

bghggggCambios en el valor y el croma de porcelana VM7 al utilizar diferentes bases de VITA Alúmina

**Dra Isabel Ferreto,MO,
Profesora Universidad de Costa Rica**

INTRODUCCION

La práctica en odontología se ha visto modificada por la exigencia cada vez mas común que hacen los pacientes para cambiar su apariencia facial a partir del mejoramiento de sus condiciones dentales, específicamente del sextante anterosuperior que es el primer plano de interés.

Mas allá de la funcionalidad, el paciente espera resultados estéticos desde los puntos de vista de forma, tamaño, posición y sobretodo color.

Históricamente las restauraciones de prótesis fija han sido fabricadas con una cofia base de metal el cual es posteriormente cubierto por porcelana. Los resultados estéticos son relativamente exitosos dado que el grosor de la estructura metálica disminuye la cantidad de espacio para tratar la porcelana de la forma mas estética, la posibilidad de opacar la porcelana no siempre es del todo exitosa y de alguna manera el paciente nota una línea oscura en el área gingival que e definitivamente es molesta para aquellos que buscan un resultado totalmente estético.

Las cerámicas han sido llamadas como los materiales de elección para igualar la dentición natural. El resultado final depende de varias características como son la fuente de luz utilizada en el momento de la toma de color, un adecuado análisis del mismo y la evaluación adecuada del paciente en cuanto a color, morfología, superficie su textura.¹

ANTECEDENTES

Los sistemas de porcelana completa deben reproducir tanto como sea posible el color de los dientes naturales adyacentes para crear una restauración que concuerde con los requerimientos estéticos del paciente. Se han evaluado diferentes sistemas totalmente cerámicos los cuales al eliminar los soportes metálicos logran un gran resultado estético. Sin embargo se ha establecido que la variación en la translucidez es una de las propiedades de color final que se ve afectada en este tipo de sistemas. Heffernan² establece que la diferencia en la translucidez en diferentes sistemas libres de metal, donde observó que la porcelana mas transluscente es la muestra de Empress a 0.5 mm. (0.60 ± 0.03), mientras que la mas opaca fue 52 SF alloy (1.0 ± 0.00). In-Ceram Spinell reportó valores de 0.67 ± 0.02 . Se establece entonces que existe un rango de translucencia cuando existe un grosor clínicamente aceptable.

La variación en la percepción del color final de este tipo de sistemas cerámicos puede variar por factores como grosor de las capas de la cerámica o del núcleo , tipo de material de las cofias sobre las cuales se fabrica posteriormente unidad de porcelana, transmisión de la luz, tipo de material con el que se cimente en forma definitiva la restauración final y técnica de medición que se utilice.

Thompson, J³ por su parte encuentra diferencias significativas entre discos de cerámica de color A4 y B1 usados como base de recepción de otro disco de porcelana que de

forma subyacente completa el espécimen. Mide en su estudio la transmisión de luz de las porcelanas feldespáticas con diferentes tonos, grosores y acabados de superficie con cuatro diferentes unidades de fotocurado. y encontró resultados estadísticamente significativos en las variables de grosor y tonos, no así en la variable de acabado de superficie. El grosor de cerámica de 1 mm. disminuyó la densidad de la luz transmitida a través de la cerámica feldespática en un 30%, un grosor de 1,5 mm. varió el resultado en 35% y un grosor de 2mm en un 40%. El material del que esta compuesta el núcleo que soportara la estructura cerámica es otro de los factores de variación de el color final.

Wattapanayungkul y col⁴ comparó seis diferentes materiales de reconstrucción de muñones y comparó los resultados de la percepción de color de tres diferentes sistemas cerámicos libres de metal encontrando que según el tipo de material para muñón así sería la influencia de los cambios de color final, y de misma forma encontró cambios de color según la variación del tipo de cerámica.

Takahashi y col⁵ evaluó el efecto del color de los pilares y el grosor de las cofias en la tonalidad de las coronas completamente cerámicas. En sus resultados reporta que el grosor de la cofia de alúmina no tiene influencia en los tonos de las coronas finales, pero si encuentra diferencias de tonalidades finales en las coronas según varíe los colores de las cofias fabricadas con diferentes materiales.

La transmisión de la luz a través de las restauraciones completamente cerámicas fue descrita por Edelhoff y Sorensen⁶ cuyos especímenes consistían en discos de cinco diferentes materiales cerámicos cubiertos luego de dos tipos de cemento encontrando la translucencia en los sistemas cerámicos es muy sensible al tipo de cemento que se use mas que las cerámicas mas opacas.

Muchas mediciones de color asumen que el color de la superficie es el factor que controla el tono final dejando de lado la translucencia tanto de las guías de color como de las piezas naturales.

Cole y De Rijk ⁷ evaluaron como se ve influenciados los parámetros de medición de color de $L^*a^*b^*$ según el grosor de la capa de las guías. Los valores de ΔE mayores de 1 indican que la luz que se desvía en capas profundas y contribuye a la percepción de la distribución espectral y la intensidad de la luz reflejada. Concluyen que debe considerarse el grosor de la restauración en la búsqueda de un resultado estético y que los métodos de medición que incluyen especímenes totalmente opacos llevan a resultados poco claros.

Lamb y col ⁸ evaluaron un nuevo sistema de toma de color usado para estimar los tonos de las restauraciones cerámicas fabricadas en laboratorios y lo compararon con una estimación de color subjetiva hecha por un operador de experiencia se fabricaron discos de porcelana y se evaluaron bajo luz corregida sobre fondo gris. Se concluye de este estudio que el análisis objetivo del color es efectivo si se considera tanto la referencia correcta de cerámica como la curvatura de la pieza.

El metamerismo es considerado como uno de los problemas mas grandes cuando se intenta establecer una color parecido bajo diferentes fuentes de luz. Así lo confrontan Mohammad y col ⁹ en cuyo artículo evaluaron el metamerismo en discos de cerámica usando métodos visuales y espectrofotométricos bajo diferentes tipos de luz (D65, A y F). Los resultados sugieren que la estimación porcentual para el metamerismo varia entre pares metaméricos con diferentes índices metaméricos y cambios de color.

MARCO TEORICO

CERAMICAS DE USO DENTAL

La popularidad de las restauraciones de metal cerámica se debe a la resistencia conocida y a sus alcances estéticos razonables. La parte negativa de estas restauraciones es la alta reflectancia de la luz debido a que la porcelana opaca necesita enmascarar el color de la base de metal. Kelly y col identificaron la translucencia de la cofia como uno de los factores primarios en el control de la estética y una consideración crítica en la selección de los materiales.¹⁰

Algunos de los materiales de cerámica pura tienen altas mediciones de valores de resistencia in-vitro. Sin embargo un incremento en el contenido de cristales para alcanzar altas resistencias resultan en una gran opacidad.

La translucencia de las porcelanas es dependiente en gran parte de la dispersión de la luz.

Si la mayoría de la luz pasa a través de la cerámica es intensamente diseminada y difusamente reflectada, el material parecerá opaco. Si solo una parte de la luz es diseminada y la mayoría es difusamente transmitida el material parecerá transluscente.

La cantidad de luz que es absorbida, reflejada y transmitida depende de la cantidad de cristales contenidos en la matriz de la cofia, su naturaleza química y el tamaño de las partículas comparadas con la longitud de onda de la luz incidente (λ)¹¹

La cerámicas son materiales que no son ni metálicas ni orgánicas que se presentan como polvo o partículas finas a los que se les agrega agua en proporciones adecuadas para darle la consistencia necesaria para ser moldeados. Se lleva entonces a altas temperaturas para que las partículas sólidas se unan en una masa sólida. En este proceso llamado sinterización, la masa suele contraerse y fortalecerse. Por otra parte la porcelana es un tipo de cerámica compuesto por una mezcla de tres componentes principales que son la arcilla blanca pura llamada también caolín, el cuarzo o sílice y el feldespato. Al mezclar estos tres ingredientes y llevarlos a la cocción en altas temperaturas se produce lo que se conoce como loza con alta resistencia y translucidez y de color blanco fundamentalmente^{12,13}.

Además de estos componentes las porcelanas dentales se acompañan en su composición por pigmentos y agentes opacificadores que crearan las mas variadas translucideces y colores según el técnico lo maneje. La leucita es un producto de la reacción entre el feldespato potásico con el vidrio es un componente de suma importancia pues da a la porcelana dental las variaciones en expansión térmica, resistencia, dureza y propiedades ópticas.

Los sistemas de cerámica completa de alta resistencia se pueden usar actualmente en la práctica odontológica. Existen varios sistemas fabricados por casas comerciales y cada uno de esos posee propiedades mecánicas y ópticas diferentes las cuales afectan las

indicaciones de uso y las limitaciones en cuanto a los procedimientos de laboratorio y manejo clínico.

Diferentes son también las tecnologías que se usan para desarrollar estos materiales las cuales cambian según el propósito de cada uno de los tratamientos y el resultado final estético y funcional que se desee. Las tecnologías de presión y calor, slip casting, cera convencional y CAD/CAM son las que actualmente se manejan para la fabricación de las cofias de porcelana. Estos sistemas usan cerámicas de tipo vidrio cerámico con una fase de vidrio amorfo y constituyentes cristalinos, cerámicas de vidrio infiltrado con agentes que sinterizan parcialmente el vidrio (alúmina, magnesia-alúmina, alúmina-zirconia) y finalmente las cerámicas policristalinas que son materiales con partículas densamente empacadas y componentes no vídriosos

De manera que la búsqueda de un material que sea tan resistente como las estructuras de metal pero tan estético como la porcelana ha sido un tópico importante en la investigación y el desarrollo técnico de las estructuras para prótesis fija en las zonas anteriores.

La investigación sobre materiales que sustituyan el metal en sus propiedades ha llevado al desarrollo de una porcelana llamada In-Ceram Alúmina la cual es una cerámica de alta temperatura, sinterizada de alúmina con una infraestructura de vidrio infiltrado que puede ser usada para coronas anteriores y posteriores así como para prótesis fija anterior de tres unidades.

Este producto se presentan como dos componentes: un polvo compuesto por oxido de aluminio y oxido de magnesio (o espínela) ¹² el cual esta en suspensión ¹³ que se fabrica como sustrato poroso, y un vidrio, que es infiltrado a alta temperatura dentro de este sustrato poroso. A esta cerámica infiltrada, que forma un núcleo se le recubre con cerámica feldespática convencional.

El oxido de aluminio se deriva del coridón un material natural que puede tener una dureza de 9 en la escala de Mohs, aun así el coridón puede sintetizarse en forma industrial, es aislante eléctrico y conductor térmico, resistente a la corrosión y biocompatible a tal grado que es aceptado como material para implantes médicos y prótesis dentales. ¹⁴

Este núcleo es altamente poroso y son mas translucidos los de espínela que los de oxido de aluminio pero se sacrifica parte de la resistencia por la translucidez. ¹²

En la etapa de cocción que se da a 1120°C el núcleo poroso es extremadamente frágil por lo que debe ser manipulado con gran cuidado.

Después de esta primera etapa de cocción se aplica la capa de vidrio de color correcto, de la cual en principio existen cuatro diferentes colores. Este vidrio tiene una excelente capacidad de humectación y una viscosidad reducida a temperatura de infiltración que es de 1100°C ¹⁴ dándole la capacidad de rellenar los poros del núcleo de alúmina. Durante este proceso el vidrio fundido infiltrará el núcleo de alúmina poroso por acción capilar, lo cual da al núcleo el color seleccionado, aunque siempre es bastante opaco, y eleva la resistencia del núcleo hasta 20 veces respecto a la original. Los cristales de oxido de aluminio limitan que las grietas se propaguen y una vez que esta hecha la infiltración se reduce la porosidad. El núcleo de alúmina es tan denso que no es posible el grabado de la

superficie interna con ácido tradicional y así mejorar el proceso de adhesión al tejido dentario. El fabricante recomienda el arenado interno de la cofia y el uso de un cemento de naturaleza resinosa.^{12,13}

Existe una variación del sistema In-ceram convencional llamado In-ceram spinell el cual da a la restauración final mayor translucidez y un valor menor, variando también la resistencia pero aun así superando las de otros sistemas cerámicos.^{13,15}

La resistencia a la flexión de la cofia varia desde 236 MPa hasta 600 MPa ^{16, 12, 14, 17} , la dureza a la fractura se mueve en un rango de entre los 3.1 MPa y 4.61 MPa ¹⁶ , aunque se han reportado valores de 4.49 MPa ¹⁶

El fabricante expone las ventajas del óxido de aluminio como siguen:

Buena estética dado que no expone ningún borde metálico, tiene buena conductividad de la luz, no se produce retracción gingival y buen ajuste, excelente biocompatibilidad, resistencia funcional elevada, no existen irritaciones térmicas por su baja conductividad térmica, posibilidad de inserción no adhesiva, radiolúcido, procesos técnicos estandarizados.¹⁴

Vita In-Ceram no está indicado en casos donde no exista suficiente estructura dental, el resultado de la preparación sea insuficiente, el paciente sea bruxista.¹⁴

COLOR Y PERCEPCIÓN DEL COLOR

La aplicación estética en el operatorio odontológico precisa que, tanto el profesional como el técnico manejen de forma teórica y practica la teoría del color y el

comportamiento de la luz y sus principios científicos lo que va a ayudar de alguna manera en el resultado artístico de las restauraciones finales.

La aceptación de la porcelana como material de restauración por parte del paciente y del dentista esta determinado mas comúnmente por cuanto es acertado el color de manera que se mezcle en el ambiente intraoral pasando desapercibido.

Para lograr acertar un color es importante conocer un poco los principios del color y como el ojo humano percibe la luz y su interacción con los objetos que finalmente arroja un color como resultado de ella. Debe entenderse el uso de color en la forma mas básica, la forma y la influencia de cómo recibimos, interpretamos y como estamos influenciados por lo que vemos nos dará la experiencia necesaria para alcanzar restauraciones con colores mas aceptables.

El color es una propiedad física de los materiales y de el se puede derivar el análisis del mismo y su medición, el metamerismo, las pigmentaciones, la opalescencia, la contraopalescencia, la opacidad y el índice de refracción. Estas propiedades traducidas en valores se dan al material en estudio y cambian la percepción del mismo.

El color es una respuesta de estímulos que el ojo humano percibe después de que la luz incide en la superficie del material. Según la ley de Grassman el ojo humano es capaz de percibir el color en tres parámetros que son longitud de onda, reflectancia luminosa y pureza de excitación¹⁸. La intensidad de la luz reflejada y las intensidades combinadas de las longitudes de onda presentes en un rayo de luz determinan las propiedades aparentes de matiz, valor y croma¹⁹.

La longitud de onda de un color es la longitud de onda de la luz monocromática que al mezclarse en proporciones correctas con un color acromático va a producir el color percibido. Este atributo también es conocido como matiz o coloración²⁰ y esta representado por los rayos de la rueda de color y son por ejemplo rojo, azul y amarillo.

Existen bajas longitudes de onda, por ejemplo la percepción de el color violeta se da bajo una longitud de onda de 350nm mientras que la percepción del color rojo se da en 700 nm, una longitud de onda alta. Entre estas dos longitudes se pueden percibir los otros colores del espectro correspondientes al naranja, amarillo, verde y azul.^{18,21,19}

La reflectancia luminosa de un color le permite a un objeto ser clasificado como parte de un grupo objetos acromáticos que se clasifican desde negro a blanco para objetos que difunden la luz y desde blanco a perfectamente claro y sin color. Al color totalmente negro se le confiere un valor de 0 mientras que al color perfectamente claro se le da un valor numérico de 100, se mide como la cantidad de gris que se percibe desde blanco hasta negro y se le conoce también como valor o brillo.^{18, 20} En la rueda de color las variaciones del valor se mueven en el eje vertical. El valor es la dimensión de color mas critica en una restauración y la que el observador reconoce con mas agudeza y rapidez.²¹

La pureza de excitación de un color describe el grado de la diferencia de la percepción de color acromático que mas se acerca a él, los números que dan valor a la saturación, croma o tono, como también se le llama²⁰ van desde 0 a 1. En la rueda de color las variaciones de saturación se modifican en el eje horizontal.²¹

El análisis del color en forma instrumental es superior en mucho sobre la observación visual ya que las primeras son objetivas, independientes de las condiciones y la experiencia inherentes del observador, son cuantificables y casi instantáneas.²²

La fotografía digital o análoga, los espectrofotómetros y los colorímetros pueden ser usados como medios de medición. Los dos últimos se han reportado como instrumentos de medición^{23, 24 y 25} sin embargo por su costo, su limitada capacidad para medir objetos translucidos y su tamaño limitan el uso para la práctica clínica.²⁶

Parametros de color CIE

La Comisión Internacional de Luz, CIE, siglas por su nombre en francés: Commission Internationale de l'Eclairage, propone un sistema psicofísico que incorpora un observador estandar, fuentes de luz estándar y un sistema de coordenadas. Con el observador estándar se hace una descripción matemática con el promedio de las respuestas normales del ojo humano ante los estímulos de color²⁰

El sistema CIE estandariza las fuentes de luz y la respuesta visual humana, la del receptor, así se logra que éstos parámetros sean eliminados como variables lo cual es aceptado universalmente como una especificación del sistema.

El CIE establece que todos los colores pueden ser igualados por alguna mezcla de los tres colores primarios rojo (X), verde (Y) y azul(Z) que se requieren para igualar el color de una muestra.

Los valores X, Y y Z son datos llamados triestímulos. Ellos pueden ser convenientemente convertidos en coordenadas de cromaticidad para trazarse en un trazado de cromaticidad bidimensional.²⁰

La especificación de los colores no se interpreta en forma feacil en términos de dimensiones psicofísicas de de percepción de color; esto es, valor, croma y saturación.

La necesidad de un espacio de color uniforme se tradujo en la transformación no lineal del espacio CIE XYZ que concluyeron en una especificación concreta de algo que se llama CIE (L*, a*, b*) loq ue permitió especificar los estímulos de color en un espacio tridimensional.

La medición del parámetro L* representa la luminosidad o valor en rangos de 0 (negro) a 100 (blanco), la medición del parámetro a* evalúa la variación de una muestra en las coordenadas cromáticas desde rojo (a+) hasta el verde (a-).

El parámetro b* define la variación de las observaciones en una escala que va desde el color amarillo (b+) hasta el azul (b-).

La diferencia de color o ΔE^* es definida por la ecuación siguiente:

$$\Delta E^* = \{(L_f^* - L_i^*)^2 + (a_f^* - a_i^*)^2 + (b_f^* - b_i^*)^2\}^{1/2}$$

donde i y f son las mediciones inicial y final respectivamente.

La selección del color ya sea por el método visual o por el instrumental, requiere de un entendimiento de la armonía y tolerancia de color, es decir que la diferencia de color (ΔE^*) puede ser percibida por el ojo humano.

Hay tres intervalos dentro de los cuales ΔE^* clasifica las diferencias de color. Los valores de ΔE^* mayores de 1 no serán apreciadas por el ojo humano, los valores en los que ΔE^* esté entre 1 y 3,3 pueden ser apresiados por un operador con habilidad, pero considerados clínicamente aceptables. Aunque algunos autores elevan este rango a 3,6.²⁴

²⁸ y otros en rangos entre 1 y 2^{29,30}

Las diferencias de ΔE^* mayores de 3,3 fue considerado una diferencia apreciable por personas no entrenadas por lo cual sería clínicamente inaceptable. ³¹

METODOLOGIA

DESCRIPCION DE LAS MUESTRAS

El trabajo cuenta en total con una población de 60 especímenes. Se realizaron bases de 12 mm de diámetro y 0.5 mm de grosor de VITA Alúmina utilizando los colores de infiltración de Alúmina AL1, AL2 y AL3, para un total de 20 muestras por color.

Luego a cada muestra se le colocó porcelana VM7 VITA® de los colores 1M1, 3M2, 3M3 y 4M2 con un grosor de 1.5 mm para obtener un total de 12 grupos experimentales (n=5).

Las muestras se analizaron en una Espectrofotómetro (Macbeth 7000^a) utilizando la escala CIE bajo los parámetros $L^*a^*b^*$ para luego calcular diferencias entre los grupos (ΔE^*) bajo luz C, luz A y luz D65.

Se obtuvieron los valores con el propósito de observar en que escalas se dieron los cambios y si estos cambios serán percibidos por el dentista, los resultados se expresaron en términos de valor y croma para el que odontólogo que no tenga mucha experiencia con

los parámetros de la CIE, pueda aplicar los conocimientos adquiridos en una correcta escogencia de los materiales a usar y una correcta comunicación con el técnico dental.

Cada una de las muestras se analizó en el espectrofotómetro Gretag Macbeth Color E/e 7000 ATM sobre fondo blanco, calibrado previo al análisis con fondo blanco y con fondo negro.

FABRICACIÓN DE LOS MOLDES

Se fabricaron moldes de acero inoxidable los cuales tienen una base de 1.5 cm x 1.5 cm.

De ellos sobresale un cilindro de 12 mm de diámetro por 0.5 mm de alto.

Los límites de la base se encajonaron con cera rosada de 10 mm de alto así como se observa en la figura 1.

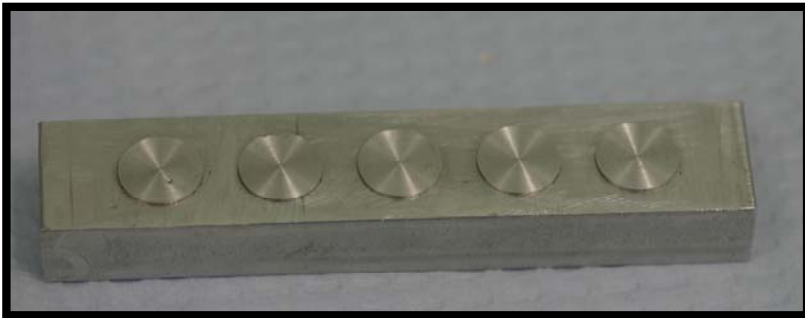


Figura.1 Moldes de acero inoxidable para la preparación de las muestras. El molde será encajonado con laminas de cera rosada para vaciar el yeso especial del sistema

VACIADO DEL YESO ESPECIAL EN LOS MOLDES

Se mezcló el yeso especial VITA In-Ceram con 4,6 ml de agua destilada y 20g de yeso especial VITA In-Ceram a mano y luego mecánicamente al vacío durante 20 segundos.

Se vació el yeso especial en los moldes encajonados con cera rosada colocados en un vibrador para facilitar la fluidez de la mezcla en el molde.

Los moldes de trabajo se desmoldaron después de dos horas de fraguado. Se almacenaron las muestras evitando el contacto con el agua.

PREPARACIÓN DE LA MEZCLA DE ALUMINA IN-CERAM

El peso del polvo de la mezcla debe de ser de 38g (± 0.1 g) de óxido de aluminio, VITA In-Ceram Alúmina.

En un vaso de vidrio se mezcló una ampolla de líquido de mezcla VITA In-Ceram Alúmina/ Zirconia y una gota del aditivo VITA In-Ceram Alúmina para ser premezclados y colocados luego en al aparato ultrasónico.

Los 38g de polvo se mezclaron con el líquido en incrementos. El proceso de mezclado se interrumpió por lo menos tres veces para introducirlo en el aparato ultrasónico con agua helada por dos minutos en cada cese.

Como se ve en la figura 2, al final del mezclado ha de estar precedido por un período de siete minutos de la mezcla en el ultrasónico. Finalmente la mezcla se sometió al vacío por un minuto para lograr una mezcla homogénea.



Figura 2. Mezcla de óxido de aluminio

VACIADO DE LA MEZCLA DE OXIDO DE ALUMINIO EN LOS MOLDES DE ESTUDIO

Después del proceso de preparación de la mezcla de VITA In-Ceram Alúmina, esta se aplicó a los moldes ya preparados en yeso especial inyectándolo con una jeringa de irrigación evitando pausas en la aplicación dado que el proceso debe ser rápido para evitar el secado entre capas. Se cocinó cada disco de prueba según las indicaciones del fabricante.

Luego de la cocción se dejó enfriar en el horno cerrado hasta alcanzar los 400°C y luego con la cámara de cocción abierta hasta alcanzar la temperatura ambiente.

La estructura sinterizada pudo retirarse fácilmente del modelo de yeso especial que se reduce por la contracción de cocción.

Se comprobó con el líquido de control VITA In-Ceram si existen fracturas en las estructuras de alúmina. Las imperfecciones pequeñas como grietas podían ser reparadas con VITA In-Ceram Alúmina Optimizer. Este producto es un compuesto de polvos de óxido de aluminio y de cera y se emplea para completar puntos defectuosos de pequeño volumen.¹⁴ Si la estructura presenta imperfecciones grandes no pueden ser reparadas implica la eliminación de ésta y la fabricación obligatoria de otra nueva muestra.

Finalmente las muestras de óxido de aluminio sin infiltrar eran discos de 12mm de diámetro por 0.5 mm de altura, tal y como se ilustra en la la figura 3.



Figura 3. Muestras finales de óxido de aluminio

Se obtuvieron al menos veinte muestras con las dimensiones ya establecidas, para ser usada con tres tipos de polvo de vidrio: AL1, AL2 y AL3 para un total de 60 muestras.

INFILTRACION DE LAS ESTRUCTURAS DE OXIDO DE ALUMINIO

Se mezclaron las cantidades necesarias de vidrio en los colores AL1, AL2 y AL3 con agua destilada. La mezcla se pinceló con pincel de pelo natural tal y como se observa en la figura 4 en cada uno de los discos de óxido de aluminio que en este momento eran extremadamente frágiles. La capa nueva de vidrio fue de aproximadamente 3 mm con el fin de que cada muestra fuera calibrada y recortada manualmente a 1,5mm de grosor (figura 5).



Figura 4. Aplicación del vidrio para infiltrar



Figura 5. muestra con vidrio antes de ser cocida

Se colocó luego las estructuras en el horno de porcelana sobre láminas de platino (Pt/Au 95/5 Heraeus) como se ve en la figura 6, en grupos de cinco muestras por cocción para ser cocinadas a la temperatura indicada por la tabla 2.



Figura 6. Muestra infiltrada

Es posible infiltrar las estructuras de óxido de aluminio con vidrio en un horno cerámico convencional en el cual no se cuecen aleaciones para evitar la contaminación. Los estándares de cocción los describe el fabricante.

La infiltración se revisó para asegurarse de que no existían puntos similares a la tiza en cuyo caso debía ser repetida la infiltración.

Este proceso de infiltrado se repitió para cada uno de los colores de VITA In-Ceram Alúmina glass powder hasta completar las 60 muestras.

ELIMINACION DEL EXEDENTE DE GLASEADO

Finalmente antes de la aplicación de la cerámica se redujo el excedente de glaseado con una fresa o una piedra de diamante hasta poco antes de llegar a la superficie de la

estructura. Se arenó cada disco con óxido de aluminio de 50 μm con una presión máxima de 3.0 bar.

APLICACIÓN DE LA PORCELANA

Cada grupo de 20 para cada tipo de Alúmina se subdividió a su vez en cuatro grupos de 5 muestras cada uno los cuales fueron cubiertos con cerámica Vita VM7 de los colores 1M1, 3M2, 3M3 y 4M2, éstas porcelanas se aplicaron con un pincel de pelo natural (figura 8) de manera que se hizo otra subdivisión de 2 grupos de 5 muestras cada uno.



Figura 8. Aplicación de la porcelana

Se mezcló el polvo VITA In-Ceram Alúmina glass powder de color 1M1 con suficiente agua destilada como para obtener una consistencia suave. Esta mezcla se pinceló sobre 5 discos fabricados en VITA In-Ceram Alúmina del tipo AL1 en el grosor mencionado.

Se siguió este protocolo con los diferentes colores de vidrio y los diferentes colores de cerámica.

Una vez terminados los discos de muestra, estos fueron calibrados con un calibrador manual y recortados manualmente a un grosor de 1.5 mm.

Se almacenaron las muestras en recipientes cerrados y secos.

TOMA DE COLOR

Cada una de las muestras se sometió a la evaluación del color por medio del espectrofotómetro (Macbeth 7000A) utilizando la escala CIE L*a*b* para luego calcular diferencias entre los grupos (ΔE^*).

Los datos se almacenaron y posteriormente se analizaron para determinar si existían diferencias de color perceptibles entre grupos y entre los parámetros L*, a* y b* para cada color de porcelana, según las diferentes bases de Alúmina en los cuatro colores de cerámica escogidos,

ANALISIS ESTADISTICO

Los grupos se evaluaron utilizando un análisis de varianza de una vía, para la variable color de porcelana y calculado a un nivel de significancia de 0.05 para cada color base de alúmina.

Los promedios se compararon utilizando el test de Tukey-Kramer también calculado a un nivel de significancia de 0.05.

Se realizaron comparaciones cruzadas para determinar cual color base de Alúmina afecta más el color final de cada color de porcelana.

RESULTADOS

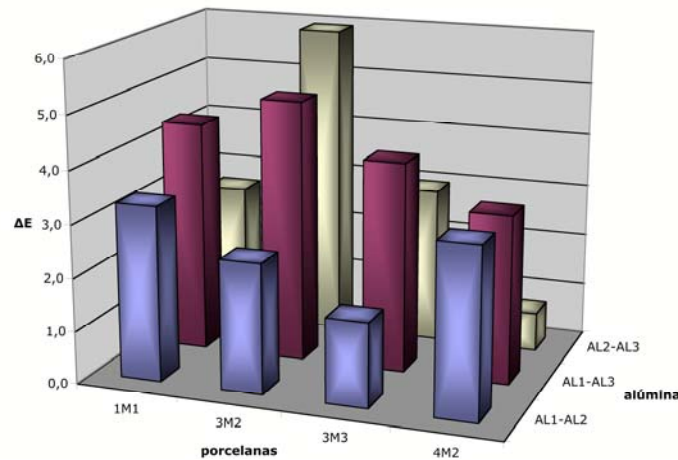
CÁLCULO DE ΔE^* PARA DIFERENTES BASES DE ALÚMINA CON LOS MISMOS COLORES DE CERÁMICAS

Al analizar los resultados a 1.5 mm de grosor se notaron muchos más resultados que evidenciaron la diferencia en la percepción de color.

	AL1-AL2	AL1-AL3	AL2-AL3
1M1	3,3	4,4	2,7
3M2	2,5	5,0	5,9
3M3	1,6	4,0	3,0
4M2	3,2	3,2	0,7

Tabla 5. Cálculo de ΔE^* para las bases de alúmina AL1, AL2 y AL3 con los colores de porcelana 1M1, 3M2, 3M3 y 4M2 a 1,5 mm de grosor.

Gráfico 2. ΔE^* para las bases AL1, AL2 y AL3 con los diferentes porcelanas a 1,5 mm de grosor



Las diferencias de percepción de color mayores de 3,3 se notan en la porcelana de color 1M1 para las bases AL1 vs AL2 y AL1 vs AL3 con valores de 3,3 y 4,4 respectivamente. Como se ve en la tabla 5 los números hacen notar que para este color de porcelana, entre las bases AL1 y AL2 el cálculo de ΔE^* apenas está en el límite menor de medición (3,3), no así en el caso de las bases AL1 vs AL3 donde el resultado de ΔE sobrepasa el límite por más de un punto.

También hay diferencias entre las bases AL1 y AL3 para el color de porcelana 1M1, 3M2 y 3M3. En este caso las diferencias son mucho mayores del límite menor de medición por lo cual se pueden detectar por el ojo humano.

Sólo en la porcelana de color 3M2 se notaron diferencias cuando ésta fue colocada sobre las bases AL2 vs AL3 sin embargo fué este valor el mas alto de la tabla.

ANALISIS DE LAS MEDICIONES PARA LAS BASES DE ALUMINA AL1, AL2 Y AL3 DE TODOS LOS TIPOS DE PORCEL

PROMEDIOS DE LAS MEDIDAS L^* a^* b^* PARA AL1, AL2 Y AL3 PARA LOS CUATRO GRUPOS DE PORCELANA

Para el cálculo de ΔE^* de los tres diferentes colores de alúmina se agruparon las cuatro tipos de porcelanas y a partir de ellos se hicieron los cálculos de los promedios de los grupos.

PARAMETRO L*

Se puede evaluar la cantidad de gris a través del parametro L*. Tal y como se observa en las tablas 10, 11 y 12 las mediciones disminuyen en general desde la porcelana menos saturada en color (1M1) a la más saturada (4M2) con diferencias de casi 7,5 entre el rango mayor y menor de las muestras medidas sobre la base de alúmina AL2. Esto evidencia que entre menos saturada sea el recubrimiento cerámico más claro será el color final percibido.

En promedio los colores más grises se pueden percibir en las muestras sobre las bases alumínicas AL3 y los colores más claros se perciben sobre las bases de óxido de aluminio AL1

PARAMETRO a*

Las tablas 10, 11 y 12 exponen los resultados de la medición del parámetro a* para definir que tanto se acerca los colores finales de las muestras a los matices rojo y verde.

El comportamiento general de las muestras es el mismo conforme se miden los diferentes tipos de cerámica y los diferentes tipos de base alumínica, de manera que se nota una disminución de los valores conforme más saturada es la capa de cerámica que se usó.

Así se ve que, en general, las muestras de cerámica 1M1 son menos cercanas al rojo que las muestras de cerámica 4M2. La diferencia se hace más evidente en el caso de las muestras de cerámica sobre bases de alúmina AL1 donde se pueden leer los valores más altos y más bajos del parámetro a^* de todos.

En el promedio de las mediciones los valores indican que las muestras más cercanas al color rojo son aquellas que se aplicaron sobre bases de óxido de aluminio AL3 y las más lejanas al color rojo son las que se aplicaron sobre las bases de óxido de aluminio AL1.

No se encontró cercanía de las muestras a las tonalidades verdes, dado que todas las mediciones fueron positivas.

PARAMETRO b^*

Se evalúa a través de estos valores en este parámetro que tanto se acercan las muestras a un eje donde los colores van desde el amarillo hasta el azul.

En general las lecturas aumentan conforme las muestras van de una menor a una mayor de saturación de la cerámica usada para el recubrimiento de los discos base de óxido de aluminio (de 1M1 a 4M2).

Las diferencias entre las lecturas mayores y las menores son importantes en número, desde 22,4 (4M2) hasta 12,3 (3M3), mientras que, en el grueso de la muestra las diferencias entre las muestras de 3M2 y 4M2 son bajas.

En promedio las lecturas más altas para el parámetro b^* se registran en las muestras de porcelana sobre base aluminica AL1 (18,4) y las más bajas sobre la base aluminica AL2 (16,8). No se registraron lecturas negativas en las muestras lo que asegura que las mismas no llegan a tener cercanía con el croma azul. Todas estas observaciones se pueden ver en las tablas 10, 11 y 12.

	L^*	a^*	b^*
1M1	80,0	0,9	12,3
3M2	75,3	3,0	19,5
3M3	75,1	2,9	22,4
4M2	72,8	3,6	19,5
promedio	75,8	2,6	18,4

Tabla 10. Promedios para las medidas L^* a^* b^* para AL1 a 1,5mm de grosor y los cuatro grupos de porcelana

	L^*	a^*	b^*
1M1	77,7	1,8	11,2
3M2	76,0	2,6	17,2
3M3	73,8	3,0	21,4
4M2	70,3	3,3	17,6
promedio	74,4	2,7	16,8

Tabla 11. Promedios para las medidas L* a* b* para AL2 a 1.5mm de grosor y los cuatro grupos de porcelana

	L*	a*	b*
1M1	76,6	1,8	13,6
3M2	70,4	3,5	19,0
3M3	71,1	3,1	22,6
4M2	69,9	3,5	18,2
promedio	72,0	3,0	18,3

Tabla 12. Promedios para las medidas L* a* b* para AL3 a 1.5mm de grosor y los cuatro grupos de porcelana

DISCUSION

Seghi y Johnston establecen que los cálculos de ΔE miden la posibilidad de que un observador no entrenado (como un paciente), capte con facilidad las diferencias de color entre dos estructuras con diferentes colores de base.

Las diferencias de color entre las bases AL1 y AL3 es fácilmente perceptible y debería ser evidente la diferencia de colores resultantes en las porcelanas de menor saturación (1M1).

Las diferencias en las menores saturaciones cerámicas era de esperar dado que esta característica de color y la transmisión de luz a través de ella es mas factible en los colores menos saturados que en los mas saturados.

Las mediciones entre las bases AL1 y AL3 cuando tienen un grosor de 1,5mm son mas evidentes para el color de porcelana 3M2 que para 3M3 lo que puede deberse a las diferencias de saturación de las mismas.

Para la comparación de los posibles combinaciones de bases el observador no tendría capacidad para diferenciar el color final cuando la misma tonalidad de cerámica se colocara sobre bases alumínicas AL1 vs AL2 ni tampoco haria diferencias entre aquellas muestras cerámicas sobre AL2 vs AL3 sin embargo los valores si pueden ser percibidos por alguien con el suficiente entrenamiento en toma de color.

Cuando el espesor de las muestras es de 1,5 mm la única porcelana afectada es la 4M2, la cual tiene la mayor saturación de todas las porcelanas usadas. Estas observaciones se apoyan con el estudio de Thompson que concluye que el color y el grosor de las porcelanas influyen significativamente la transmisión de la luz.³

Cuando el técnico tiene poco espacio para trabajar se puede jugar con los colores de bases y recubrimientos cerámicos de dos formas: la alta saturación de la porcelana cubre el color de la base de alúmina y modifica la percepción final de la unidad de restauración o si los colores de porcelana a usar son poco saturados es conveniente pedir al técnico que use los colores base mas claros para que el color final pueda ser modificado por grosor de las capas cerámicas.

Los grosores mayores afectan los resultados finales de las estructuras sobretodo si se usan las bases mas saturadas.

Sin embargo, Takahashi concluye en su investigación que los grosores de las subestructuras no tiene influencia sobre los colores de las restauraciones.

Se recomienda al profesional revisar el espacio disponible para restaurar con una estructura fija no solo para tomar decisiones desde el punto de vista estructural y funcional sino desde la temática de manejo de color.

En un paciente joven se espera encontrar valores mayores, si se desea mas claridad en el resultado final deben usarse colores menos saturados que permiten mejorar la transmisión de luz a travez de ella. Las bases por otra parte varian la percepción del resultado definitivo se prodria esperar obtener los resultados de menor valor al combinar la base AL3 con 4M2 que son la base y la cerámica mas saturadas del grupo, y que la base AL1 diera el valor mas alto. Aún así se deduce del estudio que los valores mas altos se logran con la base AL2.

Para un paciente joven se podría usar los colores mas claros en porcelana sobre la base de AL2.

Las diferencias en el parámetro L* comparando las diferentes bases hace pensar que las diferencias en valor entre bases no es tan importante.

La poca translucidez y las tonalidades mas saturadas típicas de una dentición madura, las cual es la que tiene mayor probabilidad de ser restaurado con estructuras de corona completa, pueden lograrse con las bases AL2, los colores mas saturados y grosores mayores a 2,5mm de porcelana y así lograr un efecto mas gris, menos claro.

Un técnico dental que tenga suficiente experiencia podrá notar que las bases entre ellas se diferencian en su color final. La gran ventaja que estos resultados permiten concluir es que, un paciente que ha recibido una estructura en bases diferentes cuando éstas tienen el grosor correcto no podrá diferenciar si el color ha variado según el tipo de porcelana que se use y así la aceptación del tratamiento final es más fácil y más conforme para él.

Las cerámicas 3M2 y 3M3 son cercanas en la guía de color 3DMaster y las diferencias de color entre ellas no son importantes a simple vista. Cuando estos dos colores de cerámica se colocan sobre los tres tipos de alúmina disponibles las diferencias no varían el resultado final percibido. Si se van a usar colores contiguos en las tablas de color se pueden usar las bases alumínicas indistintamente.

En cuanto a los parámetros a^* y b^* todas las mediciones evaluaron la cantidad de rojo y amarillo que se encontraba en las muestras.

Si importar el grosor de la capa cerámica las variaciones en la cantidad de rojo aumentan con la saturación de la porcelana usada. Esto es de esperar porque las mismas guías de escogencia de color evidencian un acomodo de menor a mayor saturación conforme la guía va de 1m1 hasta 5M2, en el caso de la guía Vita 3DMaster.

Sin embargo la variable grosor sigue modificando los resultados de la percepción de color de las muestras pues al evaluar los resultados en promedio se percibe que en altos grosores las bases alumínicas más claras son las que resultan de colores más intensos en la escala del rojo pues la capa de recubrimiento de porcelana puede modificar de forma importante el color final y es menos posible que transluzca algo del color base. Para los valores a^* se deduce que los colores más rojos se ven en las muestras más gruesas.

Para un técnico que este trabajando con limitaciones de espacio la elección del color de base es fundamental sobretodo en los colores cerámicos menos saturados. Si el espacio de trabajo es mayor a 2,5mm de grosor pueden escogerse bases la combinación de las bases y las cerámicas es mucho mas libre, siempre y cuando se maneje el concepto de que las capas mas gruesas de recubrimiento pueden alterar el color final saturándolo conforme mas cantidad se coloca.

Al evaluar el parámetro b^* en los tres grupos diferentes de alúmina la excepción al acomodo habitual en el cual las variaciones van de menos a mas amarillo conforme aumenta la saturación de la cerámica usada, lo hace las muestras en las que se usaron las cerámicas 3M3 a un grosor de 1,5, las cuales, en general, reportan los valores mas altos y por esto se perciben con mayor cantidad de color amarillo que el resto de las muestras.

El comportamiento de los colores amarillos tan usado en el medio dental es similar al rojo analizado anteriormente.

Cole establece que al determinar el color de una restauración estética el efecto del grosor del mismo debe ser considerado.³

Se puede decir que las diferencias mas notables estaran entonces entre las bases AL1 y AL3 cuando los grosores son de 1.5mm.

Tal y como concluye Giordano³¹, el estricto manejo de los especímenes en todos los pasos de su elaboración pueden afectar los resultados finales

CONCLUSIONES

Las diferencias mas notables en la percepción de color en las muestras se notan en las bases AL1 y AL3

Manteniendo constante el grosor, para cualquier tipo de color de base AL1, AL2 o AL3 a mayor saturación de las porcelanas menor será el valor de la muestra (L*)

Manteniendo constante el grosor, para cualquier tipo de color de base AL1, AL2 o AL3 a mayor saturación de las porcelanas mayor seran los el valores de a* y b* de las muestras

BIBLIOGRAFÍA

1. Vanheusden, A, Mainjot, A. The choice of color in fixed prosthetics: what steps should be followed for a reliable outcome. Rev Belge Med Dent. 2004;59(1):43-56.
2. Heffernan, Michael et al. Relative translucency of all six-ceramic systems. Part I: Core materials. The Journal of prosthetic dentistry, vol 88, num1
3. Thompson, J, Costello RV. The Light Transmission of Feldspathic Ceramics. J Dental Research, 2004, abstract # 1812, special issue.

4. Wattanapayungku, P. Sethu, S. Loh, P.L y Shen, L. Color influence of composite core on all ceramic restorations. J Dental Research, 2004, abstract # 1809, special issue.
5. Takahashi, K. Yoshimoto, R. Watanabe, T y Negoro, N. Effect of abutment colors on shades of all-ceramic crowns. J Dental Research, 2005, abstract # 0404, special issue.
6. Edelhoff, D, Sorensen, J. Light Transmission Through All-Ceramic Framework and Cement Combinations, ADR, 2002
7. Cole, C. De Rijk, W.G. Effects of Shade Guide Thickness on the L*a*b* Values of Diffusely Scattered Light. ADR, 2003.
8. Lamb, M. Word, DJ. Wildgoose, DG. Observations of a New Objective Shade Evaluation System. ADR, 2005.
9. Mohamad, MA. Nagai, S. Salcedo, J. Dasilva, J. Nathanson, D y Weber, H.P. Spectrophotometric And Perceptual Assessment Of Metamerism For Dental Ceramic. ADR 200

10. Kelly et al. Ceramics in dentistry: historical roots and current perspectives.
Dental and medical materials group, nacional standards and technology
11. Heffernan, Michael et al. Relative translucency of all six-ceramic sistems. Part II: Core and veneer materials. The Journal of prosthetic dentistry, vol 88, num1
12. Rosenblum, Marc. Una revisión de las restauraciones de cerámica pura. JADA vol 1, num 2. Mayo-Junio 1998
13. Aschheim, Kenneth, Dale, Barry. Odontología estética, una aproximación clínica a las tecnicas y los materiales. Editorial Mosby. Segunda edición. pp 113-136., Madrid, España, 2002.
14. Vita In-Ceram Alúmina. Instrucciones de uso para la confección de estructuras en la técnica de barbotina. Vita Zanhfabrik, Alemania.
15. Schuartz, Richard, Summitt, James, Robbins, William. Odontología operatoria un logro contemporáneo. Editorial actualidades medico odontológicas Latinoamérica, Primera edición. pp 373-389. Colombia,1999.

16. Raigrodski, Ariel J. All ceramic full coverage. Restorations: concepts and guidelines for material selection. Pract procedures aesthetic dentistry, 2005, 17
(4)
17. Warner, WC y col. Biaxial flexural strength and indentation fracture toughness of three new dental core ceramics. The Journal of prosthetic dentistry. Agosto 1996, vol 76, num 2.
18. Craig, Robert. Restorative Dental Materials. Editorial Mosby, décima edición, pp 30-55. Estados Unidos, 1997.
19. Anusavice, K. Ciencia de los materiales dentales, de Phillips. Mc Graw-Hill interamericana Editores. Décima edición, pp 38-43
20. Arce, Hilda. Cambio de color en resinas al agregarle capas de color de esmalte. Proyecto macro de investigación, Universidad de Costa Rica, 2005.
21. Adhesive procedures manual. Mirage dental systems. Chameleon dental products
22. Wee, A, Monaghan, P, Johnston, W. Variation in color between intended matched shade of dental porcelain. J Prosthetic Dentistry 87: 657-66, 2002.

23. Goodkind, R, Keenan, K, Schwabacher, W. A comparison chromascan and spectrophotometric color measurements of 100 natural teeth. J Prosthetic Dentistry 53:1, January 1985.
24. Johnston, W, Kao, E. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. J dent Rest 68 (5): 819-822, may, 1989.
25. Okubo,S, Kanawati, A, Childress, S. Evaluationof visual and instrument shade matching. J Prosthetic Dentistry 80: 642, 1998.
26. Van der Burgt, T, Ten Bosh, J, Borsboom, P Kostsmit, W. A comparison of a new and conventional methods for quantification of tooth color. J Prosthetic Dentistry 63: 155-62, 1990.
27. Ruyter, I, Nilner, K, Moller, B. Color stabilityof dental composite resin materials for crown and bridge veneers. Dental Materials 3: 246, 1987
28. Seghi, R, Hewelett, E, Kim, J. Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. Journal of Dental Research 68: 1760-1764, 1989.
29. Seghi, R, Johnston, W, O'Brien, W. Spectrophotometric analysis of color difference between porcelain systems. J Prosthetic Dentistry 56:35-40, 1986.

30. Vichi, A, Ferrari, M, Davidson, C. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. Dental Materials. 20: 530-34, 2004.

31. Giordano,R, Delucas, R. Poher, R y Sabrosa C Effects of Processing on Properties of an Alumina Core Ceramic. J Dental Research, 2005, abstract # 1766, special issue.