani M, Aijurais R, Aishaafi M. The effects of different shades of resin luting cemento in the color of ceramic veneers. *Dent Mater J.* 2012; 31(3): 354-61.

22. Ozturk E, Chiang Y, Coşgun E, Bolay Ş, Hickel R, Ilie N. Effect of resin shades on opacity of ceramic veneers and polymerization efficiency through ceramics J Dent 2013; 41:8-14.
23. Turgut S, Bagis B. Effect of resin cement and ceramic thickness o final color of laminate veneers: An in vitro study. J Prosthet Dent. 2013; 109:179-86.
24. Chen X, Hong G, Xing W, Wang Y. The influence of resin cements on the final color of ceramic veneers. J Prosthodont Res 2015; 271:1-6.
25. Suryakant A, Kale Y, Puskate S, Bijjaragi S, Puskate B. Spectrophotometric study of the effect of luting agents on the resultant shade of ceramic veneers: An invitro study. J Clin Diagn Res. 2015; 9(9): 56-60.
26. Shono N, Nahedh H. Contrast ratio and masking ability of three ceramic veneering materials. Oper Dent. 2012; 37(4): 406-16.
27. Begum Z, Chheda P, Shruthi C, Sonika R. Effect of ceramic thickness and luting agent shade on the color masking ability of laminate veneers. J Indian Prosthodont Soc. 2014; 1:46-50.
28. Shadman N, Kandi S, Ebrahimi S, Shoul M. The minimum thickness of a multilayer porcelain restoration required for masking severe tooth discoloration. Dent Res J: 2015; 12: 562-8.
29. Pires L, Novais P, Araujo V, Pegoraro L. Effects of the type and thickness of ceramic, substrate, and cement on the optical color of a lithium disilicate ceramic. J Prosthet Dent. 2017; 117(1):144-9.
30. Bersezio C, Batista O, Vildósoloa P, Martin J, Fernández E, Angel P, Estay J, Corral C. Instrumentación para el registro del color en odontología. Revista Dental de Chile. 2014; 105 (1) 8-12.
31. Chu S, Trushkowsky R, Paravina R. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. J Dent. 2010; 38:12-16.

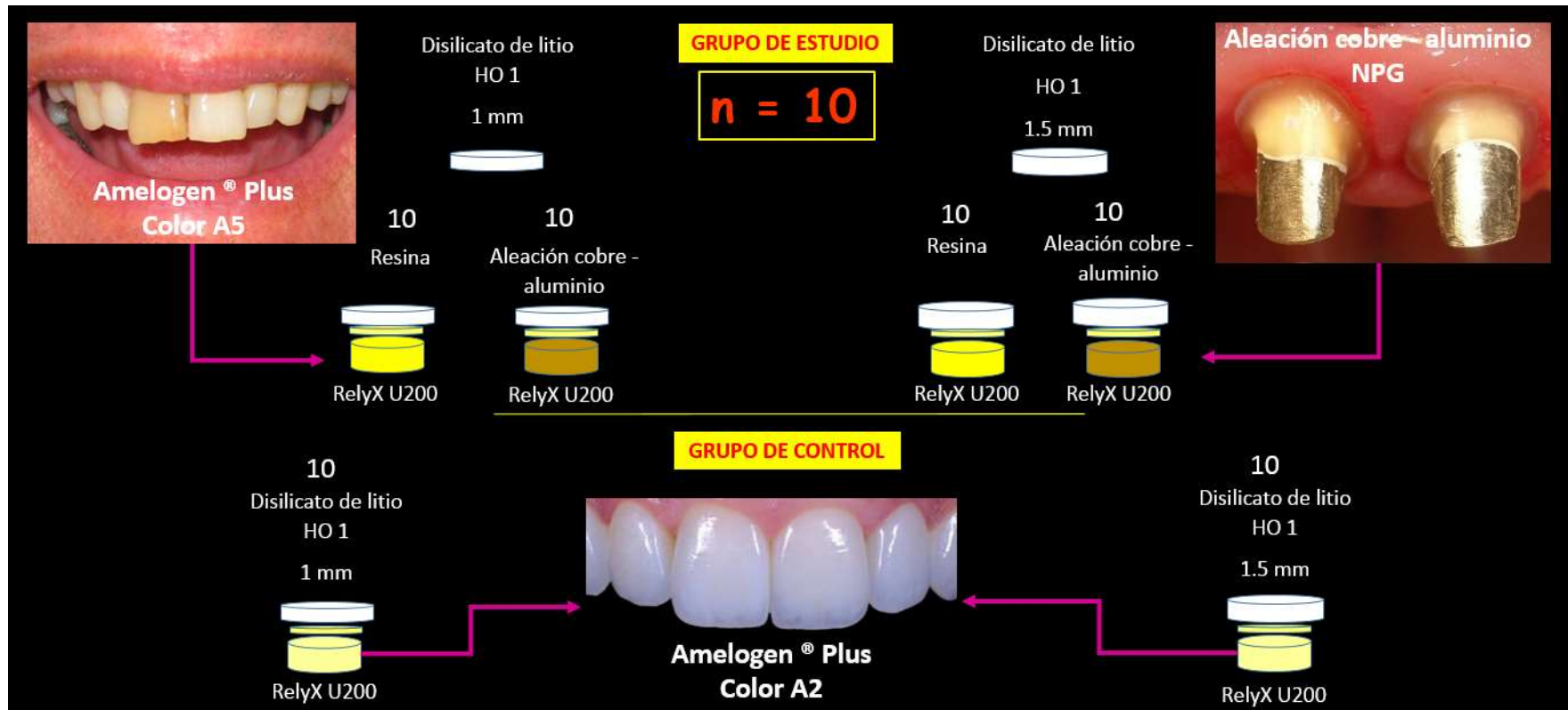
32. Bilmeyer F, Saltzman M. Principles of color technology. 2da ed. New York: John Wiley & Sons; 1981.
33. Van der Burgt T, Ten Bosch J, Borsboom P, Kortsmid W. A Comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. *J Prosthet Dent* 1999; 63: 155-62.
34. Dozic A, Kleeverlaan C, Zohairy A, Feilzer A, Khashayar G. Performance of five commercially available tooth color-measuring devices. *J Prosthodont* 2007; 16: 93–100.
35. Zenthofer A, Cabrera T, Corcodel N, Rammelsberg P, Hassel A. Comparison of the Easyshade Compact and Advance in vitro and in vivo. *Clin Oral Investig*. 2014; 18:1473–9.
36. Tsiliagkou A, Diamantopoulou S, Papazoglou E, Kakaboura A. Evaluation of reliability and validity of three dental color-matching devices. *Int J Esthet Dent*. 2016; 11(1):110-24.
37. Pascual A, Camps Isabel. Odontología estética: Apreciación cromática en la clínica y el laboratorio. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2006; 11:E363-8.
38. International Commission on illumination. Colorimetry: Official recommendations of the International Commission on Illumination, Publication CIE N° 15.3. Paris: Bureau Central de la CIE; 2004.
39. Diccionario Enciclopédico Vol. 1. © 2009 Larousse Editorial, S.L.
40. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. *Dent Mater* 2004;20:530-4.

41. Ruyter IE, Nilner K, Moller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dent Mater* 1987;3:246-51.
42. Dozic A, Voit NF, Zwartser R, Khashayar G, Aartman I. Color coverage of a newly developed system for color determination and reproduction in dentistry. *J Dent* 2010; 38(2):50-6.
43. Heffernan M, Aquilino S, Diaz A, Haselton D, Stanford C, Vargas M. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part I: core materials. *J Prosthet Dent*. 2002; 88(1):4-9.
44. Heffernan M, Aquilino S, Diaz A, Haselton D, Stanford C, Vargas M. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part II: core and veneer materials. *J Prosthet Dent*. 2002; 88(1):10-5.

ANEXOS

ANEXO 1

Distribución de los grupos de estudio



ANEXO 2

Calculo del tamaño de muestra

COMPARACIÓN DE DOS MEDIAS

(Se pretende comparar si las medias son diferentes)

	Indique número del tipo de test
Tipo de test (unilateral o bilateral)	1 UNILATERAL
Nivel de confianza o seguridad (1- α)	95%
Poder estadístico	95%
Precisión (d) (Valor mínimo de la diferencia que se desea detectar, datos cuantitativos)	2,00
Varianza (S^2) (De la variable cuantitativa que tiene el grupo control o de referencia)	1,27
TAMAÑO MUESTRAL (n)	7

EL TAMAÑO MUESTRAL AJUSTADO A PÉRDIDAS

Proporcion esperada de pérdidas (R)	15%
MUESTRA AJUSTADA A LAS PÉRDIDAS	8

ANEXO 3

Cuadro de Operacionalización de Variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo	Escala de medición	Indicadores	Valores
Color	Impresión sensorial que produce la luz sobre cualquier objeto que puede captar el ojo	<p>L* Evalúa el nivel de luminosidad que varía de 0 (negro) a 100 (blanco)</p> <p>a* Varía de verde (negativo) al rojo (positivo)</p> <p>b* Varía de azul (negativo) al amarillo (positivo)</p>	Cuantitativa continua	Razón	$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$	$\Delta E: 0 - 100$
Sustrato	Estrato que subyace a otro y está en condiciones de ejercer algún tipo de influencia	Material de fondo sobre el que se cementa la cerámica	Cualitativa politómica	Nominal	Color estructural	<p>Resina Amelogen® Plus A2</p> <p>Resina Amelogen® Plus A5</p> <p>Aleación Cobre-Aluminio NPG</p>
Grosor	Espesor de un cuerpo sólido	Dimensión o anchura de la cerámica	Cualitativa dicotómica	Ordinal	Milímetros (mm)	<p>1 mm</p> <p>1.5 mm</p>

ANEXO 4

Secuencia de confección de discos cerámicos



Fig 1. Colocación del jito de cera.



Fig. 2. Preparación del material de revestimiento.



Fig 3. Fraguado del material de revestimiento.



Fig. 4. Cilindro dentro del horno de precalentamiento.



Fig. 5. Colocación de la pastilla en cilindro de revestimiento.



Fig 6. Cilindro dentro del horno de inyección.



Fig. 7. Eliminación del revestimiento a 4 Bar.



Fig. 8. Eliminación de la capa de reacción.



Fig. 9. Discos de LS2 de HO1 de 1 y 1.5 mm.

ANEXO 5

Confección de sustratos: claro, pigmentado y metálico



RESINA Amelogen® Plus
(Ultradent Products, South Jordan,
EE.UU.) Color A2/A5.



Lámpara Demi Plus 230 V
(Kerr, Orange, EE.UU.).



Matriz Metálica y Sustratos
claro y oscuro.



Papel grit (ASALITE, Lima, Perú)
según el tamaño de grano: P360 A,
P600 A



Limpiador ultrasonido modelo
VITASONIC II (Vita Zahnfabrik,
Bad Säckingen, Alemania) x



Secado de la superficie de
sustratos de resina



Colocación de jitos de
cera



Discos de acrílico en el
cilindro de revestimiento



Discos colados en NPG™

Confección de sustratos: claro, pigmentado y metálico



ANEXO 6

Confección del instrumento de cementación

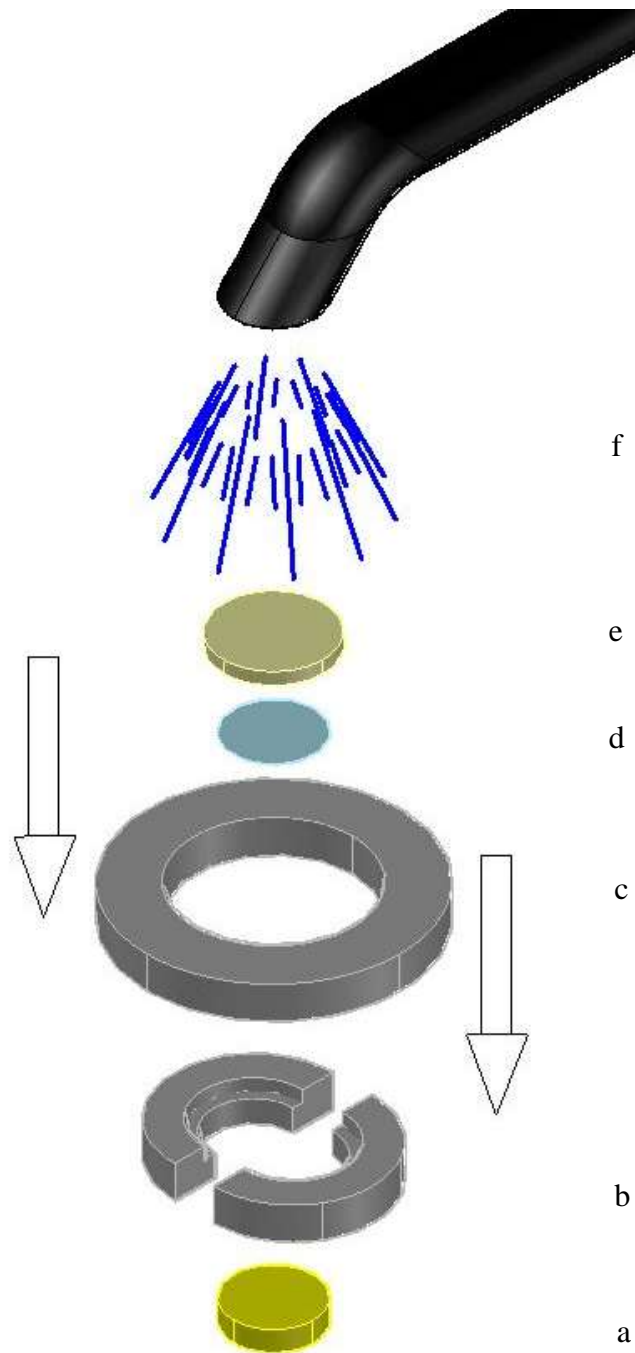


Figura 1. Matriz metálica a. Sustrato, b. Matriz bipartida, c. Aro de contención de matriz bipartida, d. Agente de cementación, e. Disco de cerámica LS2 HO 1, f. Fuente de luz

ANEXO 7
Protocolo de cementación



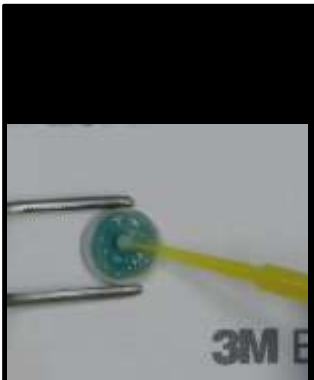
Ácido fluorhídrico al 10%
(Angelus, Londrina, Brasil) x 20 s.



Lavar x 30 s, secar aire en
dos intervalos de 5 s.



Ácido fosfórico al 37% Condac 37
(FGM, Joinville, Brasil).



Eliminación de la capa
de reacción



Secado de la superficie
/2 intervalos de 5 s.



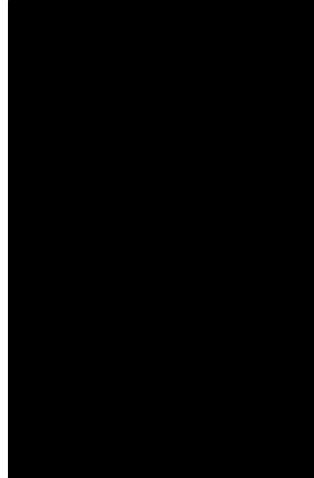
Silano (Angelus, Londrina,
Brasil) x 60 s.

ANEXO 8

Registro de color



Soporte para pieza Easyshade® Advance 4.0 (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemania).



Verificación de angulación de 90° con disco de cerámica



Calibración del equipo



Posicionamiento del soporte para la punta de medición



Registro de color en las coordenadas L*a*b*



Almacenamiento de los especímenes