



FACULTAD DE POSGRADOS

“COMPARACIÓN DEL COLOR DESPUÉS DE LA CEMENTACIÓN DE
CARILLAS CERÁMICAS CON TRES TIPOS DE MATERIALES DE
CEMENTACIÓN.”

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Especialista Médico en Rehabilitación
Oral

Profesor Guía
Dra. María Elena Flores Araque.

Autor
Diego Xavier Schmiedl Manzano

Año
2017

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

María Elena Flores Araque
Especialista en Rehabilitación Oral
C.C. 1713622676

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

Virginia Magdalena Vizcarra Chiriboga
Especialista en Rehabilitación Oral
C.C. 1710896034

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

Diego Xavier Schmiedl Manzano
C.C. 1803585171

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a mi Lotita por permitirme cumplir una de mis anheladas metas.

A la Dra. María Elena Flores por su apoyo incondicional, tiempo y su contribución durante la elaboración de este proyecto de investigación.

A mi abuelita y mi hermano que siempre me brindaron sus buenos consejos.

A mis amigos que hicieron de esta una experiencia única

DEDICATORIA

A mis padres; Miguel y Patricia por su gran sacrificio y ser un gran ejemplo de esfuerzo y constancia.

A mí amada esposa María José, Matías y Valentina por ser el motor que mueve mi vida y por todo el sacrificio que hicieron para que esto sea una realidad

Este logro se los dedico

Los amo!

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es determinar el cambio de color de carillas cerámicas cementadas con un cemento dual, un cemento fotopolimerización y una resina fluida.

Materiales y métodos: se fabricaron 30 carillas de cerámica prensada de 0.5mm de grosor creadas mediante un bloque cerámico IPS Empress MT. Se utilizaron 30 premolares humanos los cuales fueron recolectados, preparados y divididos en tres grupos: grupo A (n=10 grupo dual), grupo B (n=10 grupo fotocurado), grupo C (n=10 grupo resina fluida). Las medidas de color fueron obtenidas con la ayuda de un espectrofotómetro antes de su preparación, después del cementado y luego de pasar por un acelerador de tiempo artificial. Se obtuvieron los valores en la escala cie Lab (L^* , a^* y b^*) y se calculó el cambio de color total (ΔE^*). Los valores obtenidos fueron sometidos a análisis estadístico, con una significancia de 0,05.

Resultados: dentro del umbral perceptible color $\Delta E > 3,3$ los tres sistemas de cementación son clínicamente aceptables debió a que presentan valores $\Delta E = 1,9 \pm 0,4$, $\Delta E = 1,7 \pm 0,5$ $\Delta E = 1,8 \pm 0,8$. Se determinó de acuerdo a la prueba de ANOVA que la energía inicial (indicador de color inicial) no fue estadísticamente significativa para los tres grupos ($p=0,163$), así como para la valoración final ($p=0,9$)

Palabras clave: Carillas cerámicas, color, cementos resinosos

ABSTRACT

The aim of this investigation is to determine the color change of the ceramic veneers with a dual cement, a light curing cement and a flowable resin.

Materials And Methods: 30 veneers of 0.5mm thick ceramic were created using an IPS Empress MT ceramic block. Thirty human premolars were collected, prepared and divided into three groups: group A (n = 10 dual group), group B (n = 10 photocured group), group C (n = 10 fluid resin group). The color measurements were obtained with the aid of a spectrophotometer before its preparation, after the cementation and after passing through an artificial time accelerator. The values on the Lab scale (L*, a* and b*) were obtained and the total color change (ΔE^*) was calculated. The values obtained were subjected to statistical analysis, with a significance of 0.05.

Results: within the perceivable color threshold $\Delta E > 3.3$ the three cementation systems are clinically acceptable due to their values $\Delta E = 1.9 \pm 0.4$, $\Delta E = 1.7 \pm 0.5$, $\Delta E = 1.8 \pm 0.8$. It was determined according to the ANOVA test that the initial energy (initial color indicator) was not statistically significant for the three groups ($p = 0.163$), as well as for the final assessment ($p = 0.9$)

Key words: Ceramic veneers, color, resin cements

ÍNDICE

1. JUSTIFICACIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. MARCO TEÓRICO	3
3.1. Color.....	3
3.2. Teoría tricromática.....	4
3.2.1. Color-luz.....	4
3.2.2. Color-pigmento.....	5
3.3 Percepción del color	5
3.4. La luz	6
3.5 Dimensión del color	8
3.5.1. Tono o matiz.	8
3.5.2. Chroma o saturación	8
3.5.3. Valor o luminosidad.....	9
3.6. Propiedades ópticas de los dientes	10
3.6.1. Fluorescencia	10
3.6.2. Translucidez.....	10
3.6.3. Opalescencia	11
3.6.4. Contraste y deslumbramiento	11
3.6.5. Metamerismo	12
3.7. Métodos para determinar el color	12
3.7.1. Método subjetivo	13
3.7.2. Métodos objetivos	15
3.8 Cerámicas.....	16
3.8.1. Clasificación de las cerámicas	18
3.9. Cementos de resina	24
3.9.1 Composición Química	25
3.9.2. Clasificación	25

4. OBJETIVOS	28
4.1 Objetivo general	28
4.2 Objetivos específicos	28
5. HIPÓTESIS	28
5.1 Hipótesis alternativa	28
5.2 Hipótesis nula.....	29
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
6.1 Tipo de estudio	29
6.2 Universo de la muestra.....	29
6.3 Muestra.....	29
6.5 Criterios de inclusión	29
6.6 Criterios de exclusión.....	29
6.7 Descripción del método	30
6.7.1 Recolección y limpieza de las muestras.....	30
6.7.2 Preparación de las muestras para la experimentación.....	31
6.7.3 Fabricación de las carillas cerámicas.....	33
6.7.4 Cementación de las carillas cerámicas	35
7. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	41
7.1 Variable dependiente	41
7.2 Variable Independiente:.....	41
7.3 Operacionalización de variables.....	42
8. RESULTADOS.....	43
9. DISCUSIÓN	50
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
10.1 Conclusiones	54
10.2 Recomendaciones.....	54

REFERENCIAS	55
ANEXOS	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Muestras almacenadas en suero fisiológico.....	30
Figura 2. Muestras en bloques de acrílico.....	31
Figura 3. 1er toma de color del substrato con el espectrofotómetro Vita easyshade	31
Figura 4. Matriz de silicona con medida	32
Figura 5. Desgaste de las piezas dentarias controlando profundidad	32
Figura 6. Encerado para carillas.....	33
Figura 7. Encerado para la fabricación de una carilla cerámica	33
Figura 8. Inyección del disco de cerámica	34
Figura 9. Pulido y control de las carillas cerámicas.....	34
Figura 10. Acondicionamiento ácido en la superficie durante 30 segundos.	35
Figura 11. Aplicación de adhesivo en toda la superficie.....	36
Figura 12. Aplicación de ácido hidrofúorhídrico 9% en la carilla.....	36
Figura 13. Lavado con abundante agua.....	36
Figura 14. Aplicación de silano por un minuto.....	37
Figura 15. Cementación de la carilla con cemento dual.....	38
Figura 16. Cementación del disco con cemento de fotopolimerización	39
Figura 17. Cementación de los discos con resina fluida	39
Figura 18. Muestras llevadas a la termocicladora	40
Figura 19. Espacio de color (3d) por grupo y momento de valoración.	44
Figura 20. Color (clásico) por grupo y momento de valoración	45
Figura 21. Estadísticos descriptivos para la variación de energía inicial (δe) ...	46
Figura 22. Estadísticos descriptivos para la variación de energía post cementación (δe)	47
Figura 23. Estadísticos descriptivos para la variación de energía post envejecimiento (δe).....	48
Figura 24. Energía por grupo y momento de evaluación.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de variables	42
Tabla 2. Espacio de color (3d) por grupo y momento de valoración.	43
Tabla 3. Color (clásico) por grupo y momento de valoración	44
Tabla 4. Test de normalidad.....	45
Tabla 5. Estadísticos descriptivos para la variación de energía inicial (δe).....	46
Tabla 6. Estadísticos descriptivos para la variación de energía post cementación (δe).....	47
Tabla 7. Estadísticos descriptivos para la variación de energía post envejecimiento (δe)	48
Tabla 8. Media y ds para δe	49

1. JUSTIFICACIÓN

Las carillas de cerámica se han desarrollado con el fin de mejorar el tamaño, la forma y el color de las piezas dentarias, siendo estas las de primera elección de debido a las propiedades ópticas y mecánicas que estas presentan. Hoy en día gracias a la odontología mínimamente invasiva, se han descrito preparaciones con un desgaste de tejido dentario mínimo, sin embargo, debido espesor mínimo de estas, se pueden ocasionar cambios en la coloración debido a las aminas terciarias presentes en algunos agentes cementantes afectando a la restauración final. (JPD, 2011)

Uno de los problemas de este cambio de coloración ha sido atribuido al tipo de cemento utilizado en el proceso de cementación. Se ha demostrado que los cementos duales por tener amidas terciarias son los que menos propiedades ópticas han demostrado (ACP, 2014).

A pesar de esto, en una investigación realizada se demostró que el cemento Variolink II a pesar de ser un cemento de fraguado dual, presenta mayor estabilidad del color cuando fue comparado con otros cementos del mismo, sin embargo, se pudo apreciar un mínimo cambio de color de la carilla (JPD, 2015).

En virtud de esto, las casas fabricantes han desarrollado nuevos cementos de resina, los cuales tienen como indicación, la cementación de carillas o laminados cerámicos asegurando una estabilidad en el color.

Por lo tanto, esta investigación está encaminada a buscar que material presenta más estabilidad óptica después de su cementación, sometidas a un proceso de envejecimiento.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde hace varios años la estética dental ha sido una de las expectativas más exigidas por parte de los pacientes. En virtud de estas exigencias se han desarrollado técnicas y procedimientos basados en una odontología mínimamente invasiva, como las carillas dentales, así como materiales restauradores que tratan de reproducir con exactitud a los tejidos dentarios.

Las carillas de porcelana, no son un tratamiento nuevo, años atrás fue cuando se propuso una técnica para mejorar los dientes mediante carillas de porcelana a los actores de Hollywood y estas estaban retenidas en la superficie dentaria mediante un adhesivo para dentaduras completas (IJIR, 2017).

Al ser restauraciones mínimamente invasivas diseño de la preparación debe preservar la mayor cantidad de esmalte posible que debe encontrarse en un 50 a 70%, con el fin de ser conservadores y que la adhesión al sustrato dentario sea la mejor (JDR, 2000).

Generalmente el espesor que tienen estas restauraciones oscila entre 0.3 a 1.5mm, sin embargo, esto puede variar, dependiendo si los dientes presentan o no algún tipo de pigmentación, cuando la carilla tiene mayor espesor la transmisión de la luz es menor, mientras que cuando más fina es, existe mayor paso de luz, con lo que de acorde con el color cemento que está fijada, puede verse afectado color final de la restauración (JOD, 2010).

Existen varios factores que determinan el éxito de estos procedimientos estéticos y sin duda uno de los más importantes es la adhesión de la restauración a la estructura dentaria, por medio de un agente cementante, sin embargo, al tratarse de procedimientos que tratan de salvaguardar las estructuras dentarias muchas veces se limitan al esmalte por lo que si se realiza un protocolo adecuado se podría decir que la adhesión estará garantizada.

Desde hace algún tiempo ha existido mucha controversia sobre qué tipo de agente cementante utilizar en los protocolos adhesivos. En una investigación se ha demostrado que se puede utilizar resina compuesta como una alternativa para dicha cementación encontrando propiedades mecánicas similares a los cementos convencionales (ACP, 2012), sin embargo, es importante mencionar, que tanto las resinas compuestas o cementos resinosos presentan buenas propiedades ópticas que aumenten el éxito de una restauración indirecta de resina.

Las casas fabricantes han recomendado que sus cementos poseen propiedades ópticas buenas, por lo que lo recomiendan utilizar en varios procedimientos, sin embargo se ha demostrado que los cementos duales por presentar las aminas terciarias cambian de coloración de la carilla afectan a la restauración final, por lo que genera la discusión si utilizar un cemento de curado dual, de fotocurado químicamente activado, o una resina fluida y determinar cuál en conjunto con la restauración cerámica presenta más estabilidad óptica.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Color

El color sin duda se ha convertido en un gran desafío en odontología restauradora. En virtud de esta problemática se han desarrollado guías y escalas de colores para obtenerlo, sin embargo, estas no han sido fabricadas para que coincidan exactamente con el color de los dientes además de no haber coincidencia de color entre varias guías (Preston, 1985).

El color es una variable muy complicada de comprender debido a que se trata de fenómenos dado, por una parte, por las características de las ondas electromagnéticas y la percepción de cada observador. Sin embargo, se puede definir al color mediante el diccionario de la lengua española como la sensación

que se produce por los rayos lumínicos que estimulan a los ojos dependientes de la longitud de onda, transmitida y reflejada por un objeto.

La sensación cromática que posee una persona normalmente se basa en la recepción entre estímulo/receptor, donde la luz es la responsable del surgimiento del color prácticamente por dos estímulos: color-pigmento y color-luz.

3.2. Teoría tricromática

3.2.1. Color-luz

Para entender este estímulo, es primero necesario definir que es la luz. En el siglo XII la definían como lo que el ojo humano puede ver y es capaz de causar sensaciones visuales, sin embargo, es necesario recordar que esta es un fenómeno electromagnético que varía desde los rayos gama a ondas de radio, y solo las ondas electromagnéticas que están en una escala de 380 a 760nm son visibles al ojo humano. En base a lo mencionado con anterioridad podemos decir que el estímulo color-luz es un fenómeno electromagnético capaz de producir un efecto sobre las células especializadas del ojo humano, capaz de provocar reacciones fotoquímicas en la retina (Kina, 2008, p.p 233).

Dentro de este fenómeno color-luz tenemos a la luz blanca, la misma que al ser descompuesta presenta luces monocromáticas no descomponibles los cuales son el rojo, verde, azul (RGB). Estos tres colores se convierten ahora en los colores primarios, capaces de combinarse creando a los colores del espectro visible (Kina, 2008, p.p 233).

3.2.2. Color-pigmento

Se refiere a cualquier sustancia que debido a su naturaleza y composición va a absorber, refracta y refleja la luz, descompuesta o no.

Este fenómeno se origina al ocupar pigmentos donde el color final de una zona va a depender de la longitud de onda de la luz la misma que se refleja por los pigmentos del matiz de esta, por lo que los colores que resultan de una mezcla sustractiva son llamados colores pigmentos.

Estos colores se basan en la luz que se refleja de los matices aplicados a ciertas facetas. Formados por colores magenta, el cian y el amarillo como pigmentos primarios y que al mezclarlos producen el color negro (Kina, 2008, p.p 235).

3.3 Percepción del color

La percepción del color es una respuesta fisiológica a un estímulo. Esta respuesta está dada por una serie de células especializadas encontradas de la retina, en forma de conos y en forma de bastones. Los conos son los responsables de esta percepción, existiendo células conoides fotosensibles a la longitud de onda verde, roja, y azul.

El estudio de color fue muy amplio desde hace años por lo que se describió una fórmula en donde se "trata de representar de manera cuantitativa a la discrepancia de color utilizando un sistema desarrollado por la CIE de $L^* a^* b^*$, que se aproxima a distancias uniformes entre coordenadas de color, mientras que cubren en su totalidad el color visual, esto significa que L^* es el grado de luminosidad u oscuridad, a^* coordenadas entre verde o rojo y b^* coordenadas entre azul y amarillo"(JOD, 2014).

Los bastones únicamente poseen un tipo de pigmento fotosensible, siendo que su percepción sea acromática, sin embargo, su importancia radica a que estas nos dan la percepción del valor de las cosas (La Fuente, 2008).

La percepción del color se da por la penetración de espectro de la luz que ingresa al ojo estimulando a ciertos receptores que tiene la retina, información que es recibida por el cerebro a través del nervio óptico y en virtud de que son tres receptores los que involucran esta percepción el clínico podría determinar tres parámetros de color (Williamson, 1983). A más de la importancia anatómica e histológica de la retina, existen ciertas variables, para que la respuesta fisiológica de esta produzca una percepción cromática, dentro de las cuales tenemos a la luz, el objeto y el observador.

3.4. La luz

La luz del sol, por obvias razones, es considerada, como la mejor fuente lumínica, debido a su naturaleza por excelencia.

La radiación electromagnética puede describirse considerando un modelo crepuscular u ondulatorio. Esta radiación solar solo más del 50% es radiación visible, del resto, el 40% son rayos infrarrojos y solos el 10% es espectro ultravioleta (Lanata, 2008, pag.116).

En virtud de esto, el ojo humano las radiaciones electromagnéticas cuya longitud de onda se encuentra entre 380nm y 780nm, en donde este pequeño segmento de radiaciones se conoce como espectrovisible o luz visible (Scielo, 2008).

Este espectrovisible tiene un sin número de colores en donde el ojo humano es capaz de percibir hasta 10000 colores, en donde las combinaciones de todas estas producen la luz blanca (ACP, 2009).

La luz visible, como se mencionó con anterioridad tienen una longitud de onda corta o rayos de color azul (400nm) y rayos de onda larga con rayos de color rojo (700nm), por lo que la CIE recomendó el uso de iluminantes que describen la intensidad de una fuente de luz como su longitud de onda. Estos iluminantes D65 y D50 corresponden a la luz solar, especialmente a la luz de medio día (Joiner, 2004).

Los fotones de la fuente luminosa que interactúan con los objetos, donde esta puede ser absorbida o dispersada. La absorción depende de la longitud de onda en la región visible que se origina por la excitación de las transiciones electrónicas en las moléculas, aunque también es posible observar la absorción de longitud de onda dependiente y la dispersión a través de interacciones con las estructuras microscópicas, tales como el brillo iridiscente que se observa en películas delgadas de aceite en agua o en ciertas alas de mariposa (JOD, 2008).

En virtud de todo esto la intensidad lumínica para que el ojo humano perciba el color va a depender de la temperatura de la luz o temperatura cromática de esta. La temperatura que va entre los 5500K a 6500K, es considerada como neutra, percibida por el ojo humano como luz blanca y es la adecuada como fuente lumínica que debe utilizarse para realizar toma de color en odontología (Joiner, 2004).

Muchos de los inconvenientes que se presentan cuando se toma color es la iluminación presente para dicho procedimiento. Cuando hablamos de odontología restauradora la fuente lumínica y el material son importantísimos para determinar el color de dicha restauración. (Menciona que para que la luz pueda ser transmitida o reflejada va a depender del sitio en donde se encuentra el clínico, la fuente lumínica y el material.

(Sciolo, 2006) refieren que cuando necesitamos tomar color la fuente lumínica debe ser la que más se acerque al espectro lumínico solar, de ahí las recomendaciones sobre toma de color a ciertas horas del día, sin embargo,

muchas veces la toma de color puede no ser en el día, por lo que se han desarrollado lámparas artificiales que tratan de alcanzar este espectro.

3.5 Dimensión del color

Munsell fue quien describió al color basado en el tono, chroma, y valor ilustrándola los colores de manera tridimensional. (ACP, 2002).

Fue en 1931 cuando por primera vez, se sometió a un diente a medición de color y fue entonces donde se conoció la importancia de la dimensión del color. Por tanto, el color se lo podría afirmar como el conjunto del tono, chroma y valor

3.5.1. Tono o matiz.

Esta corresponde a la primera dimensión del color. Es la sensación por la cual observamos la longitud de onda de la luz cuando esta es reflejada en los objetos a la cual llamamos color. Por lo tanto, el tono es el atributo de un color que permite al clínico a distinguir entre las diferentes familias de color (JPD, 2006). No tiene un valor crítico debido a la gama de matices que presentan las piezas dentales es casi similar sin embargo la percepción del tono está influenciada por la fuente lumínica. En odontología las guías de colores tienen diferentes nombres, sin embargo, en la guía más utilizada que es la VITA los matices están representados por cuatro letras A, B, C, D correspondientes al marrón, amarillo, gris, rosa. En la escala de colores Chromascop existen 5 tonos que están descritos con valores numéricos 100, 200, 300, 400, 500 correspondientes al blanco, amarillo, naranja, gris, marrón (Clinicalkey, 2008).

3.5.2. Chroma o saturación

Es otra dimensión de color que indica el grado de saturación de un color, representando un grado de pureza de un determinado matiz (JPD, 2006).

En la escala de colores VITA encontramos que existen varios niveles de saturación los cuales están codificados por números, es decir, dentro del tono encontramos el número de saturación que va desde el A1 con menos saturación al A4 el más saturado. En la escala de colores del Chromascop, el croma lo encontramos con valores numéricos ascendentes siendo el 10 el menos saturado al 40 con más saturación. En el órgano dentario el nivel de saturación está determinado por el tipo de tejido, es decir, la dentina es más saturada, especialmente en el área cervical, mientras es más bajo a nivel incisal (JOD, 2014).

3.5.3. Valor o luminosidad

El valor, la última dimensión del diente, es una propiedad acromática que se refiere a la luminosidad de algún objeto, su proximidad al negro o proximidad al blanco (JPD, 2006).

La luminosidad se mide de manera de manera independiente del matiz del color, es decir, a mayor valor hay mayor cantidad de blanco y a menor valor, hay mayor cantidad de negro, de manera que hacia el blanco se encuentran los tintes y hacia el negro las sombras (Hoyos, 2009).

La guía VITA, viene ordenada en función del tono/chroma, mientras que la guía Chromascop, los valores que vienen en numeración del 10 al 40, no solo indican el aumento en el chroma, sino también la disminución del valor (Kina, 2008, pag, 344).

De la misma manera y como se mencionó con anterioridad acerca de las guías de color y como están pueden variar una con otras, esto se debe a que existe “inestabilidad en los colores de los polímeros dentales y del proceso de fabricación de ciertos materiales” (Johnston, 2009).

3.6. Propiedades ópticas de los dientes

Estos fenómenos ópticos pueden darse cuando la luz incide de cierta manera sobre los objetos produciendo al observador cierta percepción (Hoyos, 2009).

3.6.1. Fluorescencia

Es la propiedad de ciertos objetos que son capaces de reflejar luz visible cuando son sometidas a rayos ultravioleta. En el diente tanto la matriz orgánica del esmalte como la dentina son responsables de dicha fluorescencia, siendo más fluorescente la dentina debido a que contiene mayor cantidad de matriz orgánica (Inglese, 2014).

La luz ultravioleta al ser reflejada u absorbida en la estructura dentaria se transforma en rayos de longitud de onda larga, permitiendo que esta emita una luz con un rango de 400 a 450nm provocando un color entre blanco y azul (Hoyos, 2009).

Cuando se hace una corte transversal de un diente y se coloca bajo luz ultravioleta, varios elementos de la estructura se pueden observar, siendo más pronunciado en la zona correspondiente a la dentina debido a las razones antes mencionadas. Cuando realizamos unas restauraciones altamente estéticas, se debe utilizar varias capas cerámicas con diferentes grados de fluorescencia lo cual permitirá que esta sea mimetizada y comparada a la par con un diente natural (Inglese, 2014).

3.6.2. Translucidez

Denominada como la cuarta dimensión del color, podría decirse como una zona intermedia entre el opaco y el transparente. El alto contenido de materia inorgánica presente en el esmalte le confiere esta propiedad, por lo que realmente el color del diente esta propiciado por la dentina, sin embargo, las

zonas en donde se encuentra mayor concentración de esmalte se vuelven casi opacas la luz reflejadas en estas hacen que se vuelvan de color azulado o grisáceo (Inglese, 2014).

Cuando se realizan restauraciones principalmente en los incisivos es necesario escoger el tipo de polvo para realizar una estratificación y obtener una restauración predecible. Gracias a esta propiedad y con la transmisión de la luz junto a las estructuras dentarias, ocurren otros fenómenos ópticos como la fluorescencia y opalescencia por la influencia del brillo y el color del diente (Inglese, 2014).

3.6.3. Opalescencia

Es un fenómeno de la dispersión de la luz que sucede cuando la luz atraviesa un cuerpo translucido como el esmalte donde las partículas menores a 400nm se disuelven o se dispersan. Cuando esta golpea a un objeto y rebota con una longitud de onda que varía entre los 380 a 400nm se produce una sensación de color azul sobre el objeto, sin embargo, cuando la longitud de onda es mayor y penetra el objeto se produce un color anaranjado a lo cual se denomina contraopalescencia (Inglese, 2014).

En los dientes las opalescencias dependen de la cantidad de esmalte libre de dentina, forma y número de mamelones, y translucidez dependiendo además del ángulo de reflexión y la distribución de los primos de hidroxiapatita del esmalte (Springerlink, 2010).

3.6.4. Contraste y deslumbramiento

El contraste se inicia por una diferencia entre el brillo o el color de un objeto y el fondo. Las formas de objetos con alto contraste son más fáciles de elegir que los objetos con bajo contraste, sin embargo, cuando el contraste excesivo provoca deslumbramiento. Este deslumbramiento se da cuando un objeto muy brillante

con varios colores se coloca sobre un fondo oscuro el cual provoca perturbación y puede interferir con la percepción, esto puede suceder cuando se realizan fotografías dentales con fondos oscuros, causa impacto, pero al mismo tiempo deslumbramiento por lo que iluminación hacia los dientes no debe ser significativamente más brillante que el entorno ambiental (JDMS, 2014).

3.6.5. Metamerismo

Este es un fenómeno que se produce cuando existe un cambio en el aspecto del color, es decir, al tener dos objetos del mismo color que cuando se los observa bajo cierta fuente lumínica se observan iguales, sin embargo, si cambiamos de fuente lumínica estos objetos parecen tener dos aspectos diferentes, algo muy común en la clínica cuando tomamos el color, por tanto, para realizar una buena toma de color es necesario observar bajo dos fuentes lumínicas de diferentes (Hoyos, 2009).

3.7. Métodos para determinar el color

La reproducción exacta para lograr una mimetización de una restauración en odontología estética es muy complicada debido a varios factores que pueden hacer un cambio de la percepción por parte del observador.

Existe una gran variedad de colorímetros disponibles en el mercado para la toma de color hechos para la fabricación de restauraciones cerámicas del mismo sistema, sin embargo, muchos profesionales utilizan guías de colores de una casa fabricante y un sistema de restauración diferente, lo cual puede afectar al color final de la restauración a más de otros factores como la visión humana, cantidad y fuente de iluminación y la cantidad de color que un diente puede tener (Preston, 1985).

En estudios como el de (JPD, 2006) demostraron que existe una variabilidad grande entre varias guías de colores lo cual es clínicamente inaceptable la cual

variaba de acuerdo al tipo de iluminación alrededor de la guía de color y tanto el chroma y el valor comparado entre dos guías no era igual.

Estos cambios pueden darse debido a que a pesar de que existen un sin número de colores de dientes en cada humano las guías de colores se han limitado, es decir en el caso de shofu únicamente utilizan 38 gamas de colores y más aún en el vita classic que utiliza solo 16 gamas de colores y es el más utilizado por dentistas y técnicos dentales (JOD, 2010).

3.7.1. Método subjetivo

3.7.1.1 Guías de color

Dentro de este método tenemos a los colorímetros, se dice que es subjetivo debido a que los dientes y la guía de color se ubican frente a una fuente lumínica bajo condiciones como luz, distancia experiencia, condiciones fisiológicas pueden causar efectos negativos o diversa percepción del color causando sesgos en esta (Joiner, 2004).

Cuando se usa una guía para la toma de color, se recomienda que el valor es lo primero a observarse, previo a esto hay que realizar una organización de la guía de colores, desde el más claro al más oscuro, después se toma en cuenta el chroma y el matiz. Para esto se ha descrito que el color básico del diente se encuentra en el tercio medio debido a la gama de color presentes tanto en el cervical como en incisal (Joiner, 2004).

3.7.1.1.1 Vita Lumin Vacuum

Sin duda este es el referente de las guías para la toma de color, fue introducido hace aproximadamente hace 50 años y su uso aún sigue latente. Esta guía está compuesta en 4 tonos determinados por una letra mayúscula: A (marrón-rojizo), B(amarillo-rojizo), C(gris), D(gris-rojizo) y cada uno tiene varios niveles de

cromatismo representado por numero arábigos, es decir: A1, A2, A3, A4, en donde A1 es la menos saturada y A4 la más saturado (Clinicalkey, 2008).

Para la determinación del color usando esta guía, la casa comercial ha recomendado reorganizar la guía como se mencionó con anterioridad, siendo entonces así la organización: B1, A1, B2, D2, A2, C1, C2, D4, D3, A3, B3, A3.5, B4, C3, A4, C4

3.7.1.1.2. Vitapan 3d- Master

Esta guía de colores fue desarrollada en 1998 con el fin de disminuir los problemas causados con el vita-classical. Esta guía de colores se divide en 6 series de fichas de acuerdo al valor, incluyendo bleaching, las cuales designan con una combinación de 3 letras y números (Clinicalkey, 2008).

Dentro de cada uno de los grupos, el orden de estos se basa de acuerdo al chroma en sentido vertical determinado por números: 1,1.5, 2, 2.5, 3 y el tono o matiz en sentido horizontal determinado por letras: L(amarillento), M(medio), R(rojizo), por ejemplo, cuando se determina el color de un diente 3M3, el primer 3 representa al valor, la letra M corresponde al matiz y el ultimo 3 representa a el chroma o saturación (Clinicalkey, 2008).

En varias investigaciones, cuando se comparó el Vita-Classic, con el Vitapan 3D Master, este permitía más exactitud a la hora de toma de color en profesionales con poca experiencia, debido a que permite entender de mejor manera el valor, el matiz y la saturación (JCD, 2006).

3.7.1.1.3. Chromascop

Es la guía de colores de la casa de Ivoclar Vivadent para sus sistemas cerámicos. Este está compuesto por 5 tonos que están descritos con valores

numéricos 100, 200, 300, 400, 500 correspondientes al blanco, amarillo, naranja, gris, marrón incluyendo al bleach (Clinicalkey, 2008).

Cada grupo posee cuatro tablillas en las cuales además presentan números ascendentes que van desde el 10 al 40 indicando el chroma, en esta guía de colores se elige primero el matiz y después se elige el chroma (Clinicalkey, 2008).

3.7.2. Métodos objetivos

3.7.2.1 espectrofotómetros

Los espectrofotómetros son considerados como los más fiables y exactos para la toma de color, estos aparatos permiten estimar el color de piezas vitales y no vitales midiendo la longitud de onda que se refleja o se transmite en la estructura dentaria y sus resultados son expresados en la escala CIE L*a*b* de Munsell (Joiner, 2004).

Estos espectrofotómetros contienen un medio de dispersión lumínica una fuente de radiación, un convertidor que puede transformar las mediciones espectrofotométricas en mediciones de color siendo una las principales ventajas de los espectrofotómetros y finalmente un medidor óptico y (Johnston, 2009).

Los datos espectrales de las superficies dentarias son introducidos y simbolizados como una curva lumínica la misma que pueden compararse con las curvas de lumínicas de las guías de color, con la finalidad de describir un color, por lo que estos equipos para medir color contienen una base de datos de los colores de las piezas dentales (Researchgate, 2014).

3.7.2.2 Colorímetros

Los colorímetros son aparatos de medición del color los cuales poseen filtros de color azul, rojo y verde, que se acercan a la función espectral del ojo humano y estos miden el color triestímulo X, Y, Z o en términos de la CIE, bajo principios de absorción lo que indica que, a mayor densidad, mayor absorción que definirá el color (Researchgate, 2014).

Este presenta unas puntas de posicionamiento, con una fuente de luz propia, lo que permite que se pueda realizar la medición en varias zonas del diente, en varias investigaciones se ha demostrado que los valores obtenidos con el colorímetro, comparado con un espectrofotómetro son buenos y confiables, además se han utilizado con éxito para investigaciones sobre productos blanqueadores (Douglas, 1997).

Las desventajas de los colorímetros, es que sus puntas posicionadoras están únicamente diseñadas para medir superficies planas y debido a la convexidad y microtextura de los dientes, puede dar lugar a fallos en la medición además pueden afectar al metamerismo de los objetos (Joiner, 2004).

3.8 Cerámicas

El uso de las cerámicas dentales viene desde la antigüedad en donde se consideraba a los dientes como salud y belleza, es entonces desde ahí que se busca un material para poder reemplazarlos o mejorar simplemente la estética Cuando las piezas dentales se perdían, se buscaba un reemplazo que presente “versatilidad mecánica y la estabilidad biológica” a lo cual se propusieron tres tipos de materiales para reemplazarlos los cuales eran dientes humanos, dientes de animales o dientes minerales hechos en porcelana (JPD, 1996).

Después de varias décadas se logró desarrollar las porcelanas dentales feldespáticas “a partir de a partir de formulaciones europeas triaxiales de línea

blanca que contenía arcilla de cuarzo y feldespato. Con varias investigaciones los europeos lograron desarrollar una cerámica feldespática translúcida eliminando el óxido de calcio durante su fundición (JPD, 1996).

En virtud de esto fue entonces que en 1974 un farmacéutico Alexander Dechateau fabrica la primera prótesis de porcelana exitosa sin embargo su asociación de un dentista francés Dobois de Chemant mejoran significativamente las fórmulas para la elaboración de las porcelanas dentales (JPR, 2014).

Ya en el siglo XX, Charles H. Land fabricó la primera corona completa de porcelana utilizando feldespato, pero debido a su fragilidad esta se la usaba únicamente en sectores anteriores (JPD, 1996). A pesar de este desarrollo de las cerámicas, estas estéticamente eran muy opacas por lo que no se mimetizaban con los dientes adyacentes por lo que Widman en proponer nuevas formulaciones en base a de feldespato, de caolín, silicato de potasio y bórax deshidratado (Researchgate,1999).

Ya en años posteriores hacia 1925 y en vista de la necesidad de mejorar la estética se desarrollan las porcelanas de fusión alta donde Jan Adriaansen introduce la aplicación de la cerámica en polvo y colocada a través de un pincel, entonces aparece el proceso de sinterización, es decir colocaban masas cerámicas y se aplicaban a diferentes temperaturas creando capas de varios colores hasta llegar a la translucidez (Researchgate,1999).

Para conseguir esta translucidez es importante mencionar que tanto el tamaño de la partícula de la cerámica, así como del tamaño de la burbuja de aire van a tener mucha influencia en la translucidez de la restauración, es decir se empezó a utilizar una cerámica la cual poseía grandes espacios intersticiales y al momento de la cocción de la cerámica las burbujas de aire eran atrapadas, aumentando la translucidez de la cerámica y aumentando la estética de la restauración (McLean, 2001).

En virtud de estas investigaciones la cerámica empezó a fabricar en finos polvos lo cual facilitaba a los técnicos dentales fabricar coronas imperceptibles mediante varias técnicas de fabricación para observar la formación del color de la corona internamente de esta manera “tanto dentistas y técnicos llegaron a ser más conscientes de la importancia estética de transmisión de la luz, los cambios en los índices de refracción y reflexión de porcelanas opacas” (McLean, 2001).

A pesar de que las cerámicas iban evolucionando y mejorando la estética de la restauración final, sin embargo, estas eran muy frágiles y podían fracturarse con facilidad ante fuerzas de tensión. Las coronas metal/cerámicas poseen buena resistencia debido a las propiedades mecánicas que posee el metal, pero puede comprometerse la estética. En virtud de esto y las necesidades de mejorar la estética se añadió un refuerzo en la estructura vítrea de tal manera que se empezó a confeccionar estructuras de cerámica reforzada (JOD, 1997).

Uno de estos refuerzos fue la alúmina la cual fue introducida a la cerámica feldespática la misma que va “aumentar la resistencia a la flexión y mejora la resistencia de la restauración final de cerámica final” (Researchgate, 1999).

De esa manera el esfuerzo por mejorar las propiedades ópticas, mecánicas y funcionales han ido mejorando, así como su fabricación sin embargo este progreso no terminaría ahí.

3.8.1. Clasificación de las cerámicas

Existen varias clasificaciones de las cerámicas las mismas que pueden clasificarse de acuerdo a su composición química, temperatura de fusión, forma de procesado.

De acuerdo a su composición química las cerámicas se clasifican en:

Cerámicas feldespáticas

Cerámicas aluminosas

Cerámicas circoniosas (Scielo, 2003).

3.8.1.1 Cerámicas Feldespáticas.

Fueron de las primeras cerámicas dentales en aparecer, debido a su composición de cuarzo caolín y feldespato, como la búsqueda de la estética fue uno de los principales problemas la restauras estas fórmulas fueron modificadas dispersando las moléculas de cuarzo, disminuyendo el caolín. Cuando el feldespato se descomponen lo hace en vidrio lo cual hace que presente excelentes propiedades ópticas principalmente translucidez (Sciolo, 2003).

Las cerámicas feldespáticas al ver que eran muy estéticas, se utilizaban únicamente en sitios donde no necesitaba recibir cargas masticatorias debido a que podían fracturarse (McLean, 2001). En vista del problema decidieron añadir al feldespato cristales de leucita.

La incorporación de leucita fue descrita por Wohlwend y Scharer. Para la fabricación de coronas bajo este sistema se necesita realizar la técnica de la cera perdida y donde fue indicado restauraciones como inlays, onlays, overlays, vellers o coronas (JOD, 1997).

“La perfecta distribución de los cristales de leucita dentro de la matriz de vidrio, observable durante la fase de enfriamiento y después del prensado, contribuye a incrementar la resistencia del material sin disminuir significativamente su translucidez” (Sciolo, 2003).

Otro material para utilizado para reforzar el feldespato es el óxido de litio. Cuando se añaden estas partículas de óxido de litio hacen que la estructura feldespática aumente su resistencia flexional hasta los 450 Mpa debido a como se ubican los cristales y como estos aumentan de tamaño durante la fase de elaboración o prensado dando como resultado una cerámica muy resistente utilizada para la fabricación del coping interno de una restauración (Sciolo, 1999).

3.8.1.1.1 Características

Debido a su propiedad óptica las cerámicas feldespáticas han sido utilizadas para realizar procedimientos restauradores estéticos (JOD, 2000). Sin embargo, es necesario conocer las propiedades de este tipo de cerámica.

Las restauraciones feldespáticas (carillas) se fabrican aplicando por capas el dióxido de sílice con base vitria que además contienen pequeñas cantidades de alúmina (McLaren, 2009).

Generalmente este tipo de cerámicas estaban compuestas de cuarzo, caolín y feldespato, las cuales con el paso del tiempo se han ido modificando hasta conseguir las cerámicas feldespáticas. Estos elementos proporcionan ciertas características. El cuarzo esta presenta en la fase cristalina, el caolín le da plasticidad y permite la manipulación cuando está aún no está cocida (SciELO, 2007).

Debido a que sus propiedades ópticas son excelentes, son utilizadas únicamente cuando son aplicadas sobre estructuras internas, debido a que su resistencia oscilaba entre los 70 a 90 Mpa (McLaren, 2009).

En virtud de estas deficiencias, las casas fabricantes se encontraron con la necesidad de mejorar sus propiedades mecánicas, a lo cual, incorporaron a la masa cerámica, ciertos elementos como la leucita o disilicato de litio los cuales reforzarían a la matriz vítrea, mejorando así su resistencia, oscilando entre los 100 y los 300 Mpa (SciELO, 2007).

3.8.2.1 Cerámicas Aluminosas

Siendo la cerámica feldespática la cerámica más investiga fue entonces en 1965 cuando McLean y Hughes incorporan al feldespato óxido de aluminio con lo cual tuvieron que reducir la cantidad de moléculas de cuarzo teniendo como resultado

un resultado una un tipo de cerámica de estructura mixta que contenía alúmina y donde esta se encontraba suspendida de la matriz de esta material lo cual le confería grandes propiedades mecánicas y alta resistencia lo cual dio lugar a las coronas totalmente cerámicas (Scielo, 2003).

Sin embargo, al mejorar las propiedades mecánicas de la cerámica a la par se redujeron las propiedades ópticas de la misma, la alúmina es un material altamente opaco por lo que se las empezó a utilizar únicamente para la fabricación del casquete

Para la formación de esta estructura se la realiza aplicando un polvo de alumina sobre una matriz porosa del refractario para entrar al proceso de cocción para después infiltrarla con vidrio en otro proceso de cocción dando como resultado una estructura densa (Researchgate, 1997). Al obtener este núcleo cerámico fue llevado a varias investigaciones y donde (Quintpub, 1999) demuestran que estos tienen una resistencia flexural altísima, mayor a otras cerámicas por lo gracias a sus propiedades mecánicas, pero por la infiltración del vidrio en la segunda etapa se volvió un material antiestético por lo que se indicó su uso para la fabricación de estructuras internas dando lugar al nacimiento de la cerámica Inceram.

Este sistema es ideal para la fabricación de coronas unitarias o puentes fijos para reemplazar a un solo diente perdido, es decir únicamente reemplazar un pónico y es necesario que tenga ciertas características “pónicos de menos 4x 4mm” (Quintpub, 1999).

Con lo que en su estudio determino el éxito de coronas fábricas en base a este material y demostró que hubo un fallo de 61 coronas y 2 dos puentes fijos, por razones mecánicas y periodontales (Probster, 1993).

3.8.2.1.1 Características

Después de las necesidades por mejorar las propiedades mecánicas de las cerámicas, a lo cual se introdujeron cristales de alúmina para reforzar y mejorar la resistencia flexural de las cerámicas (Researchgate, 1997).

Nuevamente las formulas han sido modificadas y hoy en día disponemos de una estructura cerámica que contiene espinela sin embargo únicamente sus fabricantes poseen literatura sobre lo mencionado. Las coronas hechas a partir de un polvo de alta pureza de alúmina presentaron una bastante resistente incluso con una resistencia de 640Mpa (Researchgate, 1997).

Las alúminas tienen la característica especial debido a que su superficie contiene un óxido de aluminio lo que le confiere la propiedad de ser una cerámica ácido resistente, de este modo el ácido fluorhídrico no causa una superficie áspera causando menos flexión para el cemento de resina, sin embargo, la falta de tratamiento de la superficie de la cerámica puede resultar en una disminución de su uso cuando se realizan restauraciones libres de metal (Probster, 1993).

3.8.3.1 Cerámicas Circoniosas

Dentro de este grupo vamos a encontrar a la zirconia u óxido de zirconio, este material se ha descrito como uno de los ideales en cuanto a la resistencia a la fractura y al desgaste debido a que presenta una estructura muy densa y dura. Esta zirconia se puede obtener de la naturaleza a través del "mineral baddeleyite que es biocompatible y agradable con los tejidos. Dentro de sus propiedades podemos mencionar que por ser un material "muy duro este presenta una resistencia al ácido hidrofúorhídrico es de color blanco, pesado, inodoro, insípido y con un módulo de elasticidad similar a la alúmina" (Matinlinna, pp. 231)

Como se mencionó las propiedades que tiene son muy buenas, sin embargo, presenta también ciertas desventajas, es muy opaca se la utiliza únicamente como una estructura interna y además por ser cerámicas altamente cristalinas son ácido resistentes por lo cual su cementación adhesiva está contraindicada (Dema, 2010).

Las últimas investigaciones han demostrado recientemente, que circonia de partícula tetragonal refuerza la alúmina de forma significativa alcanzando valores de tensión mayor a la alúmina y la circonia confeccionadas de forma individual, presentan además propiedades mecánicas y químicas muy buenas lo que deja una puerta abierta a investigaciones sobre las estructuras a base de circonio (ACP, 2003)

3.8.3.1.1 Características

Una de las características de este material es su elevada firmeza debido a que su composición y estructura es cristalina y además este material posee un componente de refuerzo llamado transformación resistente que se caracteriza por el cambio de su fase cristalina, aumentando su volumen, la cual la vuelve estable y resistente cuando se trata de estrés mecánico confiriéndole una resistencia a la flexión de 1000 a 1500 Mpa y resistencia a fractura de 7 a 10 Mpa (SciELO, 2007).

Debido a las buenas propiedades mecánicas que este material presenta, este es una variante para la fabricación de estructuras internas en restauraciones como coronas simples, puentes o incluso carillas, sin embargo, debido a la gran cantidad de cristales que presenta en su matriz, la vuelven totalmente opaca por lo que se limita únicamente a núcleos internos sobre los cuales se utilizaría una cerámica vítrea con excelentes propiedades ópticas que permitan reproducir con exactitud la naturaleza (SciELO, 2007).

En estudios recientes se ha demostrado que es importante el tamaño del grano del óxido de circonio ya que esta es importante tanto en su estabilidad como en su resistencia. El grano del óxido de circonio puede variar su forma de acuerdo a proceso de fabricación, así como las condiciones de sinterización, con lo que si se expone a mucho tiempo o temperaturas muy altas durante la sinterización pueden causar granos muy grandes causando grietas en el material afectando a la resistencia flexural de esta (SciELO, 2007).

3.9. Cementos de resina

En cuanto a materiales dentales, estos han innovado de manera rápida y eficaz para conseguir un óptimo resultado al momento de utilizarlos en cualquier procedimiento clínico. Actualmente las compañías fabricantes de materiales se encuentran en una carrera tecnológica para tratar de crear materiales más sencillos de usar, más rápidos y que provean de un buen resultado ya sea a corto y largo plazo. Los cementos resinosos son excelentes materiales que facilitan el trabajo profesional brindando buenos resultados (La Fuente D. 2008). Con la evolución de los protocolos adhesivos, los cementos de resina han sido uno de los agentes de cementado más elegidos, el desarrollo de las resinas compuestas ha mejorado su composición para lograr una unión eficaz al esmalte y la dentina previa la aplicación de ácido y adhesivo, por lo que se puede concluir que los cementos resinosos son en esencia, composites fluidos de baja viscosidad. (ACP, 2000)

Se han realizado varios estudios donde se ha analizado la adhesión de estos cementos de resina a la estructura dental sin embargo a ser composites requieren de acondicionamiento de la estructura dentaria, junto con la aplicación de adhesivos (La Fuente, 2008).

Recientemente, aparecieron en el mercado una serie de cementos de resina con características diferentes a los convencionales. Cementos como el Multilink (Vivadent), MaxCem (Kerr) y Rely X Unicem (3M ESPE) han mejorado su

composición tradicional, siendo indicados para casi todos los mismos tratamientos que los cementos de resina convencional, pero que no requieren de aplicación de ácido y adhesivo, previa a la aplicación del cemento. El desarrollo de los sistemas autoadhesivos tiene como fin conseguir niveles de adhesión óptimos sin la necesidad de realizar técnica adhesiva, es decir utilizar únicamente los MDP presentes en el cemento (JPD, 2002).

Sin duda la parte adhesiva del cemento es fundamental para lograr el éxito de una restauración sin embargo las propiedades ópticas del cemento juegan un papel importante en la estabilidad final de la restauración (JOD, 2008)

3.9.1 Composición Química

El componente de la mayoría es igual o casi igual a los composites: están provistos de una matriz con relleno no inorgánico silinizado. El relleno es el mismo, esto es, las partículas de sílice o vidrio y/o la sílice coloidal que se emplea en las resinas de microrelleno.

El monómero adhesivo que se incorpora en el adhesivo dentinario y en el cemento incluye el HEMA, 4-META, y un organofosfato, como el ácido fosfórico 10-metacril oxadecametileno (MDP). Este sistema 4-META es un adhesivo líquido que adquiere una consistencia similar al cemento mediante la incorporación de perlas de polímero. No se necesita otro agente adhesivo por separado. La polimerización se puede conseguir a través de un sistema de fraguado química dual o mediante foto polimerización. Algunos sistemas que emplean ambos mecanismos se denominan sistemas de fraguado dual. (Lafuente, 2008).

3.9.2. Clasificación

Estos se clasifican por su adhesión, tamaño de partícula, y activación

3.9.2.1. Tamaño De Partícula

3.9.2.1.1 Micropartículas

Sus partículas inorgánicas presentan un promedio de 0.04um y su porcentaje es de aproximadamente el 50% de su volumen

3.9.2.1.2. Micro-híbridos

Son casi todos cementos de resina que se encuentran en el mercado, el tamaño de sus partículas inorgánicas de relleno es de 0.04um a 15um, las cuales esta incorporadas en un porcentaje aproximadas del 60 a 80% en volumen. (Henostroza, 2003, p. 264)

3.9.2.2 Adhesión

Con respecto a la adhesión a la dentina, el cemento de resina tiene un comportamiento similar a las resinas compuestas. El integrante monomérico de estos cementos es el mismo que el de las resinas por lo que se puede considerar como un irritante pulpar, por lo que cuando el espesor de la dentina remanente es muy delgado, es necesario aplicar una base o liner para evitar complicaciones (Toledano, 2003)

3.9.2.3 Por su Activación

3.9.2.3.1 Cementos Químicamente activados

Estos cementos resinosos vienen o se dispensan en dos componentes diferentes, polvo/liquido o en dos pastas. Estos componentes se combinan en durante 20 o 30 segundos. La retirada del exceso de cemento es difícil si dejamos que polimerice, por lo que se aconseja que se retire inmediatamente

después de que la prótesis está asentada. Este cemento es apropiado para todo tipo de prótesis (Toledano, 2003).

Si bien es cierto la activación química de este cemento no permite un tiempo de trabajo adecuado, sin embargo, la polimerización de este a pesar de no permitir un tiempo de trabajo adecuado, causa un excelente grado de conversión de los monómeros a polímeros, por lo que este tipo de cemento está indicado cuando se realizan restauración con pines de fibra intraconducto o cementación de coronas metálicas donde no se permita el paso de la luz. (JPD, 2003)

3.9.2.3.2 Cementos fotopolimerizables

Estos cementos a diferencia de los anteriores se dispensan en un solo mecanismo, al igual que las resinas compuestas. Tienen un amplio campo de aplicación, como en la cementación de prótesis delgadas de cerámica, prótesis de resina y la adhesión directa de los brackets de ortodoncia de metal o cerámica siempre que sea posible el paso de luz. El tiempo de exposición que se necesita para lograr el endurecimiento depende de la intensidad de la luz que atraviesa la restauración. (AJD, 2000).

Los cementos de resina activados por luz se han desarrollado para realizar la cementación adhesiva de cerámicas muy delgadas debido a sus propiedades ópticas y su gran estabilidad de color, por la falta de las aminas terciarias que provocan este cambio de color (JCD, 2002).

3.9.2.3.3 Fraguado dual

Estos cementos se comportan de la misma manera que los cementos activados químicamente. La reacción química que se produce al mezclarlos es lenta, proporcionando un tiempo de trabajo mayor durante el espatulado, hasta que se aplica luz en donde se endurece con rapidez. Debido a que el proceso químico continua, este cemento va obteniendo una mayor resistencia (Toledano, 2003).

Estos cementos de fraguado dual no se deben utilizarse en prótesis que se transmitan la luz con un grosor mayor a 2,5mm por encima de este grosor se deben emplear cementos de fraguado químico (AJD, 2000).

Los cementos de resina de activo dual a pesar de que tiene compromiso con la estabilidad de color de la restauración final, debido a las aminas aromáticas terciarias, puede presentar mayores propiedades físicas y mecánicas que un cemento activado por luz, además por ser activado también químicamente la fijación de la restauración puede ser mejor debido que el cemento se polimeriza en sitios donde no penetra la luz (JCD, 2002).

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Compara el cambio de color en carillas cerámicas cementadas con tres materiales de cementación.

4.2 Objetivos específicos

1. Evaluar el cambio de color de una carilla cerámica antes de su cementación.
2. Comparar el color del substrato dentinario antes de su preparación y cementación.
3. Determinar el cambio de color en carillas cerámica después de termociclar.

5. HIPÓTESIS

5.1 Hipótesis alternativa

Existe mayor variación de color de una carilla cerámica cementada con una resina fluida, cuando es comparada con un cemento de polimerización dual y uno de fotocurado.

5.2 Hipótesis nula

No existe variación de color de una carilla cerámica cementada con una resina fluida, comparada con un cemento de polimerización dual y uno de fotocurado.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Tipo de estudio

Este es un estudio in vitro de tipo experimental, descriptivo y observacional.

6.2 Universo de la muestra

Se utilizaron premolares humanos superiores e inferiores seleccionados aleatoriamente de acuerdo a criterios de exclusión y de inclusión.

6.3 Muestra

Para la realización de este estudio se requiere 30 premolares humanos sanos extraídos con indicación terapéutica.

6.5 Criterios de inclusión

Para seleccionar las muestras se incluyeron a todas las piezas dentarias libres de lesiones cariosas, fracturas o alguna otra lesión que comprometa el estudio, los premolares desgastados con presencia de dentina esclerótica o residuos de resina, que no permita valorar el color durante la investigación.

6.6 Criterios de exclusión

Se excluyeron todos los premolares con lesiones cariosas en sus caras libres, fracturas que comprometan la fase experimental, dientes con extensas

pigmentaciones que puedan comprometer los resultados, dientes con demasiada pérdida dentaria donde este contraindicada la realización de carillas cerámicas.

6.7 Descripción del método

6.7.1 Recolección y limpieza de las muestras

Las muestras fueron recolectadas de pacientes para tratamiento ortodóntico en donde está indicada la extracción de premolares superior o inferior, por medio de exodoncia simple, con técnica de sindesmotomía, con elevadores y fórceps. Cada diente extraído fue almacenado en un recipiente recolector de muestras con suero fisiológico a una temperatura de 4°C bajo refrigeración por un periodo de 24 horas. Se retiró los excesos de tejido blando con una cureta Grayce 13-14 y un bisturí #15. Cada pieza dentaria fue limpiada con suero fisiológico y polvo de piedra pómez con cepillo profiláctico a baja velocidad para después volver a ser almacenadas en suero fisiológico.



Figura 1. Muestras almacenadas en suero fisiológico

6.7.2 Preparación de las muestras para la experimentación

Antes de cada preparación, cada pieza dentaria fue colocada en un bloque de acrílico rápido transparente y rosado (VERACRYL- Colombia) con el fin de facilitar las preparaciones dentarias, posterior se realiza la medición de color de la pieza dentaria con un Espectrofotómetro VITA EASYSHADE (Vitazahn Fabrik- Alemania).



Figura 2. Muestras en bloques de acrílico



Figura 3. 1er toma de color del substrato con el espectrofotómetro Vita easyshade

Se preparó una matriz de silicona por condensación Zhermack (Zhermack Spa – Italy) para controlar el desgaste y se preparó superficie bucal 0,5mm con pieza de mano de alta velocidad NSK PAP-SU B2 (NSK –Japón) y buena refrigeración,

con una fresa de grano medio 848R (Jota Swiz made- Suiza), se controló el desgaste con una sonda periodontal North Carolina (Hiu-Friedy USA). Cada fresa fue cambiada cada tres muestras preparadas.

Una vez listas las muestras se volvieron almacenar en suero fisiológico a una temperatura de 4° C.

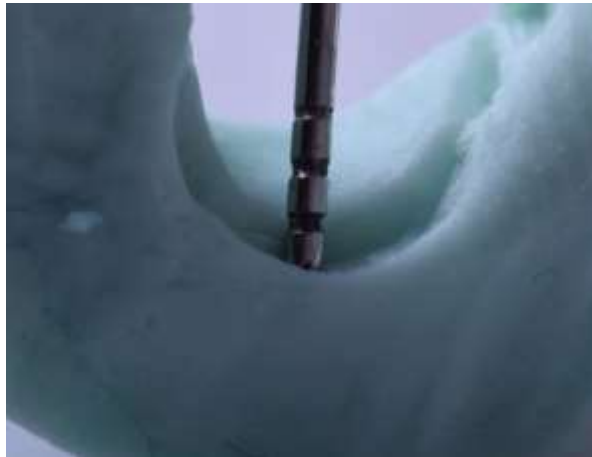


Figura 4. Matriz de silicona con medida



Figura 5. Desgaste de las piezas dentarias controlando profundidad

6.7.3 Fabricación de las carillas cerámicas

Directamente sobre las muestras del estudio se encero una carilla con cera para modelado amarilla (Yeti Dental Produkte, Engen, Germany).



Figura 6. Encerado para carillas



Figura 7. Encerado para la fabricación de una carilla cerámica

Se inyectó un bloque de cerámica (IPS Empress Esthetic, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), mediante técnica de cara perdida.



Figura 8. Inyección del disco de cerámica

Cada carilla cerámica fue pulida, calibrada mediante un calibrador electrónico (Mitutoyo Corporation, Tokyo, Japan) y adaptado en cada una de las muestras



Figura 9. Pulido y control de las carillas cerámicas

Las muestras fueran divididas en tres grupos:

Grupo I: premolares superiores e inferiores, preparado su superficie 0,5 mm manteniendo esmalte dentario, en donde se cementará una carilla cerámica con un cemento dual.

Grupo II: premolares superiores e inferiores, preparado su superficie 0,5mm manteniendo esmalte dentario, en donde se cementará una carilla cerámica con un cemento de fotocurado.

Grupo III: premolares superiores e inferiores, preparado su superficie 0,5mm manteniendo esmalte dentario, en donde se cementará una carilla cerámica con una resina fluida.

6.7.4 Cementación de las carillas cerámicas

Cada superficie vestibular de cada muestra fue lavada con polvo de piedra pómez y agua con un cepillo profiláctico y con un motor de baja velocidad. Cada superficie vestibular fue grabada durante 30 segundos con ácido ortofosfórico al 37% (FGM products – Brazil).



Figura 10. Acondicionamiento acido en la superficie durante 30 segundos.

Se lavó la superficie vestibular por 60 segundos con abundante agua y se secó con papel absorbente. Después de grabar la superficie se aplicó un adhesivo de fotocurado One Coat (FGM products – Brazil) con un microbrush en toda la superficie frotándolo durante 10 segundos, se aplica aire para volatilizar el vehículo y se aplica una segunda capa de adhesivo y se fotocuró por 20 segundos.

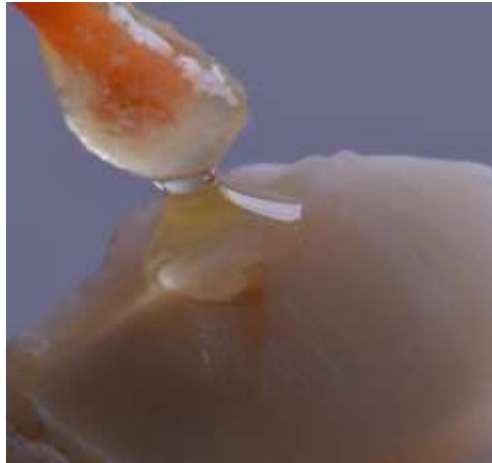


Figura 11. Aplicación de adhesivo en toda la superficie

Se aplicó ácido fluorhídrico al 9% Porcelain etching (Ultradent- USA) durante 20 segundos según indicación del fabricante, se lava durante 40 segundos con spray de agua y se seca, se aplica silano (MONOBOND, Ultradent- USA) durante un minuto.



Figura 12. Aplicación de ácido hidrofúorhídrico 9% en la carilla.



Figura 13. Lavado con abundante agua

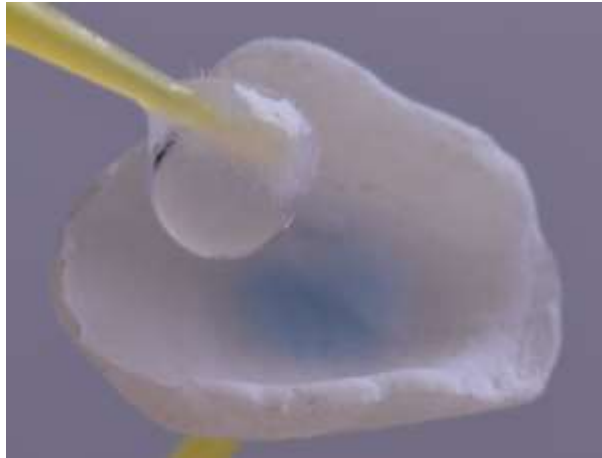
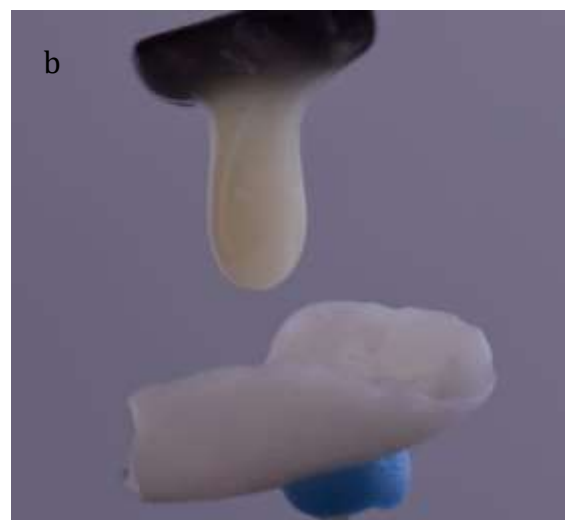
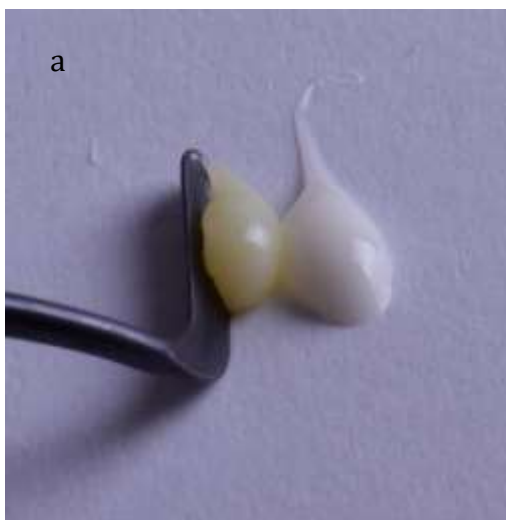


Figura 14. Aplicación de silano por un minuto

Grupo I.

Una vez preparadas tanto la superficie dentaria como la superficie de la restauración, se aplicó el cemento dual RelyX ultimate color translucido (3M ESPE – Germany) de acuerdo las instrucciones del fabricante, se colocó el cemento sobre la superficie de la restauración y se aplicó sobre la superficie dentaria, se eliminó excesos y se fotocuró durante 40 segundos (BLUEPHASE-Ivoclar Vivadent – Liechtenstein). Una vez terminada la cementación se toma el color con el espectrofotómetro VITA EASYSHADE (VitazahnFabrik- Alemania).



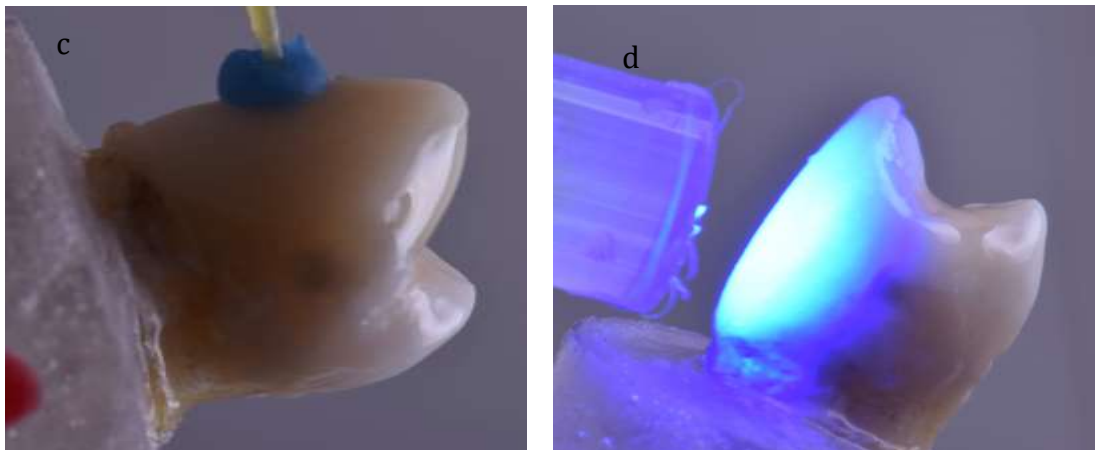
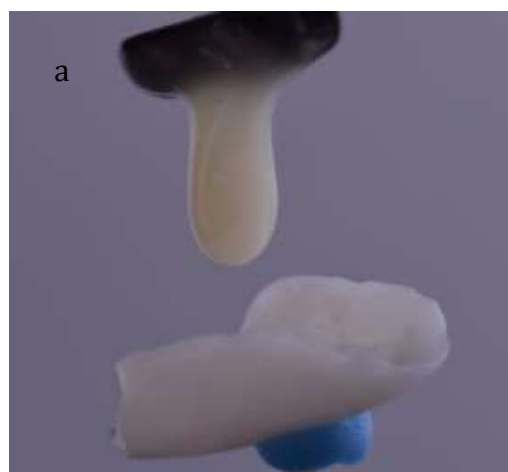


Figura 15. Cementación de la carilla con cemento dual

- a. Mezcla del cemento
- b. Aplicación del cemento en la carilla
- c. Colocación y eliminación de excesos
- d. Fotopolimerización

Grupo II.

Una vez preparadas tanto la superficie dentaria como la superficie de la restauración, se aplicó el cemento de fotocurado Relyx Veneer color translucido (3M ESPE-Germany) de acuerdo las instrucciones del fabricante, se colocó el cemento sobre la superficie de la restauración, se aplicó sobre la superficie dentaria, se eliminó excesos y se fotocuró durante 40 segundos (BLUEPHASE-Ivoclar Vivadent – Liechtenstein). Una vez terminada la cementación se toma el color con el espectrofotómetro VITA EASYSHADE (VitazahnFabrik- Alemania).



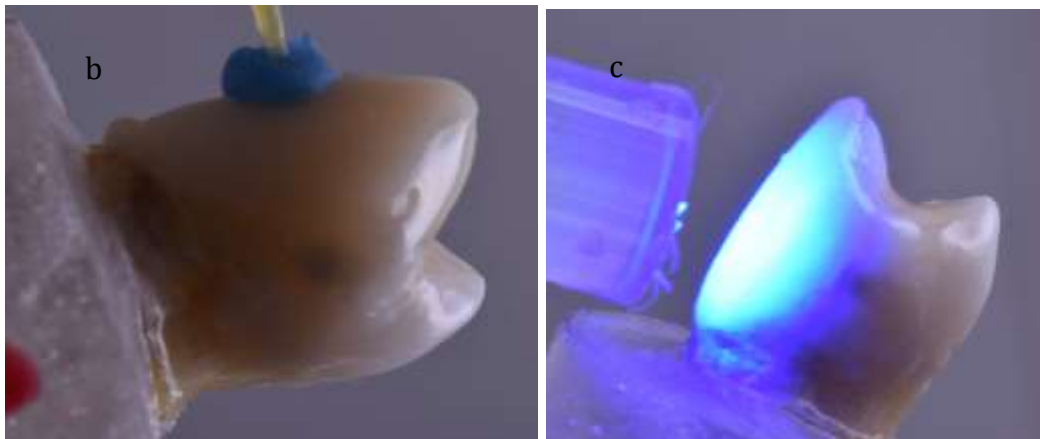


Figura 16. Cementación del disco con cemento de fotopolimerización

- a. Aplicación del cemento en la carilla
- b. Colocación y eliminación de excesos
- c. Fotopolimerización

Grupo III.

Una vez preparadas tanto la superficie dentaria como la superficie de la restauración, se aplicó la resina fluida color translúcida (Tetric-N-Flow, Ivoclar Vivadent - Liechtenstein) sobre la carilla, se eliminaron excesos y se fotocuró durante 40 segundos (BLUEPHASE- Ivoclar Vivadent – Liechtenstein). Una vez terminada la cementación se toma el color con el espectrofotómetro VITA EASYSHADE (VitazahnFabrik- Alemania).



Figura 17. Cementación de los discos con resina fluida

- a. Eliminación de excesos
- b. Bfotopolimerizacion

Una vez obtenidas y listas las muestras, estas pasaron a la termocicladora para acelerar el procesado de envejecimiento, una vez realizados aproximadamente 1300 ciclos equivalente a un año de envejecimiento acelerado, suficiente para producir cambios inmediatos del color del cemento cemento (Ghavam, M., Amani-Tehran, M., y Saffarpour, M.,2010). Se procede a tomar el color con el espectrofotómetro VITA EASYSHADE (VitazahnFabrik- Alemania).



Figura 18. Muestras llevadas a la termocicladora

Para determinar el cambio de color, el espectrofotómetro mide el cambio de color de acuerdo a CIE-LAB que permite determinar numéricamente la representación tridimensional las medidas de color. se utilizará una escala en donde si $\Delta E > 3,3$ es clínicamente aceptable. Una vez obtenidos los resultados se utilizó la siguiente fórmula para determinar el cambio de coloración.

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (\text{Ecuación 1})$$

En base a estos resultados se utilizará el test de ANOVA y tukey para hacer el análisis de estos resultados.

7. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

7.1 Variable dependiente

Color: es la sensación que se produce en los órganos visuales cuando la luz es reflejada o transmitida en un objeto dependiente de la longitud de onda.

7.2 Variable Independiente:

Cementos dentales: los cementos dentales son agentes de unión que permiten unir dos superficies iguales o diferentes mediante una liga mecánica o química.

- Cemento de fotopolimerización: material de cementación con agentes
- iniciadores como la canforoquinona que precisan de luz para ser activados.
- Cemento de polimerización dual: material de cementación que presentan sistemas activadores como la canforoquinona para su activación por luz y peróxido de benzoilo para su autoactivación.
- Resina fluida: Resina compuesta que es menos rellena que la Resina convencional que ha mejorado la humectabilidad

Carillas dentales: son un tipo de restauraciones parciales que cubren generalmente la cara vestibular fabricadas generalmente en cerámica o en resina para cambiar el tamaño, forma y color de los dientes.

Termociclado: envejecimiento artificial que se realiza al sumergir en agua a diferentes temperaturas en un tiempo determinado.

7.3 Operacionalización de variables

Tabla 1.

Cuadro de variables

VARIABLES	DETERMINANTE	DEFINICIÓN	INDICADORES	ESCALA
materiales de cementación	cemento dual	Material de cementación que presentan sistemas activadores como la canforoquinona para su activación por luz y peróxido de benzoilo para su autoactivación	fotopolimerización	40 segundos por superficie
	cemento fotopolimerizable	Material de cementación con agentes iniciadores como la canforoquinona que precisan de luz para ser activados	fotopolimerización	40 segundos por superficie
	resina fluida	Resina compuesta que es menos rellena que la Resina convencional que ha mejorado la humectabilidad	fotopolimerización	40 segundos por superficie
envejecimiento artificial	termocicladora	Envejecimiento artificial que se realiza al sumergir muestras en agua a diferentes temperaturas en un tiempo determinado	numero de ciclos	1200 ciclos $\pm 5 \pm 37 \pm 55$
color	Espectrofotómetro	Sensación que se produce en los órganos visuales cuando la luz es reflejada o transmitida en un objeto dependiente de la longitud de onda	medición cuantitativa de color ΔE	$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$

8. RESULTADOS

Los datos obtenidos de la fase experimental se organizaron en una hoja de cálculo en Microsoft Excel 2010, luego de depuración y codificación se exportó esta información al programa SPSS 23, gracias al cual se pudo efectivizar el procesamiento estadístico. Los datos obtenidos se exponen en el anexo 1.

Se valoró el espacio de color (3D) por grupo y momento de evaluación, obteniéndose los siguientes resultados como se ve en la tabla 1.

Tabla 2.

Espacio de color (3d) por grupo y momento de valoración.

Evaluación	Color	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Inicial	1M2	1 (10)	2 (20)	1 (10)
	2M3	4 (40)	6 (60)	5 (50)
	3M3	5 (50)	1 (10)	2 (20)
	4M3	0 (0)	1 (10)	2 (20)
Post cementación	1M2	2 (20)	7 (70)	0 (0)
	1M3	0 (0)	1 (10)	0 (0)
	2M2	3 (30)	2 (20)	3 (30)
	2R2	0 (0)	0 (0)	1 (10)
	2R2,5	5 (50)	0 (0)	6 (60)
Final	2L1,5	0 (0)	1 (10)	0 (0)
	2M2	1 (10)	7 (70)	1 (10)
	2R1,5	5 (50)	1 (10)	8 (80)
	2R2,5	4 (40)	1 (10)	0 (0)
	3M2	0 (0)	0 (0)	1 (10)

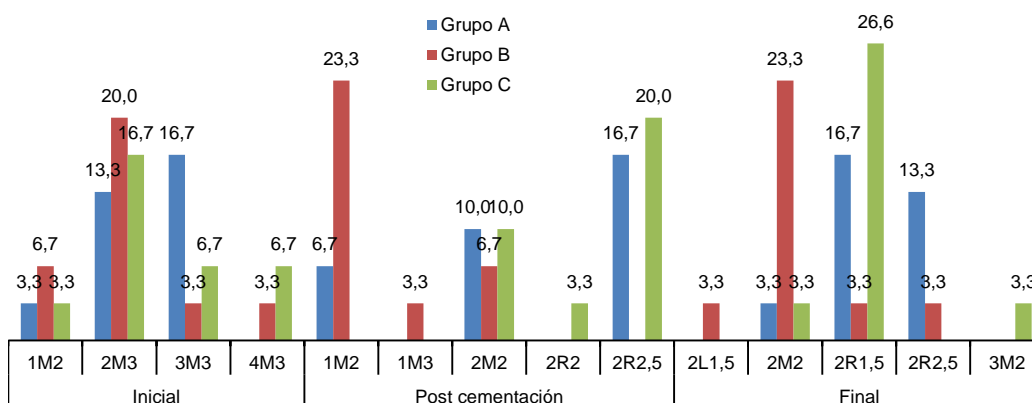


Figura 19. Espacio de color (3d) por grupo y momento de valoración.

Se notaron diferencias en el tono de inicio entre los tres grupos, aunque una buena fracción de las carillas se concentró entre 2M3 (especialmente para el grupo B) y 3M3 (especialmente para el grupo A), luego de la cementación e registraron tonos concentrados entre 2M2 y A3 y en el momento final (post envejecimiento) una importante proporción de las carillas quedaron en A2, especialmente para el grupo B. En general se observa que en promedio se dio una variación de un tono entre el momento de post cementación y el de post envejecimiento que se muestra en la tabla 2.

Tabla 3.

Color (clásico) por grupo y momento de valoración.

Evaluación	Color	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Inicial	A2	1 (10)	0 (0)	0 (0)
	A3	1 (10)	3 (30)	1 (10)
	A3,5	4 (40)	1 (10)	4 (40)
	A4	0 (0)	1 (10)	1 (10)
	B3	4 (40)	5 (50)	4 (40)
Post cementación	A1	0 (0)	3 (30)	0 (0)
	A2	4 (40)	2 (20)	4 (40)
	A3	5 (50)	2 (20)	5 (50)
	B2	1 (10)	3 (30)	1 (10)
Final	A2	6 (60)	9 (90)	7 (70)
	A3	3 (30)	0 (0)	1 (10)
	B2	1 (10)	1 (10)	2 (20)

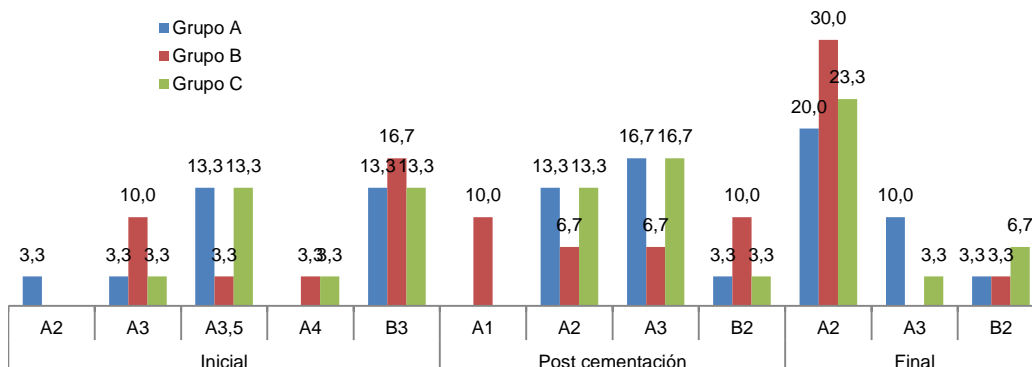


Figura 20. Color (clásico) por grupo y momento de valoración

Se notaron diferencias en el tono de inicio entre los tres grupos, aunque una buena fracción de las carillas se concentró entre B3 y A3, 5, luego de la cementación e registraron tonos concentrados entre A2 y A3 y en el momento final (post envejecimiento) una importante proporción de las carillas quedaron en A2, especialmente para el grupo B. En este caso también se observó que la mayoría de carillas de los distintos grupos variaron en un tono luego de su cementación al compararlos con el color luego del envejecimiento.

A partir de la información dispuesta en el SPSS 23 se procedió a estimar la media y desviación estándar de cada una de las magnitudes involucradas y para cada uno de los tres momentos de valoración. Estos resultados se observan en las siguientes tablas 3.

Tabla 4.

Test de normalidad.

GRUPO		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
E1	Grupo A	,236	10	,122	,851	10	,059
	Grupo B	,188	10	,200*	,919	10	,350
	Grupo C	,175	10	,200*	,945	10	,616
E2	Grupo A	,192	10	,200*	,908	10	,267
	Grupo B	,167	10	,200*	,968	10	,870
	Grupo C	,150	10	,200*	,903	10	,234
E3	Grupo A	,202	10	,200*	,898	10	,209
	Grupo B	,133	10	,200*	,971	10	,897
	Grupo C	,158	10	,200*	,890	10	,170

El parámetro de mayor importancia es el de energía (E), el cual depende del valor L, H, C, valor que fue exitoso frente a la prueba de normalidad, dado que con ambas pruebas los valores de significancia fueron mayores al estándar (0,05), justificando el uso de pruebas paramétricas para el análisis comparativo como muestra la tabla 4.

Tabla 5.

Estadísticos descriptivos para la variación de energía inicial (δe).

Estadísticos		Grupo A	Grupo B	Grupo C
Media		17,7	20,7	20,5
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	14,5	19,2	18,2
	Límite superior	20,8	22,2	22,9
Mediana		15,4	21,4	21,1
Varianza		25,4	6,1	13,9
Desviación estándar		5,0	2,5	3,7
Error estándar		1,6	0,8	1,2
Mínimo		12,6	15,7	12,8
Máximo		29,0	23,7	25,9

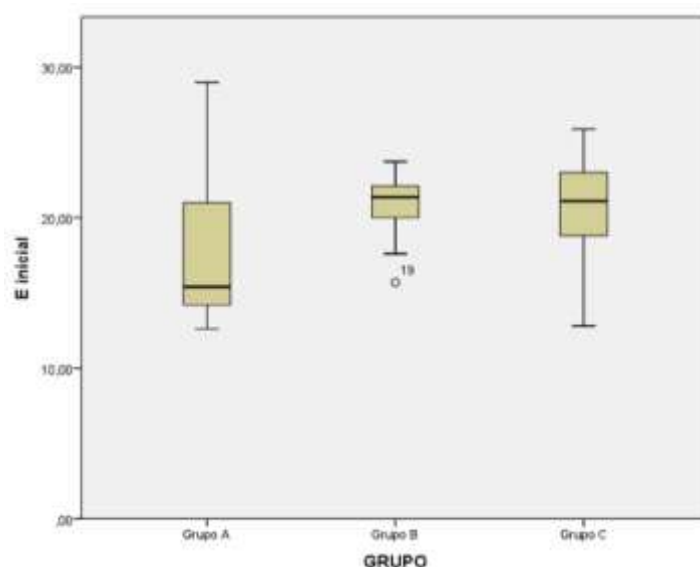


Figura 21. Estadísticos descriptivos para la variación de energía inicial (δe).

En cada grupo se nota una importante dispersión (desviación estándar) y una evidente asimetría. Solo en el grupo 2 se reportó un valor fuera de rango (outlier) pero dentro de las tres desviaciones estándar, por lo que, para el análisis siguiente, se consideran todos los valores que presentes en la tabla 5.

Tabla 6.

Estadísticos descriptivos para la variación de energía post cementación (δe).

Estadísticos	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Media	11,7	14,3	11,9
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	9,8	13,2
	Límite superior	13,6	15,4
Mediana	11,9	15,2	12,1
Varianza	8,9	2,9	6,3
Desviación estándar	3,0	1,7	2,5
Error estándar	0,9	0,5	0,8
Mínimo	5,5	13,1	8,1
Máximo	14,9	17,9	14,4

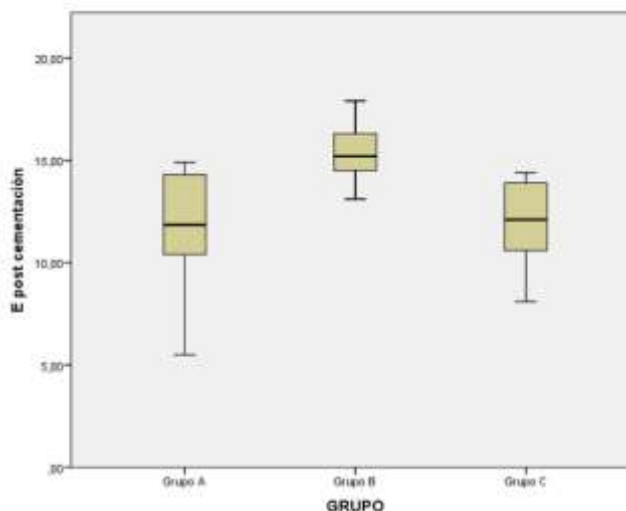


Figura 22. Estadísticos descriptivos para la variación de energía post cementación (δe)

Se observan valores más homogéneos en el grupo 2 y más heterogéneos en el grupo 1, que presenta la más alta dispersión, la variación de energía, considerando sus medidas centrales es bastante importante, es decir se

determina un cambio de color perceptible, dado que en todos los casos sobrepasa el valor de 10 como se muestra en la tabla 6.

Tabla 7.

Estadísticos descriptivos para la variación de energía post envejecimiento (δe).

Estadísticos		Grupo A	Grupo B	Grupo C
Media		1,9	1,7	1,8
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1,6	1,5	1,4
	Límite superior	2,2	2,0	2,1
Media recortada al 5%		2,0	1,7	1,7
Mediana		2,1	1,7	1,8
Varianza		0,2	0,1	0,2
Desviación estándar		0,4	0,3	0,5
Error estándar		0,1	0,1	0,2
Mínimo		1,5	1,2	1,1
Máximo		2,2	2,2	2,7

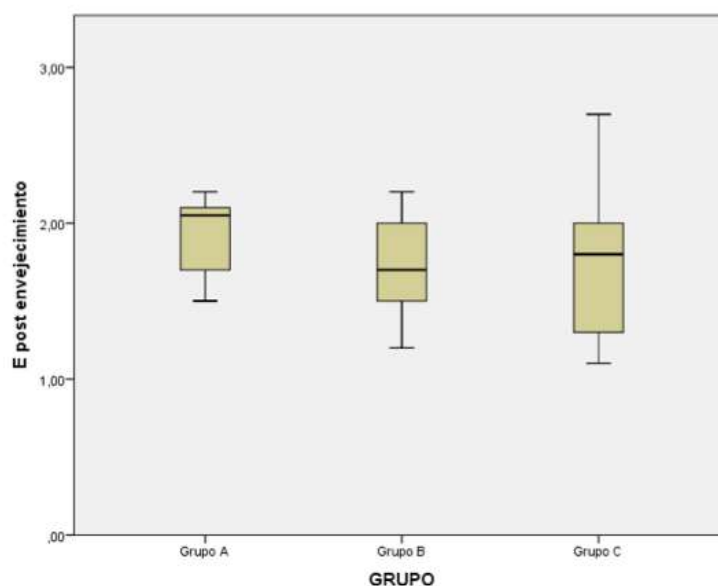


Figura 23. Estadísticos descriptivos para la variación de energía post envejecimiento (δe).

Los valores centrales (media y mediana) como muestra la tabla 7, son bastante similares en los tres grupos, y se encuentran bajo el 2, que indica que la diferencia de color será percibida por un observador experimentado (Zafra, 2012)

Tabla 8.

Media y ds para δe .

GRUPO	Inicial	post cementación	post envejecimiento
Grupo A	17,7 ± 5	11,7 ± 3,1	1,9 ± 0,4
Grupo B	20,7 ± 2,5	14,3 ± 1,7	1,7 ± 0,5
Grupo C	20,5 ± 3,7	11,7 ± 2,5	1,8 ± 0,8
Total	19,6 ± 4	12,9 ± 2,9	1,8 ± 0,6

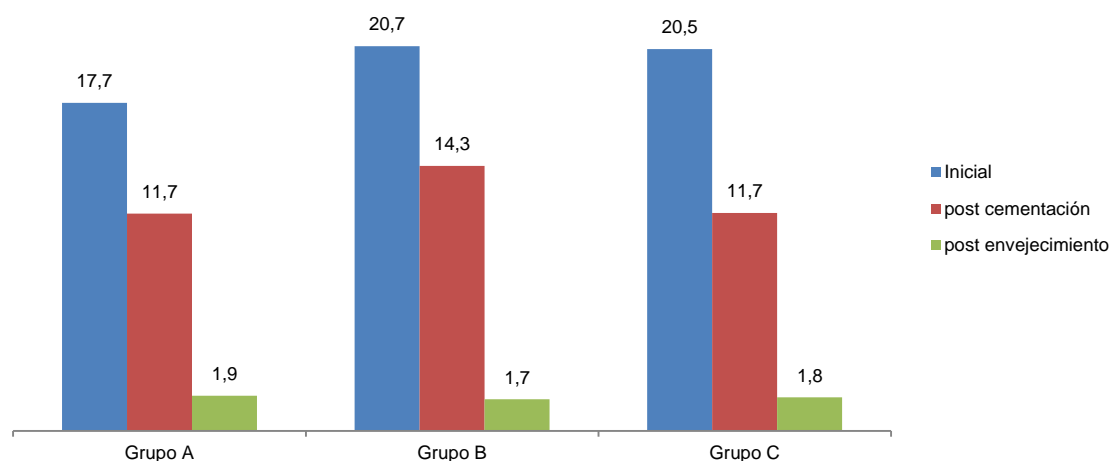


Figura 24. Energía por grupo y momento de evaluación

En el grupo A los valores de energía disminuyeron de la siguiente forma: 17,7; 11,7; 1,9 determinando una variación de la energía a lo largo del proceso experimental. Para el grupo 2, la tendencia fue similar, disminuyendo de 20,7 a 14,3 y llegando a 1,7. En el grupo 3, los valores fueron disminuyendo de 20,5 a 11,7 y terminando en 1,8. Adicionalmente se determinó de acuerdo a la prueba de ANOVA que la energía inicial (indicador de color inicial) no fue estadísticamente significativa para los tres grupos ($p=0,163$), así como para la

valoración final ($p=0,9$) no obstante la energía en el tiempo de evaluación post cementación fue distinta ($p=0,004$).

El valor de variación de energía en el momento 3 (luego de simular envejecimiento), en ningún caso sobrepasó el valor de 3, por lo que se considera que los tres grupos mantuvieron una estabilidad aceptable del color, y dicha variación de energía no fue estadísticamente significativa entre los tres grupos.

9. DISCUSIÓN

La evolución de las cerámicas dentales ha permitido que los tratamientos estéticos sean más previsibles y favorables, debido a que estos materiales poseen características ópticas y mecánicas ideales, por lo que estas se han convertido en el material de elección para este tipo de tratamientos (Dental clinics, 2007).

Sin embargo al ser restauraciones que muchas ocasiones se limitan al esmalte, existen varios factores que influyen en el éxito de estas, especialmente en el color de la carilla, tales como el tiempos de cocción de la cerámica, las proporciones polvo/liquido, el acristalamiento y sin duda el material de cementación, los mismos que representan un desafío estético gracias a las interacciones de estos elementos, los mismos que se ven afectados en el color y la translucidez de la carilla (JOD, 2013).

En varias investigaciones se ha demostrado que existe un cambio de color en la restauración final debido al material de cementación el mismo que puede verse afectado por el color del cemento o la resina utilizada, así como las características ópticas que presenta la pastilla cerámica para técnica de prensada, utilizada en la elaboración de las carillas por lo que se ha sugerido que el grosor de esta no debe ser menor de 2mm para atenuar el color presente del substrato (JOD, 2011)

En este estudio se valoró a tres tipos de materiales resinosos de cementación aplicados a una carilla cerámica y llevada a un agente de envejecimiento o termocicladora. La pastilla cerámica de elección para la fabricación de las restauraciones se basó en la misma que es utilizada comúnmente en el laboratorio para la obtención de estas, las mismas que a su vez permiten valoración del color del material de cementación (JPR, 2015).

El color de los materiales cementantes es un factor muy importante a tener en cuenta, el color de cada uno de los cementos para este estudio fue translucido. Se ha demostrado que diferentes tonos de color de los cementos, clínicamente pueden causar pequeños cambios estéticos de color en la restauración final que visualmente no pueden apreciarse, sin embargo, por medio de un espectrofotómetro estos cambios son notables (JOD, 2011).

Los medios de envejecimiento han sido utilizados en varios estudios similares para determinar si existe una variación en el color de la restauración final, es así como (JPD,2015) demostró que después de someter las muestras a procedimientos cíclicos todas sufrieron alteración de color, sin embargo, estas presentaron valores del umbral de aceptabilidad cerca del 50% dentro de las pruebas de alteración del color de los materiales dentales.

El termociclado o envejecimiento de las muestras se debe a que existe una degradación hidrolítica de los componentes orgánicos de los materiales cementantes cuando estas se encuentran en agua de temperatura elevada, luz ultravioleta o humedad; así, también se provoca cierto grado de estrés, causado por el cambio de temperatura constante y por el coeficiente de expansión térmica que presentan estos materiales cementantes, por lo se acelera el proceso de envejecimiento (JPD, 2015).

Se ha mencionado en un estudio similar que la opacidad es un factor a tener en cuenta tanto como la tonalidad, esta opacidad se genera durante la fase de envejecimiento, esto se debió a la degradación que sufren los cementos

resinosos por sus componentes gracias a la humedad presente y a las altas temperaturas a las que se las somete (JPD, 2010).

En virtud de esto, el proceso de envejecimiento que se realizó en este estudio consistió en realizar 1300 ciclos sumergiendo las muestras en tres recipientes con agua destilada con una temperatura de $\pm 5^\circ$, $\pm 37^\circ$ y ± 55 durante 15 segundos en cada uno de estos respectivamente evitando la deshidratación de las muestras (SciELO, 2003).

En cuanto a los resultados obtenidos se pudo demostrar que existe estabilidad de color con un umbral aceptable $\Delta E > 3,3$ comparando el cemento de fotopolimerización con la polimerización dual tal como lo demuestra en su estudio (JPD, 2010).

Sin embargo, la literatura menciona que los cementos resinosos de polimerización dual presentan en su composición amina aromática terciaria como sistemas activadores y peróxido de benzoilo como agente iniciador son los principales responsables del cambio de color por su oxidación (Dema, 2013).

Los cementos duales generalmente presentan una combinación de aminas que reaccionan con el peróxido de benzoilo y una para que reacciones con la canforoquinona, estas aminas son alifáticas y aromáticas, las alifáticas se han demostrado que son químicamente más estables por lo que se produce menos cambio de color mientras que las aminas aromáticas se oxidan por lo que presenta mayor variación de color (JPD, 2015).

Sin duda el cemento de fotopolimerización es uno de los materiales de cementación adecuados para cementar carillas estéticas en el sector anterior, sin embargo, la fuente lumínica pueden ser un factor que pueden influenciar en el color final de restauración debido a la falta de penetración de luz. Para la polimerización del cemento, la luz provoca excitación y reacción de los promotores de polimerización, no así en los sistemas de curado dual en donde

adicionalmente gracias a una reacción química de redox se completa la polimerización (JOD, 2011).

El umbral de color que presento el cemento de polimerización dual fue $\Delta E = 1,9 \pm 0,4$, esto se debe a que se utilizó un Relyx ultimate, un material cementante en donde los fabricantes indican la cementación de carillas dentales, debido a que no presentan aminas aromáticas que puedan oxidarse durante el proceso de envejecimiento produzcan cambio de color en la restauración final.

En cuanto a las resinas fluidas, gracias a las propiedades que presentan, se las ha propuesto como material cementante, y en esta investigación demostró que presenta $\Delta E = 1,8 \pm 0,8$ con lo que se puede determinar que es clínicamente aceptable de acuerdo al umbral de aceptabilidad de color propuesta, tal como lo demuestra (JOD, 2011) en su investigación, por lo que se acepta la hipótesis nula.

Además, puede atribuirse también que tanto las resinas fluidas y los cementos de fotopolimerización pueden presentar en menor cantidad BisGMA y que la presencia de UDMA puede además reducir la cantidad de TEGMA presente en la matriz cuyo monómero es responsable de altas tasas de reabsorción de agua ya que sus uniones éter son hidrófilos, es decir este intercambio produce menor cambio de color en composites (JOD, 2011).

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 Conclusiones

Existen diferencias significativas entre el sustrato dentario y la carilla por lo que se debe tener en cuenta el color del mismo y el grosor de la carilla cerámica.

Las resinas fluidas debido a sus propiedades mostraron una estabilidad de color adecuada para el cementado de carillas cerámicas.

El envejecimiento artificial o termociclado provocó cambio de color de los materiales cementantes, pero aceptables clínicamente, además provoca aumento en la opacidad de las carillas cerámicas.

No existe una diferencia estadística significativa entre cada uno de los cementos, sin embargo, dentro del umbral perceptible color $\Delta E > 3,3$ los tres sistemas de cementación son clínicamente aceptables debido a que presentan valores $\Delta E = 1,9 \pm 0,4$, $\Delta E = 1,7 \pm 0,5$, $\Delta E = 1,8 \pm 0,8$

10.2 Recomendaciones

Realizar investigaciones utilizando máquinas de envejecimiento artificial que utilicen luz ultravioleta, calor y humedad para lograr oxidar el material cementante de mejor manera y obtener datos más certeros.

Al realizar estudios sobre color en carillas cerámicas se recomendaría realizar mediciones de color en varios periodos de tiempo para determinar si hay cambio continuo de color

Manejar correctamente protocolos de cementación y uso adecuado de fuentes lumínicas para la polimerización, ya que son factores muy delicados a tener en cuenta, y pueden causar alteración en los resultados obtenidos.

REFERENCIAS

- 3m ESPE. (2014). Relyx Ultimate, Technical data sheet. Recuperado el 15 el febrero de 2017 de: <http://multimedia.3m.com/mws/media/783784O/relyx-ultimate-adhesive-resin-cement.pdf>
- ACP (2002). *The early development of the Munsell system. Color Research and Application*. Recuperado el 14 de octubre de 2016 de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/col.10002/full>
- ACP. (2000). *Bonding mechanism and microtensile bond strength of 4 –Met based self-etching adhesive*. Recuperado el 24 de octubre de 2016 de <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0022034502081S101>
- ACP. (2003). *Slow-Crack-Growth Behavior of Zirconia-Toughened Alumina Ceramics Processed by Different Methods*. Recuperado el 15 de diciembre de 2015 de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.11512916.2003.tb03287.x/abstract>
- ACP. (2009). *Correlations between Color Differences Based on Three Color-Difference Formulas Using Dental Shade Guide Tabs*. Recuperado el 24 de noviembre de 2008 de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1532-849X.2008.00393.x/full>
- ACP. (2013). *Knoop hardness and effectiveness of dual-cured luting systems and flowable resin to bond leucite-reinforced ceramic to enamel*. Recuperado el 24 de mayo de 2016 de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jopr.2013.22.issue-1/issuetoc>
- ACP. (2014). *Influence of activation mode of resin cement on the shade of porcelain veneers*. Recuperado el 13 de noviembre de 2016 de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jopr.12098/pdf>
- AJD. (2000). *New trends in dentin / enamel adhesion*. Recuperado el 12 de enero de 2016 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11763914>

- Clinicalkey. (2008). *Color distribution of a shade guide in the value, chroma, and hue scale*. Recuperado el 30 de diciembre de 2015 de https://www.clinicalkey.es/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-S0022391308601298.pdf?locale=es_ES
- DemaJ. (2013). *Development of a low-color, color stable, dual cure dental resin*. Recuperado el 8 de enero de 2017 de [http://www.demajournal.com/article/S0109-5641\(13\)00009-2/fulltext?showall=true](http://www.demajournal.com/article/S0109-5641(13)00009-2/fulltext?showall=true)
- DemaJournal. (2010), *The effect of nano- structured alumina coating on resin-bond strength to zirconia ceramics*. Recuperado el 23 de agosto de 2016 [http://www.demajournal.com/article/S0109-5641\(10\)00078-3/fulltext?showall=true](http://www.demajournal.com/article/S0109-5641(10)00078-3/fulltext?showall=true)
- Dental clinics. (2007). *Porcelain laminate veneers: reasons for 25 years of success*. Recuperado de 28 de agosto de 2016 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17532919>
- Douglas, R. (1997). *Precision of in vivo colorimetric assessments of teeth*. Recuperado el 4 de octubre de 2016 de [http://www.thejpd.org/article/S0022-3913\(97\)70137-9/abstract](http://www.thejpd.org/article/S0022-3913(97)70137-9/abstract)
- Heffernan, M., Aquilino, A., Diaz-Arnold, A., Haselton, D., Stanford, C., y Vargas, M. (2002). *Relative translucency of six all-ceramic systems. Part I: core materials*. Recuperado el 13 de mayo de 2016 de [http://www.thejpd.org/article/S0022-3913\(02\)00040-9/fulltext](http://www.thejpd.org/article/S0022-3913(02)00040-9/fulltext)
- Henostroza G, Borgia E, Busato A, Carballo R, De Souza C, Edelberg M y col. (2003). *Adhesión en odontología restauradora*. MAIO: Buenos Aires.
- Hoyos, A. (2009). *Color e ilusión*. Recuperado el 11 de noviembre de 2016 de <http://revistas.ces.edu.co/index.php/odontologia/article/view/705>
<http://www.solutions.productos3m.es>
- Igiel, c., weyhrauch, m., wentaschek, s., scheller, h., y lehmann, K. (2016). *Dental color matching: A comparison between visual and instrumental methods*. Recuperado el 12 de enero de 2017 de https://www.jstage.jst.go.jp/article/dmj/35/1/35_2015-006/_article
- IJIR (2017). *Esthetic rehabilitation of discoloured anterior tooth with ceramic*

- veneer-a case report*. Recuperado el 21 de mayo de 2016 de www.ijir.in/index.php/IJRDS/article/download/17/12/
- Inglese, S. (2014). *Tooth morphology, optical phenomena, and esthetic perception*. Recuperado el 17 de diciembre de 2016 <http://www.quintessence.es/qdt-2014.html>
- JCD. (2002). *Color stability of resin cements--an in vitro study*. Recuperado el 4 de marzo de 2016 <http://europepmc.org/abstract/med/12242855>
- JCD. (2006). *Visual whiteness ranking of a Vitapan 3D Master shade guide by untrained assessors*. Recuperado el 11 de diciembre de 2016 de <http://europepmc.org/abstract/med/16838875>
- JDMS. (2014). *Basics of Color in Dentistry: A Review*. Recuperado el 9 de febrero de 2017 de <http://www.iosrjournals.org/iosr-jdms/papers/Vol13-issue9/Version-1/P013917885.pdf>
- JDR. (2010). *Color coverage of a newly developed system for color determination and reproduction in dentistry*. Recuperado el 28 de Julio de [http://www.jodjournal.com/article/S0300-5712\(10\)00171-5/fulltext?showall=true](http://www.jodjournal.com/article/S0300-5712(10)00171-5/fulltext?showall=true)
- JOD. (2014). *Perceptibility and acceptability thresholds for colour differences in dentistry*. Recuperado el 9 de junio de 2016 [http://www.jodjournal.com/article/S0300-5712\(13\)00317-5/fulltext?showall=true](http://www.jodjournal.com/article/S0300-5712(13)00317-5/fulltext?showall=true)
- JOD. (1997). *Ceramics update*. Recuperado el 10 de enero de 2017 de [http://www.jodjournal.com/article/S0300-5712\(96\)00018-8/pdf](http://www.jodjournal.com/article/S0300-5712(96)00018-8/pdf)
- JOD. (2000). *Porcelain veneers: a review of the literature*. Recuperado el 30 de julio de 2016 de [http://www.jodjournal.com/article/S0300-5712\(99\)00066-4/fulltext](http://www.jodjournal.com/article/S0300-5712(99)00066-4/fulltext)
- JOD. (2008). *A review of tooth colour and whiteness*. Recuperado el 25 de junio de 2016 de [http://www.jodjournal.com/article/S0300-5712\(08\)00041-9/fulltext?showall=true](http://www.jodjournal.com/article/S0300-5712(08)00041-9/fulltext?showall=true)
- JOD. (2008). *Change of shade by light polymerization in a resin cement polymerized beneath a ceramic restoration*. Recuperado el 10 de diciembre de 2015 de <http://www.jodjournal.com/article/S0300->

5712(07)00267-9/fulltext?showall=true=

- JOD. (2010). *Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects*. Recuperado el 23 de junio de 2016 de [http://www.jodjournal.com/article/S0300-5712\(10\)00168-5/fulltext?showall=true=](http://www.jodjournal.com/article/S0300-5712(10)00168-5/fulltext?showall=true=)
- JOD. (2011). *Colour stability of laminate veneers: an in vitro study*. Recuperado el 19 de mayo [http://www.jodjournal.com/article/S0300-5712\(11\)00275-2/fulltext?showall=true=](http://www.jodjournal.com/article/S0300-5712(11)00275-2/fulltext?showall=true=)
- JOD. (2013). *Optical properties of current ceramics systems for laminate veneers*. Recuperado 5 de marzo de 2017 de [http://www.jodjournal.com/article/S0300-5712\(12\)00315-6/fulltext?showall=true=](http://www.jodjournal.com/article/S0300-5712(12)00315-6/fulltext?showall=true=)
- JOD. (2014). *Shade matching quality among dental students using visual and instrumental methods*. Recuperado el 6 de febrero de 2016 de [http://www.jodjournal.com/article/S0300-5712\(13\)00287-X/fulltext?showall=true=](http://www.jodjournal.com/article/S0300-5712(13)00287-X/fulltext?showall=true=)
- Johnston, W. (2009). *Color measurement in dentistry*. Recuperado el 1 de noviembre de 2016 [http://www.jodjournal.com/article/S0300-5712\(09\)00067-0/fulltext?showall=true=](http://www.jodjournal.com/article/S0300-5712(09)00067-0/fulltext?showall=true=)
- Joiner, A. (2004). *Tooth colour: a review of the literature*. Recuperado el [http://www.jodjournal.com/article/S0300-5712\(03\)00175-1/fulltext](http://www.jodjournal.com/article/S0300-5712(03)00175-1/fulltext)
- JPD. (2015). *Resin-based luting agents and color stability of bonded ceramic veneers*. Recuperado el 27 de junio de 2016 de [http://www.thejpd.org/article/S0022-3913\(15\)00040-2/fulltext?showall=true=](http://www.thejpd.org/article/S0022-3913(15)00040-2/fulltext?showall=true=)
- JPD. (1996). *Ceramics in dentistry: historical roots and current perspectives*. Recuperado el 24 de febrero de 2016 [http://www.thejpd.org/article/S0022-3913\(96\)90413-8/pdf](http://www.thejpd.org/article/S0022-3913(96)90413-8/pdf)
- JPD. (2002). *Shear bond strength of resin cements to both ceramic and dentin*. Recuperado el 2 de noviembre de 2015 de [http://www.thejpd.org/article/S0022-3913\(02\)00198-1/fulltext](http://www.thejpd.org/article/S0022-3913(02)00198-1/fulltext)

- JPD. (2003). *Mechanical And Physical Properties Of Contemporary Dental Luting Agents*. Recuperado el 5 de noviembre de 2015 de [http://www.thejpd.org/article/S0022-3913\(02\)52729-3/fulltext](http://www.thejpd.org/article/S0022-3913(02)52729-3/fulltext)
- JPD. (2006). *Influence of illuminants on the color distribution of shade guides*. Recuperado el 21 de marzo de 2016 de [http://www.thejpd.org/article/S0022-3913\(06\)00548-8/fulltext](http://www.thejpd.org/article/S0022-3913(06)00548-8/fulltext)
- JPD. (2010). *Effect of accelerated aging on the color and opacity of resin cements*. Recuperado el 17 de abril de 2017 de <http://www.jopdentonline.org/doi/10.2341/09-161-L?code=opdt-site>
- JPD. (2015). *Impact of surface treatment of different reinforced glass-ceramic anterior crowns on load bearing capacity*. Recuperado el 7 de enero de 2017 de https://www.jstage.jst.go.jp/article/dmj/34/5/34_2014-294/_article
- JPD. (2015). *Resin-based luting agents and color stability of bonded ceramic veneers*. Recuperado el 24 de mayo de 2016 de [http://www.thejpd.org/article/S0022-3913\(15\)00040-2/fulltext?showall=true%3D](http://www.thejpd.org/article/S0022-3913(15)00040-2/fulltext?showall=true%3D)
- JPD. (2011). *Colour stability and opacity of resin cements and flowable composites for ceramic veneer luting after accelerated ageing*. Recuperado el 1 de agosto de 2016 [http://www.jodjournal.com/article/S0300-5712\(11\)00209-0/fulltext?showall=true](http://www.jodjournal.com/article/S0300-5712(11)00209-0/fulltext?showall=true)
- JPR. (2015). *The influence of resin cements on the final color of ceramic veneers*. Recuperado el 3 de febrero de 2017 de www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1883195815000122
- Lafuente, D. (2008). Adhesión a dentina de un cemento resinoso. Recuperado el 4 de julio de 2016 de <http://colegiodentistas.org/revista/index.php/revistaodontologica/articulo/viewFile/55/112>
- Matinlinna, J., Mittal, K. (2009), *Adhesion Aspects in Dentistry*. Recuperado el 10 de marzo de 2016 <http://www.crcnetbase.com/doi/abs/10.1201/b16347-17>

- McLaren, E., Cao, P. (2009). *Ceramics in dentistry—part I: classes of materials*. Recuperado el 18 de septiembre de 2016 de <https://www.dentalaegis.com/id/2009/10/many-different-types-of-ceramic-systems-have-been-introduced-in-recent-years-for-all-types-of-indirect-restorations>
- McLean, J. (2001). *Evolution of dental ceramics in the twentieth century*. Recuperado el 25 de enero de [http://www.thejpd.org/article/S0022-3913\(01\)98186-7/fulltext](http://www.thejpd.org/article/S0022-3913(01)98186-7/fulltext)
- Preston, J. (1985). *Current status of shade selection and color matching*. Recuperado el 10 de marzo de 2016 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3883392>
- Probster, L. (1993). *Survival rate of In-Ceram restorations*. Recuperado el 21 de agosto de 2016 de [http://www.thejpd.org/article/S0022-3913\(00\)80015-3/references](http://www.thejpd.org/article/S0022-3913(00)80015-3/references)
- Quintpub. (1990). *Flexural strength of new ceramic materials*. recuperado el 24 de febrero de 2016 http://www.quintpub.com/journals/ijp/abstract.php?iss2_id=569&article_id=6754&article=6&title=Relative#.WUQxMmg1-M8
- Quintpub. (2014). *Selecting VITA classical shades with the VITA 3D-master shade guide*. Recuperado el 8 de septiembre de 2015 de <http://www.quintpub.com/journals/ijp/abstract.p15#.WUQyUGg1-M8>
- Researchgate. (1999). *The roots of dental porcelain: a brief historical perspective*. Recuperado el 15 de mayo de 2016 de https://www.researchgate.net/profile/Ahed_Al-Wahadni/publication/262563782_The_Roots_of_Dental_Porcelain_A_brief_historical_perspective/links/56aadc2508aed5a01358c8e1.pdf
- Researchgate. (2014). *Instrumentación para el registro del color en odontología*. Recuperado el 22 de abril de 2017 de https://www.researchgate.net/publication/262065490_Instrumentacion_para_el_registro_del_color_en_odontologia_-_Review
- Scielo. (1999). *Cerámica para puentes de tres unidades sin estructura metálica:Sistema IPS-Empress II*. Recuperado el 28 de marzo de

2016 http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1698-69462006003300117

Scielo. (2003). *Características generales y propiedades de las cerámicas sin metal*. Recuperado el 30 de julio de 2016 de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1138-123X2003000500005

Scielo. (2003). *Effect of the number of thermocycles on microleakage of resin composite restorations*. Recuperado el 25 de marzo de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-74912003000400008

Scielo. (2006). *Odontología estética: Apreciación cromática en la clínica y el laboratorio*. Recuperado el 12 de abril de 2016 de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S169869462006000400015

Scielo. (2007). *Cerámicas dentales: clasificación y criterios de selección*. Recuperado el <http://scielo.isciii.es/pdf/rcoe/v12n4/revision1.pdf>

Shen, J. (2014). *Advanced ceramics for dentistry*. Waltham, MA: Elsevier/BH. Recuperado el 16 de noviembre de 2016 de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123946195000122>

Springerlink. (2010). *Comparative study of visual and instrumental analyses of shade selection*. Recuperado el 8 de mayo de 2016 <https://link.springer.com/article/10.1007/s11595-010-1062-3>

Toledano, M., Osorio, R. Sanchez, F., Osorio, E. (2003). *ARTE Y CIENCIA DE LOS MATERIALES ODONTOLÓGICOS*. Avances médico odontológicas: Madrid.

Williamson, S. (1983). *Light and color in nature and art*. Recuperado el 22 de abril de 2016 <http://adsabs.harvard.edu/abs/1983lcna.book.....>

ANEXOS

ANEXOS 1.

Primera toma de color

Grupo A

	3d	classic	ΔE
1	3M3	A3.5	18,8
2	3M3	A3	29
3	2M3	B3	21,6
4	3M3	A3,5	12,6
5	3M3	A3,5	14
6	1M2	A2	14,2
7	3M3	A3,5	14,9
8	2M3	B3	21
9	2M3	B3	14,5
10	2M3	B3	15,9

Grupo B

	3d	classic	ΔE
1	4M3	A4	23,7
2	2M3	B3	21,5
3	1M2	A3	20
4	2M3	B3	22
5	2M3	A3	23,1
6	2M3	B3	22,1
7	2M3	B3	17,6
8	3M3	A3,5	20,1
9	2M3	B3	15,7
10	1M2	A3	21,2

Grupo C

	3d	classic	ΔE
1	2M3	B3	22,5
2	3M3	A3,5	12,8
3	4M3	A4	16,6
4	1M2	A3	21
5	2M3	A3,5	18,8
6	2M3	B3	25,9
7	4M3	A3,5	23,2
8	3M3	A3,5	20,3
9	2M3	B3	21,2
10	2M3	B3	23

Segunda toma de color

Grupo A

	3d	classic	ΔE
1	2R2,5	A2	5,5
2	2R2,5	A3	14,9
3	2R2,5	B2	10,4
4	1M2	A3	14,3
5	2M2	A3	14,2
6	2R2,5	A2	10,4
7	2M2	A3	12,3
8	1M2	A2	14,9
9	2R2,5	A2	8,6
10	2M2	A3	11,4

Grupo B

	3d	classic	ΔE
1	2M2	A2	1,9
2	2M2	A2	1
3	2M2	A2	2,1
4	2M2	A2	1,2
5	2M2	A2	1,5
6	2M2	A2	2,7
7	2R2,1	A2	1,6
8	2R1,5	A2	1,7
9	2M2	A2	2
10	2L1,5	B2	1,7

Grupo C

	3d	classic	ΔE
1	2R1,5	A2	1,7
2	2R1,5	A2	2,2
3	2R1,5	A2	1,3
4	2M2	A2	3,7
5	2R1,5	B2	1,1
6	2R1,5	A2	1,3
7	2R1,5	A2	1,5
8	3M2	A3	2,1
9	2R1,5	A2	2,4
10	2R1,5	B2	0,9

Tercera toma de color

Grupo A

	3d	classic	ΔE
1	2R1,5	A2	1,7
2	2R1,5	A2	2,1
3	2R1,5	B2	2,2
4	2R1,5	A3	2,1
5	2R1,5	A2	1
6	2R2,5	A2	1,2
7	2M2	A2	2,1
8	2R2,5	A2	1,9
9	2R2,5	A3	1,7
10	2R2,5	A3	1,5

Grupo B

	3d	classic	ΔE
1	2M2	A2	1,9
2	2M2	A2	1
3	2M2	A2	2,1
4	2M2	A2	1,2
5	2M2	A2	1,5
6	2M2	A2	2,7
7	2R2,1	A2	1,6
8	2R1,5	A2	1,7
9	2M2	A2	2
10	2L1,5	B2	1,7

Grupo C

	3d	classic	ΔE
1	2R1,5	A2	1,7
2	2R1,5	A2	2,2
3	2R1,5	A2	1,3
4	2M2	A2	3,7
5	2R1,5	B2	1,1
6	2R1,5	A2	1,3
7	2R1,5	A2	1,5
8	3M2	A3	2,1
9	2R1,5	A2	2,4
10	2R1,5	B2	0,9