



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

INFLUENCIA DEL COLOR EN EL ÉXITO ESTÉTICO
DE LAS RESTAURACIONES PROTÉSICAS

T E S I S A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A :

DIANA CITLALI GARCÍA FLORES

DIRECTOR: MTRO. CARLOS MARTÍNEZ REDING GARCÍA

MÉXICO D. F.

MAYO 2006

M. 708756

V. R. ...
[Firma]



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Diana Citlali García Flores

FECHA: 6 - Abril - 06

FIRMA: 

UNA SONRISA

Una sonrisa no cuesta nada y produce mucho.

Enriquece a quienes la reciben, sin empobrecer a quienes la dan.

No dura mas que un instante, pero su recuerdo a veces es eterno.

Nadie es demasiado pobre para no merecerla.

Da felicidad en el hogar y apoyo en el trabajo.

Es un símbolo de amistad.

Una sonrisa da reposo al cansado y anima a los deprimidos.

No se puede comprar, ni prestar, ni robar, pues es una cosa que no tiene valor, hasta el momento en que se da.

Si alguna vez te tropiezas con alguien que no sabe dar una sonrisa, se generoso y dale la tuya.

Porque nadie tiene tanta necesidad de una sonrisa como el que no puede dársela a los demás.

Gandhi

Gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México, por haberme abierto sus puertas, y sembrar la semilla del conocimiento.

Gracias a mis padres y hermanos porque ustedes representan el motor de mi vida, gracias por enseñarme a buscar siempre mis sueños, por dejarme volar sola y darme la libertad de tomar mis propias decisiones.

Gracias por toda su paciencia, comprensión, apoyo y sobre todo por amarme tanto.

Gracias a mis 4 maravillosas tías por todo su apoyo durante todos estos años, para mi han representado todo un ejemplo a seguir, sin ustedes no lo hubiera logrado y también gracias Mama Mela por haberme abierto las puertas y por toda su paciencia y gran sabiduría.

A mis amigos que estuvieron siempre alentándome a seguir; a todos y cada uno de ustedes Gracias.



ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	7
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	9
III. OBJETIVOS.....	10

CAPÍTULO 1

CONSIDERACIONES ANATÓMICAS Y FISIOLÓGICAS QUE INTERVIENEN EN LA PERCEPCIÓN DEL COLOR

1.1 Generalidades del Ojo	11
1.1.1 Retina	13
1.1.2 Pupila	14
1.1.3 Conos y bastones	14
1.2 Consideraciones Fisiológicas	15
1.2.1 Visión del color.....	15



CAPÍTULO 2

COMPRENDER EL COLOR

2.1	Definición del color	18
2.2	Física del Color	19
2.2.1	Emisión de la luz	21
2.2.2	Círculo Cromático	22
2.2.3	Comprensión del color	24
2.2.4	Adición y sustracción	25
2.2.5	Transmisión y Absorción	27
2.2.6	Reflexión y absorción	27
2.2.7	Percepción	28
2.3	Reproducción del color	28
2.4	Sistema de ordenamiento de Color de Munsell	29
2.4.1	Identificación de los colores de Munsell	32
2.4.2	Espacio ideal del color	32
2.5	Dimensiones del Color	33
2.5.1	Tono	34
2.5.2	Cromatismo	34
2.5.3	Valor	35
2.5.4	Translucidez	37
2.5.5	Opalescencia	39
2.5.6	Fluorescencia	40
2.5.7	Metamerismo	41
2.5.8	Formas y Texturas	42

CAPÍTULO 3

TÉCNICAS PARA LA TOMA DEL COLOR

3.1	Guías de color.....	45
3.2	Requerimientos de una guía de color	47
3.3	Técnicas para la selección del color	48
3.2.1	Diferentes guías de color	51
3.2.1	Espectrofotómetro	58
3.3	Transmisión del color al laboratorio	62
VI.	DISCUSIÓN.....	64
VII.	CONCLUSIONES	65
VIII.	FUENTES DE INFORMACIÓN	66

I. INTRODUCCIÓN

El color tiene un papel importante en nuestra vida diaria. Actualmente en el área odontológica representa parte del rompecabezas del éxito de una restauración estética, ya que el paciente demanda una mayor capacidad del profesional para percibir las sutilezas del color y así mostrar una mejor sonrisa.

El éxito de una restauración estética se conforma de varios elementos; forma, textura, color, ajuste, proporción, caracterización, etc. estas se unifican y conjuntamente dan un excelente resultado en el paciente. Cabe mencionar que estos elementos no pueden ser separados y el resultado es el conjunto en uno solo.

Si todos los elementos están presentes excepto uno, ya sea la forma, la textura, el ajuste... nuestro objetivo no se cumplirá ya que la estética será un fracaso, es así como en este trabajo se trata de remarcar la importancia de uno de estos elementos como lo es el color. en el resultado final de nuestra restauración, ya que si al término del trabajo todos los elementos antes mencionados se encuentran excepto el color el resultado será un fracaso.

El color podríamos definirlo como el efecto de una fuente de iluminación reflejada por el objeto hacia el ojo del observador.

Si viajamos a través del tiempo, la teoría del color es estudiada como tal por Newton que observó la luz a través de un prisma de cristal, en donde ésta se dividía en seis colores descubriendo que tiene la capacidad de colorear todo lo que se encuentra a nuestro alrededor.

Munsell considera el color como una entidad tridimensional al cual se le estudia el tono, valor y cromatismo.

Pero fue hasta 1931 cuando el Dr. Clark llevo a cabo una medición y análisis científico del color y se publica en el artículo "The Clark Tooth color system" retomando el estudio de Munsell y en 1973 R. Sproull hizo una descripción del anterior trabajo resaltando la tridimensión del color: tono, valor y cromatismo o intensidad.

Según los trabajos mencionados anteriormente podemos considerar el color como una entidad tridimensional en las que están presentes tono, cromatismo y valor.

El Tono (Hue) o Matiz puede ser definido como el color propiamente dicho o el color básico del objeto. A si mismo el Cromatismo (Chroma) o Intensidad se puede entender como el grado de saturación del tono o como la intensidad del color.

El Valor (Value) o Brillo cualidad que relaciona el color con la escala de grises, determinando la luminosidad de un color. Tratándose de la dimensión más difícil de identificar, podríamos decir que este nos puede dar el éxito o el fracaso de nuestra selección, ya que el saber elegirlo no es tarea sencilla.

Existen variables que modifican la apreciación del color siendo estas: fuente de iluminación, transmisión, absorción, refracción, translucidez, al igual que influyen el observador, el material y fondo.

Comprender el color se requiere del manejo de varios términos en áreas como: Óptica, Anatomía, Fisiología, Química, Física, entre otras.

Agradezco la colaboración en este trabajo al Mtro: Carlos Martínez Reding García, ya que sin su dirección no hubiese sido posible concluirlo. Gracias por compartir conmigo parte de sus conocimientos y por todo el apoyo que siempre me ha brindado. Gracias también por ser un gran ser humano y un excelente profesional. Con toda mi cariño, respeto y admiración.



II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

Identificar las características policromáticas de los dientes, para así lograr la igualación de las restauraciones estéticas con el diente natural.

Al conocer las técnicas existentes para la toma de color, se estará en la posición de poder identificar acertadamente el color del diente y transmitirlo al laboratorio.



III. OBJETIVOS

Comprender la importancia del Valor, Tono y Cromo dentro de la identificación del color.

Valorar la influencia que tiene el color en el éxito de una restauración estética tomando en cuenta los medios externos e internos de iluminación.

Mencionar las diferentes técnicas usadas para una toma exitosa de color.

CAPÍTULO 1

CONSIDERACIONES ANATÓMICAS Y FISIOLÓGICAS QUE INTERVIENEN EN LA PERCEPCIÓN DEL COLOR.

1.1 Generalidades del ojo

Es el órgano periférico de la visión en donde la luz de ciertas longitudes de onda, inician un proceso fisiológico de la sensación subjetiva de la visión.⁽¹⁶⁾

El ojo esta constituido por distintas estructuras, las principales son: **Esclerótica**, esta es la envoltura externa del globo ocular y es modificada en su porción anterior para formar la córnea transparente por la cuál los rayos luminosos entran al ojo. (Figura 1)

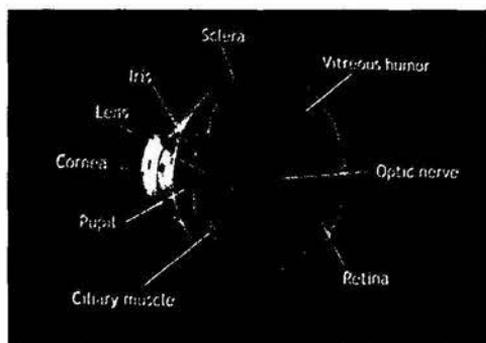


Figura 1. Anatomía Ocular⁽¹⁰⁾

La **Coroides** se encuentra dentro de la esclerótica, esta es una capa pigmentada que contiene vasos sanguíneos, que nutren la estructura del ojo. Se continúa en un músculo involuntario denominado Iris que funciona a manera de diafragma y en el centro se localiza la pupila. El Iris tiene la capacidad de contraerse o relajarse.



La pupila se dilata (midriasis) o contrae (miosis) dependiendo de la cantidad de luz que llega al ojo para permitir que entre la cantidad adecuada.⁽¹⁴⁾

La **Retina** se encuentra revistiendo las dos terceras partes posteriores de la coroides y es un tejido nervioso que contiene células receptores. Se le podría considerar como una extensión del cerebro por estar formada de neuronas. La Conjuntiva es una delicada membrana mucosa que se encuentra en la parte expuesta del globo ocular.⁽³⁵⁾ (figura 1)

El **Cristalino** es una estructura transparente que se encuentra adherida a la porción anterior engrosada de la coroides el cuerpo ciliar, el cual contiene fibras musculares, circulares y longitudinales que se insertan cerca de la unión corneoescleral.

El **Humor Vítreo** se encuentra en el espacio entre el cristalino y la retina y es producido en el cuerpo ciliar fluyendo hacia la pupila llenando la cámara anterior del ojo.⁽¹⁴⁾

1.1.1 Retina

En la retina existen 2 tipos de fotorreceptores distintos tanto morfológicamente como funcionalmente: los conos y los bastones, estos se diferencian por su forma cilíndrica en los bastones y cónica en los conos.⁽¹⁴⁾

Los bastones son sensibles a bajas densidades luminosas e intervienen en la visión nocturna son los conos que intervienen en la visión diurna y la percepción de los colores. Cuando los conos están excitados los impulsos nerviosos se transmiten por neuronas aferentes presentes en la retina y viajan por el nervio óptico hacia la corteza cerebral.⁽³⁵⁾

La retina se extiende de la superficie interna de la capa de la coroides hasta el cuerpo ciliar y esta compuesta por 10 capas , conteniendo conos y bastones y 4 tipos de neuronas celulares bipolares, células ganglionares, células horizontales y células amadrinas.⁽¹⁶⁾

Las capas de la retina que van del exterior hacia el interior, hasta llegar al nervio óptico son:

1. Epitelio pigmentario
2. Capa de bastoncillos y conos
3. Membrana limitante externa
4. Capa nuclear externa
5. Capa plexiforme externa
6. Capa nuclear interna
7. Capa plexiforme interna
8. Capa de células ganglionares
9. Capa de fibras del nervio óptico
10. Membrana limitante interna.

1.1.2 Pupila

Es una abertura circular del iris, por detrás de la cámara interior del ojo y de la córnea y delante del cristalino. Su diámetro cambia con la contracción y relajación de las fibras musculares del iris como respuesta a los estímulos luminosos y estados emocionales. Esta es la ventana del ojo a través de la cuál la luz entra hacia el cristalino y la retina.^(35,14)

1.1.3 Conos y Bastones

Son células fotorreceptoras, células polarizadas cuyas porciones apicales conocidas como segmentos externos son dentritas especializadas. Estos segmentos están rodeados por células epiteliales pigmentadas, formando sinapsis entre ellas.⁽¹⁶⁾

Los conos se distinguen por tener un extremo superior cónico. Los bastones son más estrechos y largos que los conos, miden de 2 a 5 micras de diámetro, mientras que los conos de 5 a 8 micras de diámetro.⁽¹⁶⁾ Tanto los conos como los bastones tienen partes funcionales las cuales son: segmento externo, segmento interno, núcleo y cuerpo sináptico.

En el segmento externo se halla el producto fotoquímico sensible a la luz, en los bastones es la rodopsina y en los conos la yodopsina que son muy parecidas salvo que la rodopsina tiene diferencias en su sensibilidad espectral. Ambas son proteínas conjugadas: las concentraciones de estos pigmentos constituyen cerca del 40% de toda la masa del segmento anterior.⁽³⁵⁾

Los bastones y conos establecen sinapsis con las células bipolares y estas a su vez con las ganglionares, sus axones convergen y abandonan el ojo ya como nervio óptico.⁽¹⁶⁾

1.2 Consideraciones Fisiológicas

1.2.1 Visión del Color

Nuestro sistema visual detecta la luz reflejada en el entorno usando los órganos sensibles a la luz que se encuentran en la retina, la cual forma el revestimiento interno de la parte posterior del globo ocular. La luz entra al ojo a través de la pupila y se enfoca sobre la retina mediante el cristalino. La retina consta de un mosaico de células especializadas llamadas bastoncillos y conos que contienen pigmentos que reaccionan ante la luz. Los cambios químicos que tienen lugar cuando los pigmentos visuales de los bastoncillos y conos absorben la luz inician los impulsos eléctricos que posteriormente procesa una red neuronal de células del cerebro y que finalmente conllevan a la excitación de células que se encuentran en diversas áreas especializadas de la región externa del cerebro conocida como corteza (figura 2). Aún se desconoce en dónde ocurre realmente la percepción cerebral del color, si es que se da en cierta área determinada, pero la actividad dentro de la corteza visual en la parte posterior del cerebro se ve notablemente implicada.⁽⁴⁰⁾



Figura 2. Percepción cerebral del Color⁽⁴⁰⁾

Los bastoncillos son los responsables de nuestra visión cuando hay bajos niveles de iluminación en condiciones a las que se les denomina visión escotópica o nocturna. Con niveles de iluminación mayores o fotópicos, la visión del color es mediada por las reacciones de los conos. Hay tres tipos de esos conos, con un máximo de sensibilidad de 420nm (longitudes de onda cortas), 530nm (longitudes de onda medias), y (560nm longitudes de onda largas), a los que se les da los nombres de conos C, M y L, respectivamente. Las tres clases de conos no se encuentran distribuidas uniformemente a través de la retina.⁽⁴⁰⁾

En la región central o fovea, por ejemplo, sólo están presentes conos M y L y hay aproximadamente el doble de conos L que de conos M. Los conos C son relativamente raros en la retina, pero su mayor concentración se ubica en un anillo que rodea a la fovea.

La retina contiene varias capas de células, y las señales generadas por la transducción de la luz en energía química y eléctrica en los conos activan a las células bipolares y ganglionares antes de abandonar el ojo a través del nervio óptico.

Los conos y bastoncillos proporcionan, cada uno, una respuesta invariable, y la consecuencia de esto es que las clases individuales de conos y bastoncillos no perciben el color. Es decir, el sistema visual escotópico sólo puede percibir tonalidades de gris, y las tres clases de conos consideradas separadamente tampoco son capaces de distinguir las longitudes de onda. Para la visión en color se requieren de al menos dos clases de conos.

El sistema visual fotópico logra la visión en color al analizar las respuestas relativas de las tres clases de conos en el ojo. Una consecuencia importante de la varianza de las respuestas de los conos es el metamerismo. Dos señales en color pudieran ser espectralmente diferentes y, sin embargo, aún pudieran provocar las mismas reacciones en los conos.

Si bien la existencia de tres clases de conos puede, en esencia, explicar el fenómeno de la tricromaticidad, la representación opuesta explica otros aspectos de la naturaleza de la percepción del color, incluyendo el por qué parece haber, desde una perspectiva psicológica, cuatro colores primarios: rojo, amarillo, verde y azul, de los cuales se hablara más adelante. Las señales opuestas abandonan la retina a través del nervio óptico y pasan, por medio de una estructura del centro del cerebro que se llama el núcleo geniculado lateral, hasta la corteza visual, la cual se localiza en la parte posterior de la cabeza. En la corteza se procesa aún más la información del color, en donde se combina con la información espacial y temporal para generar la percepción unificada de la visión de una manera que aún no se comprende del todo.⁽⁴⁰⁾

En donde Lum es el canal de luminancia, O_{RG} es el canal rojo-verde, O_{YB} es el canal amarillo-azul, L , M y C representan las reacciones de los conos.

$$O_{YB} = L + M - C$$

$$O_{RG} = L - M$$

$$Lum = L + M$$

con las siguientes ecuaciones:

Las reacciones de los conos se combinan en la retina de tal forma que las células ganglionares retinianas reaccionen ante la luminancia y las señales de color rojo-verde (verde rojizo) y amarillo-azul (azul amarillento). Podemos representar la transformación de las respuestas de los conos ante los procesos a los que se enfrenta para generar sensaciones de color a partir de los tres colores primarios.

De hecho, la mayoría de los métodos de reproducción de imágenes en color (como, por ejemplo, las impresoras, las televisiones, etc.) sacan ventaja de este fenómeno



CAPÍTULO 2

COMPRENDER EL COLOR

2.1 Definición del Color

Es una radiación electromagnética que tiene una longitud de onda que se mide en nanómetros y energía que se mide en electrovoltios. La luz solar es blanca y se compone por radiaciones del espectro visible.⁽⁸⁾ La luz al atravesar un prisma se refracta y se descompone en distintos colores, porque los colores de longitud de onda mas larga se refractan mas que los de onda mas corta provocando la separación de los colores. (Figura 3.)

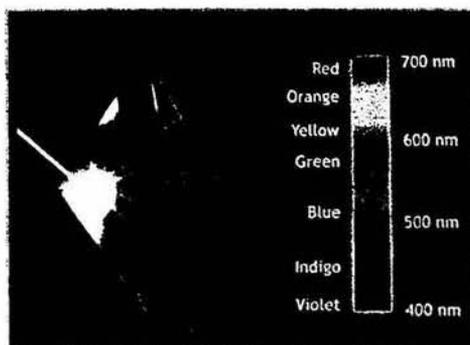


Figura 3 Refracción de los colores ⁽¹⁰⁾

2.2 Física del Color

El sistema visual humano solo es capaz de percibir una banda muy estrecha de longitudes de onda dentro de un intervalo aproximado de 360 a 780nm.

La distribución de la potencia espectral de la luz del día varia con la posición geográfica, la hora del día y época del año, pero el conjunto de distribuciones de la potencia de la luz del día es similar a la emitida por un cuerpo oscuro calentado a diferentes temperaturas.

La fuente ideal de luz es la luz natural del medio día, entre las 11 y 12 de la mañana y entre 2 y 3 de la tarde, esta luz tienen una temperatura del color de 6500° K la ideal para la toma del color. Al salir el sol en un día despejado predomina el color rojo y corresponde a una temperatura de 2000° K, una hora mas tarde se vuelve anaranjado y luego amarillento, una hora mas tarde va pasando a un tono azulado aproximadamente a 4000° K y al llegar a las 12 del medio día se alcanzan los 6500° K y los tonos son ligeramente blanquecinos entre las 12 y las 2 la temperatura aumenta hasta los 11000° K predominando los azules y los violáceos y luego decrece para llegar de nuevo a los 6500° K y posteriormente vuelven a predominar los tonos amarillentos, naranjas y rojizos cuando llega el crepúsculo. Estos tonos se vuelven azul grisáceos ante la presencia de nubes, por ello estas no son condiciones idóneas para la toma del color.⁽²²⁾

Los objetos interactúan con la luz de una manera variada y compleja que incluye procesos de absorción, dispersión, refracción y difracción, pero es la luz que reflejan los objetos en el entorno la que usamos para identificar a esos objetos en base a su color.

A las propiedades de reflexión de los objetos se les puede determinar mediante los factores de reflexión espectral que normalmente se miden a intervalos regulares en el espectro visible de radiación.

Los espectrofotómetros de reflexión típicos pueden medir los factores de reflexión a intervalos de 10nm dentro de un intervalo de 400 a 700nm (aunque algunos instrumentos extienden su medición a longitudes de onda más cortas o más largas). Los factores de reflexión se encuentran normalmente dentro de un intervalos de 0 a 1 y representan la cantidad proporcional de luz reflejada en cada intervalo de longitud de onda. La luz que vemos cuando miramos a un punto en el entorno depende evidentemente de la distribución de la potencia espectral de la fuente iluminante y de las propiedades de reflexión del entorno en ese punto. En el caso de los objetos no fluorescente el espectro de reflexión obtenido es independiente de la fuente luminosa que se usó en el espectrofotómetro para la medición. De este modo, podemos calcular la señal de color de cualquier objeto bajo cualquier iluminante al efectuar una sencilla multiplicación en cada longitud de onda de la reflexión con la potencia iluminante en esa longitud de onda.⁽⁴⁰⁾

Los colores que observamos Van desde 400 a 700 nanómetros; cada uno de ellos tiene diferentes longitud de onda (*figura 4*)

Rojo	-	650-800nm
Naranja	-	590-649nm
Amarillo	-	550-589nm
Verde	-	490-553nm
Azul	-	460-489nm
Índigo	-	440-459nm
Violeta	-	390-439nm



La longitud de onda menor que el violeta se encuentra el ultravioleta, los rayos X, los rayos gamma y los rayos cósmicos. De longitud de onda mayor que el rojo se encuentra el infrarrojo, las microondas, televisión y radio.



Figura 4. Longitudes de onda⁽²⁾

2.2.1 Emisión de la luz

Ocurre del proceso físico o químico, cada proceso libera mas luz en ciertas longitudes de onda para crear la blanca. Una fuente de luz tendría que emitir la misma longitud de onda para crear la luz blanca.⁽³⁰⁾

Ninguna fuente de luz puede emitir perfectamente la luz blanca, esto afecta la percepción del color porque hay ciertas longitudes de onda que son producidas para interactuar con el objeto que aparenta ser de diferentes colores bajo distintas fuentes de luz y se puede producir una lectura falsa del color.⁽¹⁾

2.2.2 Círculo Cromático

Este representa gráficamente las relaciones entre los tonos primarios, secundarios y complementarios.⁽⁴⁾ También llamado disco de Darwin, este se encuentra distribuido de la siguiente manera, siguiendo la dirección de las manecillas del reloj: rojo, naranja, amarillo, verde, azul, violeta.⁽⁸⁾

Cada color primario tiene un complementario que es su oponente en el círculo cromático (el diente tiene un predominio de amarillo y su oponente complementario es el violeta) para obtener el gris correspondiente se mezclan los dos colores (primario + complementario = gris)

La mezcla de un color primario con su respectivo complementario da lugar a un color grisáceo. Nunca mezclaremos un color primario con el gris, pues daría como resultado un gris sucio y poco natural.

Colores primarios: Los colores primarios son el magenta, cyan y amarillo, estos no pueden obtenerse mediante ningún tipo de mezcla, el magenta es rojo que tiende a púrpura, el amarillo ni cálido, ni frío, es muy brillante y luminoso y cyan es un azul tendente al verde, también se denominan colores base y se consideran autónomos, ya cada uno se ve libre de la influencia de los otros dos.

Constituyen la base del sistema cromático dental, en odontología los pigmentos de óxidos metálicos que se emplean para colorear las porcelanas solo permiten crear determinados rojos.⁽⁴⁾

Colores secundarios: Los colores secundarios son el rojo, verde y violeta y son el resultado de la mezcla de dos tonos primarios cualesquiera que sea proporción un tono secundario. Si se modifica el croma de los tonos primarios de una mezcla se altera el tono de un color secundario obtenido.^(4,10)

La mezcla del magenta y el amarillo se obtiene el rojo, el verde se obtiene de cian y amarillo y el violeta con magenta y cian. Son colores puros formando con los colores primarios la composición sustractiva.

Colores Complementarios: Son aquellos colores que se oponen directamente en el círculo cromático, un color primario se contraponen siempre a un tono secundario y viceversa, cuando se mezcla un tono primario con un tono secundario complementario, se produce un efecto de cancelación de ambos colores y se obtiene el gris, siendo esta la relación mas importante en los colores dentales.^(8,4)

Los tonos complementarios producen el fenómeno de la intensificación; cuando se colocan dos tonos complementarios uno junto a otro se intensifican entre si y adquieren aparentemente un croma superior.⁽⁴⁾

Los colores complementarios pueden ser en pares y son:

- ∞ Cian y Rojo
- ∞ Magenta y verde
- ∞ Amarillo y violeta.

Los principios aditivos de los colores complementarios pueden ser usados como una alternativa para las restauraciones dentales.

Para modificar el tono, se puede reducir el croma o bajar el valor, aplicando el tono complementario sobre el color que se desea modificar.⁽¹⁰⁾

2.2.3 Comprensión del Color

El color es el resultado de la interacción de tres elementos: una fuente luminosa, un objeto y el ojo humano. La luz es modificada por un objeto y se puede reflejar y/o absorber. En consecuencia, el observador percibe la luz modificada en la forma de un color determinado.

El color no es algo inherente a los objetos, la superficie de un objeto refleja algunas longitudes de onda de luz y absorbe todas las otras, percibimos sólo las longitudes de onda *reflejadas* como el color del objeto. Cada color tiene un esquema de longitud de onda que es único, y para ilustrarlo se podría utilizar la analogía de que viene a ser como una huella digital. A este esquema se le llama *datos espectrales* y se le puede trazar como una curva espectral, la cual proporciona una representación visual de la huella digital del color.

Para que un color exista tiene que haber una interacción entre tres elementos: luz, objeto y observador, si estos elementos no están presentes el color no existiría.⁽³⁰⁾

Como ya hemos mencionado anteriormente, las ondas luminosas visibles ocupan una pequeña porción del espectro electromagnético masivo, el cuál también incluye ondas invisibles como los rayos X, los rayos ultravioleta y las ondas de radio y de radar. Las ondas se miden por su longitudes de onda, a las cuales se les define como la distancia entre las crestas (picos) de las ondas.

La región del espectro electromagnético que es visible al ojo humano se encuentra entre los 400 y los 700nm.

La ciencia de combinar los colores comprende la física, psicofísica, e incluso la filosofía, conocimientos de álgebra, cálculo, la naturaleza de la luz, teorías de la visión, espectrometría, sistemas de ordenamiento del color y otros temas que tengan que ver con la ingeniería del color, aunque estos conceptos no son necesarios para

percibir y escoger el color son importantes para comprender que sucede en la percepción y en la combinación de los colores.⁽²⁵⁾

2.2.4 Adición y Sustracción

Uno de los medios más simples de obtener tonalidad es usando un solo color. Esto nos obliga a depender únicamente de las diferencias de valor e intensidad para construir nuestra composición. La unidad de color automáticamente crea una tonalidad armónica.

Una parte fundamental del estudio del color trata sobre sus mezclas. Explica dos fenómenos muy bien diferenciados que son la síntesis aditiva y la síntesis sustractiva y son de los principales métodos para la reproducción de una gama cromática.

El **sistema aditivo**: es una combinación de luces para originar una gama cromática. Rojo, verde y azul son los colores aditivos primarios. Cantidades similares de los tres dan lugar a la luz blanca. (figura 5)

Cuando se mezclan dos cantidades iguales de colores aditivos primarios, se originan los colores complementarios.^(7,10)

La mezcla aditiva de rayos luminosos de diversos colores puede producir diferentes resultados:

azul (muy intenso con tendencia al violeta) + verde = cyan;

rojo + verde = amarillo

violeta + rojo = magenta.

En la mezcla aditiva se emplean focos luminosos de color. En ella los complementarios mezclados producen el blanco. Los colores primarios en la mezcla aditiva son el rojo, verde y azul oscuro, como se mencionan anteriormente.

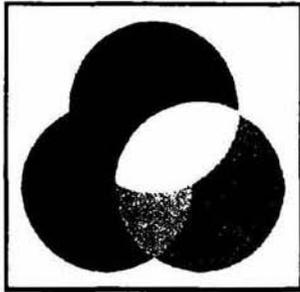


Figura 5. Mezcla Aditiva ⁽⁷⁾

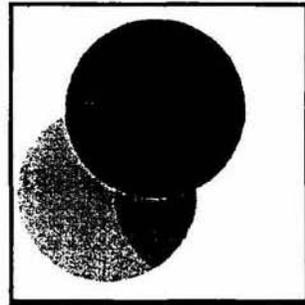


Figura 6. Mezcla Sustractiva ⁽⁷⁹⁾

Cuando el haz de luz llega al objeto, la estructura molecular de este puede:

- Absorber los haces del color que contiene la luz y como consecuencia obtener el color negro, es decir ausencia de color.
- Reflejar los haces de luz y así obtener el blanco, ya que la luz es blanca.
- Absorber algunos haces de color y reflejar otros con los que se obtendría el color resultante de la mezcla de los haces reflejados.

El **sistema sustractivo** es todo lo contrario, combina la oscuridad para originar una gama cromática, en este sistema los colores primarios son: el amarillo, cian y magenta, cantidades similares de estos forman el color negro. (Figura 6)

Aquí nos estamos refiriendo a que el color se obtiene por medio de pigmentos de materia coloreada. En la mezcla sustractiva los complementarios se anulan obteniendo una cierta tonalidad gris. Este sistema es el utilizado en odontología ya que se trabaja con pigmentos para lograr los tonos deseados. pero a su vez necesitamos conocer el sistema aditivo para tomar en cuenta la luz.

Ya que conocimos ambos sistemas, los podemos llamar contradictorios ya que los colores primarios del sistema aditivo al mezclarlos obtenemos los primarios de sistema sustractivo y viceversa si mezclamos los colores primarios del sistema sustractivo obtenemos los primarios del sistema aditivo como se muestra en las figuras 5 y 6; si mezclamos los 3 primarios obtenemos como resultado el blanco en el sistema aditivo y el negro en el sistema sustractivo, esto significa que cualquier mezcla que hagamos con colores regidos por el sistema aditivo nos da como resultado un color mas luminoso y por el contrario en el sustractivo cualquier mezcla que se haga da como resultado un color mas oscuro.^(7,10)

2.2.5 Transmisión y Absorción

La transmisión ocurre cuando la luz pasa a través de un material transparente o translucido. Si la luz encuentra moléculas o partículas largas algunas longitud de onda serán absorbidas siendo determinadas por la densidad y el maquillaje de dicho material.

Si el objeto es transparente la luz es transmitida y el color blanco es percibido pero si el objeto es opaco toda la luz es absorbida y el color negro será percibido.⁽¹⁰⁾

2.2.6 Reflexión y Absorción

La reflexión ocurre cuando el rayo de luz golpea un objeto sólido y este lo rebota. Dependiendo de la estructura molecular o la densidad del objeto algunas longitud de onda son absorbidas en lugar de ser reflejadas.

La longitud de onda que son reflejadas componen el color que es transmitido. Teóricamente un objeto que absorbe toda la luz será percibido como blanco y el objeto que absorbe toda la luz será percibido como negro.

Las propiedades de superficie de un objeto puede afectar la transmisión, la reflexión y la absorción de la luz. Condiciones externas como iluminación, ojo humano no tiene efecto en la data espectral.⁽⁷⁾

2.2.7 Percepción

La longitud de onda que alcanza el ojo ya sea como emisión, transmisión o reflexión son recibidas por células sensoriales de la retina; conos y bastones.

Los bastones perciben el valor del color (la intensidad de los rayos de luz que alcanza el ojo). Los conos perciben el tono.

El patrón de longitud de onda que es percibido por el ojo es la huella del color.

Esta huella se forma por la longitud de onda de la luz reflejada de un objeto, en referencia al porcentaje de reflexión e intervalos de distribución de la longitud de onda, como una curva espectral.⁽¹⁰⁾

El color que es percibido es solamente en la forma de las longitudes de onda reflejadas y el color que percibimos y recordamos realmente esta en nuestra mente, ver figura 2.

La variación de fuentes de luz pueden traer problemas a la percepción y complicar la selección apropiada del color del material restaurador. También esta puede verse afectada por limitaciones fisiológicas de los ojos como por ejemplo el Daltonismo, que se puede describir como ceguera hacia los colores, y se distingue por la incapacidad de identificar el color rojo, estos son defectos de origen hereditario de carácter recesivo ligado al sexo⁽³⁾

2.3 Reproducción del Color

Ya se ha mencionado antes los elementos que se toman en cuenta para entender, percibir y reflejar el color y al conocer esos conceptos nos es mas fácil aplicarlos en

nuestra área. En odontología utilizamos los principios básicos de comprensión del color y así poder aplicarlos a nuestras restauraciones: el color se reproduce por medio de modelos de color tridimensional que están basados por el mismo mecanismo por el cual este color es percibido por el ojo humano como la emisión, reflexión y transmisión de la luz dependiendo de cómo haya sido reproducido.

No es suficiente ver, el observador debe comprender lo que ve, la visión debe acompañarse de la percepción, la selección del color es un proceso tanto visual como cerebral. Igualar y modificar colores consiste en mirar y analizar las diferencias del color y así poder realizar la acción adecuada.

Los colores más útiles para igualar el color del diente son; el naranja, amarillo, violeta, gris, los marrones de diferentes matices y concentraciones así como los blancos de diferente translucidez. El violeta es útil para neutralizar el tono básico, reducir la intensidad y dar un aspecto más gris (menor valor) y translucidez al tercio incisal. El marrón más el tono reducirán el valor y aumentará la intensidad de la parte cervical. El amarillo y el naranja son útiles en los cambios de matiz. El blanco, gris, naranja y marrón también se pueden usar para las caracterizaciones.

Es importante que tanto el odontólogo como el ceramista dental comprendan los conceptos del color, para así poder comunicarse, cooperar y poder lograr excelentes resultados. ^(12,22,26)

2.4 Sistema de Ordenamiento de Color de Munsell

Se encuentran disponibles muchos sistemas de ordenamiento de color, pero por diversas razones, incluyendo el reconocimiento a nivel mundial, su coherencia, su flexibilidad y su simplicidad, el Sistema de Ordenamiento de Color de Munsell es por el que se inclinan los odontólogos para el proceso de igualación de color.

El árbol de colores es una representación de la organización tridimensional de los colores dentro del sistema de Munsell. Al poliedro de colores de Munsell se le puede comparar con una esfera o con un cilindro, ya que es una figura tridimensional e irregular que tiene las características de ambos cuerpos. Comúnmente se le describe como una esfera (concepto original de Munsell) ver *figura 7*.



Figura 7. Sistema de Munsell representado en cilindro.⁽²⁹⁾

La relación de un color con otro se hace evidente cuando se comprende la organización de los colores dentro del poliedro tridimensional. En el centro hay un eje incoloro o acromático que se extiende a lo largo del centro del cilindro, mientras que en la cima de la parte superior se halla el color blanco puro, mientras que en fondo de la parte inferior se encuentra el negro puro. Una serie de tonalidades de gris, que van del negro hasta el blanco en fase visuales iguales, conectan a esos extremos. Los colores (tonos) se encuentran dispuestos en torno al eje y, dentro de cada tono,

los colores se hallan en escalas según su claridad / oscuridad (Valor) y su pureza o fuerza (Cromatismo).

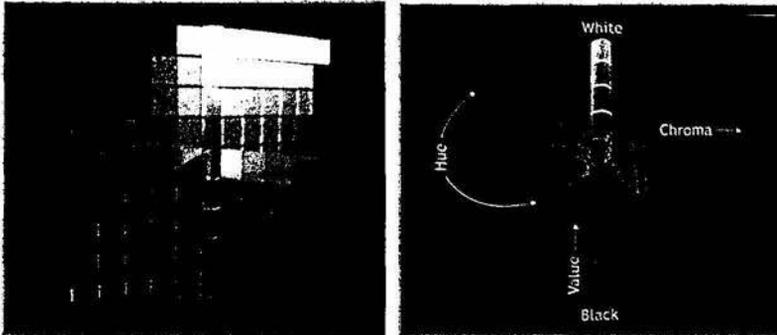


Figura 8. Árbol tridimensional de Munsell ⁽¹⁰⁾

En el Sistema de Munsell, las palabras Tono, Valor y Cromatismo se escriben con mayúsculas. Los colores claros tienden a ir hacia arriba del cilindro, mientras que los oscuros van hacia abajo. Los colores muestran su forma más pura en la cara externa del cilindro, y se hacen progresivamente más grises a medida que se acercan al eje de Valor.

Dentro de cada una de esas escalas de Tono, Valor y Cromatismo, se adoptó el que los intervalos representaran un espacio visual igual bajo una fuente luminosa estándar.

Al cilindro se le puede considerar como una serie de ruedas apiladas una sobre otra, en donde cada rueda va aumentando en claridad a medida que se va ascendiendo por el cilindro. El tono de cada rueda representa el eje del Valor.

Los Tonos se encuentran dispuestos en secuencia en torno al borde o "aro" de la rueda. Los rayos de la rueda o "llanta" representan las gradaciones del Cromatismo desde el eje acromático hasta los Tonos más puros en el borde o "aro". En la realidad, los Tonos se proyectan de manera irregular más allá de la superficie del poliedro.

pero esta es una de las ventajas del sistema. Ya que la tecnología permite la creación de colores más puros, se les puede agregar fácilmente en la periferia.

Esas extensiones irregulares de los rayos del Cromatismo obviamente hacen que algunas de las ruedas se vean achatadas o “ponchadas” o inclusive asimétricas o “chuecas”, pero básicamente tenemos un cilindro, aún cuando su forma esté un tanto “torcida”.

La línea de puntos que se extiende a través y más allá del cilindro hasta la parte superior izquierda y la inferior derecha traza la distorsión de nuestro cilindro básico para ajustarse al delineado real del poliedro de colores de percepción de Munsell para los Tonos amarillo y azul-violáceo.

2.4.1 Identificación de los Colores de Munsell

Munsell explicó el sistema de designación de colores con las siguientes palabras: “La notación empleada en este sistema pone al Tono (que se expresa con una inicial, como ya se había mencionado) a la izquierda; al Valor (expresado por un número), arriba y a la derecha del símbolo de Tono; y al Cromatismo, al cuál también se le expresa con un número, abajo y a la derecha de la línea inclinada”. El formato general de uso común es H V/C. La H (Tono) se ve precedida por un número que indique la precisa subdivisión del Tono, por ejemplo $R^{5/5}$.

Esas designaciones proporcionan una identificación exacta de un color que se puede entender internacionalmente. ^(1,31)

2.4.2 Espacio Ideal del Color

Lo que se busca al disponer los colores según los atributos psicológicos de Tono, Valor y Cromatismo es crear un espacio “ideal” de color con una diferencia constante y perceptivamente igual entre cualquier color (según como quede

determinado por su Tono, Valor y Cromatismo) y cualquiera de los colores que lo rodean.

Para cada color, resulta fácil encontrar los que se le acercan más ya que a cada color se le considera el centro de una esfera rodeada por los siguientes colores que se le aproximan en Tono, Valor y/o Cromatismo. Si la disposición de ese sistema resulta exitosa, existirá una relación lineal entre la distancia recorrida en ese espacio de color y las diferencias de color que resulten.

El Sistema de Ordenamiento de Colores de Munsell fue diseñado para satisfacer los requerimientos de espacio ideal de color. El hecho de que ese "ideal" no haya sido alcanzado por completo (y quizá sea imposible que se alcance) no le resta valor a ese sistema. Para trabajar con el color, primeramente hay que organizar las percepciones con respecto al concepto de color hasta el punto de que las diferencias entre las superficies se puedan reconocer por lo que son y se les describa en términos objetivos.

2.5 Dimensiones del Color

La característica policromática de los dientes se encuentra principalmente relacionada con el color de la dentina y con el espesor del esmalte en las diferentes regiones de la corona dental, aunque el espesor de la dentina y el grado de translucidez del esmalte también interfieren en el color de los dientes.⁽⁵⁾

El Tono, el Valor y el Cromatismo, las dimensiones del color, son igualmente descriptiva a la hora de detallar el color, del mismo modo que lo hacen la longitud, la amplitud y la anchura para describir la forma, una vez que la terminología es comprendida por quienes la emplean. Ya que resulta tan importante al trabajar con colores el entender plenamente el concepto tridimensional del color. Se presenta a

continuación una descripción más explícita de las dimensiones del color. **2.5.1**

Tono

El tono, que es la primera dimensión, es el más fácil de comprender y, en palabras de Munsell, “es esa cualidad mediante la cual distinguimos una familia de colores de otra, ya sea el rojo del amarillo, el verde del azul o del morado”.

La rueda de color es una forma familiar de esta dimensión y consiste de los Tonos que se encuentran dispuestos en secuencia en torno al eje central del Poliedro de Colores de Munsell. Para referirse a un Tono en el sistema de Munsell, se usan iniciales: R para rojo, YR para rojo amarillento, Y para amarillo, etc. Cada Tono se subdivide en diez segmentos, en espacios visualmente iguales (por criterios psicológicos) unos de otros.



Figura 9. Superposición de tono e intensidad.⁵³

El Valor y el Cromatismo son más difíciles de comprender y a menudo se confunde a uno con el otro. Se debe de poner especial atención a esas dimensiones.

2.5.2 Cromatismo

El Cromatismo, es esa cualidad mediante la cual distinguimos a un color fuerte (intenso) de uno débil: el cambio de una sensación de color de la del blanco o

el gris: la intensidad de un Tono distintivo; la intensidad del color". El Cromatismo describe la cantidad de Tono en un color.

Supóngase que se desea pintar un lado de una caja de rojo puro. Si se agrega una cantidad de pintura gris a la cubeta antes de pintar el segundo lado, al color rojo del segundo lado se le percibirá con menos intensidad que un rojo puro; el Cromatismo se verá reducido. Si se añade a la cubeta pintura gris adicional antes de que se pinte cada lado adicional. La pintura se irá acercando cada vez más a lo que podría percibirse como color gris.

Variación del Cromatismo: El agregar un gris siempre reduce el Cromatismo y, teóricamente, no afectará al Tono porque el cambio en el Valor del color original depende del Valor del gris que se le haya agregado. Si se usa un gris de Valor más alto que el del color original, el color resultante será del mismo Tono, con un Cromatismo disminuido y un Valor mayor. Si se usa un gris del mismo Valor, sólo se afectará al Cromatismo (ya que se verá disminuido), si se emplea un gris de un Valor más bajo, el Cromatismo se verá disminuido, y el Valor se reducirá. El cromatismo es la cualidad del color que se puede reducir con el blanqueamiento dental y no el tono ni el valor.⁽⁴¹⁾

Se pone énfasis en este punto con la finalidad de disipar las confusas afirmaciones que se ven en algunas fuentes documentales odontológicas con respecto a que ese Valor depende de la cantidad relativa de gris en un Tono y que el añadir gris siempre reduce el Valor.^(2, 32)

La necesidad de referirse al gris al describir tanto al Valor como al Cromatismo es un factor importante en la confusión referente a esas dos dimensiones.

2.5.3 Valor

El **Valor** es esa cualidad por la cual distinguimos un color claro de uno oscuro", y ello tiene relación con el eje polar acromático (incolore) que pasa a través del poliedro de colores de Munsell. El Valor de un color queda determinado por cual

gris de la escala de Valor hace juego en claridad / oscuridad. Al negro dentro de la escala de Valor se le asigna un valor de cero, mientras que al blanco un Valor de 10. Se hace posible un número infinito de gradaciones de gris a medida que vamos del negro al blanco, pero en el sistema de Munsell sólo se usan nueve fases de Valor (de gris). El blanco puro (10) y el negro puro (0) son inalcanzables. (Figura 10)

Se usan números fraccionarios cuando se requiere de una evaluación más precisa. Los Valores “bajos” se refieren a los colores oscuros; los Valores “altos” a los colores claros.



Figura 10. Superposición de Valor y Cromatismo ⁽⁵⁾

Percibimos las diferencias en el Valor cuando vemos una imagen en una televisión en blanco y negro. La escena real está llena de color, pero sólo se transmite la claridad / oscuridad (el Valor) de un color. A los colores azul, rojo o amarillo se le pudiera transmitir a cualquiera de los tres con el mismo color gris indistinguible si son del mismo Valor (una parte de la misma “rueda” de Valor). A los colores de Valor alto se les transmitiría como colores gris claro, mientras que los de Valor bajo en la forma de grises oscuros, independientemente del Tono o el Cromatismo. ^(15,32)

Se podría decir que el Valor de un color es el tono de gris que le correspondería si se le viera en la pantalla de una televisión de blanco y negro.

Cuanto mas cantidad de blanco tiene un color mayor luz refleja, con lo cual mas luminoso es y viceversa. Cuanto más gris tiene un color menos luz refleja con lo cual es menos luminoso ⁽⁷⁾

Para estudiar las diferencias de valor, se entornan los ojos, poco a poco hasta que se pierda el color, esto elimina el detalle y reduce el cambio de visión a una situación mas acromática (con menos color). Ayuda a eliminar la confusión introducida por las diferencias de matiz, y brillo y permiten concentrarse en las diferencias de intensidad, al realizar esto es un intento de imitar la imagen de la televisión a blanco y negro (solo para ver que tan claro u oscuro esta).

Las diferencias de Tono pueden ser reconocidas mas fácilmente, pero es posible que una pequeña diferencia de Tono no sea tan inaceptable como una leve diferencia de Valor.

Una restauración acabada con un Valor ligeramente inferior llama menos la atención que otra que es mas brillante que los dientes adyacentes, es posible modificar un color que es demasiado brillante y reducir el brillo, pero no podemos aumentarlo. La regla para seleccionar un color es aquel que este mas cerca posible del color que se pretende imitar, pero con mas Valor y menos Cromatismo, esto para que pueda ser modificable.

2.5.4 Translucidez

Es considerada como la cuarta dimensión del color. Los materiales translucidos permiten el paso de una parte de la luz a través de los mismos y solo absorben parte de la luz. La translucidez proporciona mayor realismo a la restauración dental. ⁽⁸⁾

El grado de translucidez es determinado por la intensidad de la luz que penetra en el diente o en la restauración antes de ser reflejada hacia el exterior. ⁽⁸⁾ Existen

modificadores del color (tintes) que pueden ser usados para obtener una translucidez aparente y así suavizar manchas o caracterizar la restauración.⁽³¹⁾

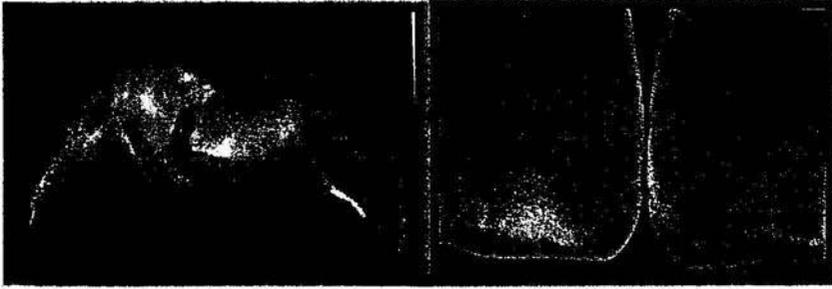


Figura 11. Translucidez del diente natural ⁽⁷⁾

En un diente natural el esmalte cubre completamente los dientes y es mas o menos translúcido dependiendo de la edad del paciente. Incluso en una misma boca coexisten grupos de dientes mas translúcidos que otros: conviene observar y construir cada diente según la translucidez que le corresponde y según al grupo al que pertenece.⁽²²⁾

La transparencia oscura de la cavidad oral proporciona el característico color grisáceo y la apariencia natural que tanto buscamos.

Según Sekine existen tres características de dientes dependiendo de la distribución de la translucidez.

- Tipo A: Translucidez difusa por toda la superficie bucal del diente o sin patrón de distribución claro.
- Tipo B: Capa translucida en el borde incisal.
- Tipo C: Capa translucida en el borde incisal y en caras proximales.

La translucidez es un factor significativo para imitar con éxito los dientes y darle mas naturalidad a las restauraciones, tomando en cuenta las observaciones anteriores.

2.5.5 Opalescencia

Las longitudes de ondas cortas (azul) divergen mas que las longitudes largas (rojo), si la fuente de luz esta situada por detrás o por encima del observador, los colores amarillentos y rojizos serán particularmente visibles. Este fenómeno se hace mas fuerte cuando aumenta la diferencia en la refracción entre la matriz y las partículas que se encuentran alrededor de ella.⁽⁶⁾

El material semiprecioso denominado ópalo es una variedad de SiO_2 (dióxido de Silicio) esta formado por pequeñas esferas de criptocristalina amorfa y contienen gotas de agua , el ópalo es iridiscente (muestra un espectro de colores similar al arco iris) predominando en tonos azules dependiendo de la luz y el ángulo de observación. Este fenómeno es consecuencia de la dispersión de la luz por los pequeños elementos estructurales. El esmalte de los dientes naturales presenta un efecto de forma similar pero mas limitado, ver figura 12.



Figura 12. Opalescencia natural del diente⁽³²⁾

La opalescencia se logra en la cerámica mediante la adición, en la base matriz de partículas refractivas muy finas y fuertes.⁽⁶⁾

2.5.6 Fluorescencia

Los dientes también son fluorescentes azulados cuando se ven con una fuente de luz que incluya luz ultravioleta (luz del día). Esta fluorescencia azul actúa como un agente blanqueador mediante los principios de color aditivo: la luz emitida por la fluorescencia neutraliza parte de la luz amarilla y hace que el diente parezca más blanco. absorben y emiten energía prácticamente al momento, a través de otro haz lumínico con una longitud de onda mayor. Este efecto desaparece en el momento que cesa el estímulo. Esta es responsable del 2.5 % del total de luz emitida por un diente natural, por lo que no incrementa de manera importante el Valor.



Figura 13. Fluorescencia ⁽¹⁶⁾

La fluorescencia disminuye con la edad y su distribución dentro del diente es desigual : los bordes incisales y las superficies oclusales presentan una menor proporción de compuestos fluorescentes.

Las restauraciones cerámicas precisan la incorporación de sustancias fluorescentes para evitar tener un aspecto artificial. La incorporación de estas sustancias ha aportado un aspecto más natural a las prótesis de porcelana, ya que la luz diurna contiene luz ultravioleta.^{17,169}

2.5.7 Metamerismo

Es un fenómeno que puede hacer que dos muestras de color tengan aparentemente el mismo tono bajo una determinada fuente de luz, pero parezcan diferentes en otras condiciones de iluminación.^(4,8)

Tiene que ver con la capacidad de reflexión, refracción, transmisión y absorción de la luz que presentan algunas estructuras una vez iluminadas.

Debemos tomar en cuenta que la curva espectral representa una longitud de onda de luz que refleja una superficie y revela los componentes cromáticos reales que refleja un objeto, cada color presenta una curva espectral diferente y es por ello que la luz puede afectar la percepción real del diente.

El metamerismo complica la elección del color para las restauraciones, ya que una muestra puede presentar el mismo color bajo una lámpara incandescente del consultorio dental, pero no bajo la luz fluorescente del lugar de trabajo del paciente, como se observa en la figura 14.^(7,8)

Este problema es inevitable pero puede minimizarse con ayuda de la translucidez esta no refleja la luz sino al contrario la deja pasar. Esto se logra si las coronas cuentan con suficiente grosor de porcelana esmalte y de porcelana dentina en la cara bucal.⁽²²⁾



Figura 14 Diferentes fuentes de luz sobre un mismo diente⁽⁹⁾

2.5.8 Formas Y Texturas

La percepción de los contornos de los objetos depende de la reflexión o deflexión de la luz que los alcanza porque la forma de la superficie, de estos objetos es responsable de la reflexión de la luz como se muestra en la figura 15.

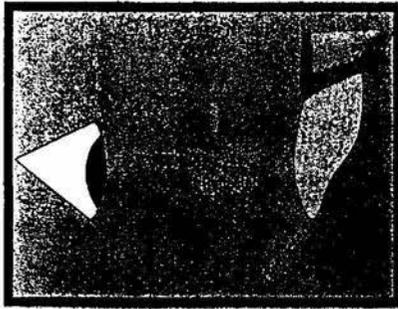
El control del fenómeno de reflexión y el control del contraste del color nos proveerá los medios de crear una ilusión y de este modo reestablecer las proporciones porque nuestra visión es a menudo engañada por ilusiones ópticas, observar las figura 16. Sin embargo el uso de procedimientos de ilusión óptica debería solamente ser llevado a cabo tomando en cuenta todas las características morfológicas de los dientes dentro de los límites de tolerancia visual del paciente.^(7,37)

Las **formas** son limitaciones abstractas del espacio o de la superficie, la evaluación estética de una forma esta basada en la percepción de sus cualidades geométricas y sensoriales, cada forma se puede reducir a una de sus tres formas básicas: círculo, cuadrado y triángulo. El significado de una forma no depende solo de sus propiedades específicas sino también depende de la sensibilidad, sentimientos y las impresiones del observador.

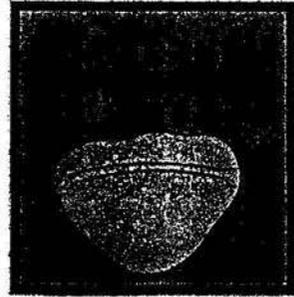
El efecto visual mas frecuente es la creación de un contorno diferente modificando la forma o tamaño del diente, el ojo es muy sensible a la silueta así que la ligera alteración de la estructura dentaria se consigue modificando la forma para crear el efecto buscado.^(28,29)

Los principios básicos de efectos visuales relacionado a la forma y contorno son:

- ∞ Líneas verticales acentúan la altura y disimulan la anchura
- ∞ Líneas horizontales acentúan la anchura y disimulan altura
- ∞ Las sombras añaden profundidad
- ∞ Los ángulos influyen en la percepción de líneas que se cruzan.

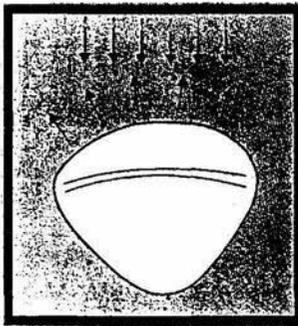


a)

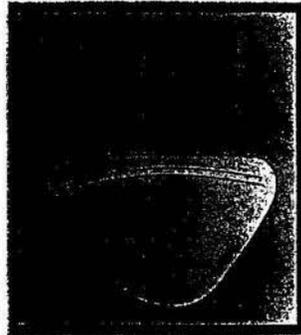


b)

Figuras 15^a y 15b. Reflexión y dirección de luz.⁽²⁸⁾

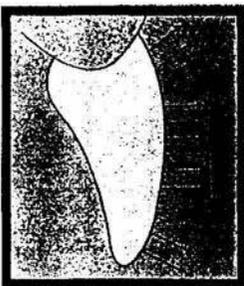


c)

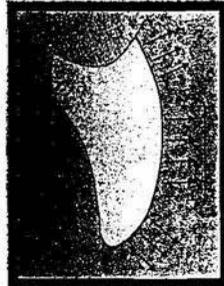


d)

Figuras 15c y 15d. Depende del contorno del diente para la dirección de la luz.⁽²⁸⁾



e)



f)



g)

Según la textura y la forma la reflexión de la luz es diferente.⁽²⁸⁾

La **textura** de la superficie influye significativamente en la reflexión de la luz ya que las convexidades y concavidades disgregan la superficie y varían el valor. Las superficies lisas reflejan la mayor parte de la luz dando un aspecto artificial de las restauraciones, en cambio si las superficies son rugosas, con ondulaciones, la luz se refleja en diferentes ángulos y ayuda a dar naturalidad a nuestros dientes.^(28,29)

Algunos autores como Burch (1971) menciona que la textura superficial al ser modificada produce un cambio en el aspecto de la porcelana no solo en el valor sino también en el tono, intensidad e incluso en la translucidez

Estos aspectos se deben de tomar en cuenta juntos porque la forma, contorno, textura y color en forma conjunta proporcionan el éxito del resultado final de las restauraciones ya sean cerámicas o polímeros.



CAPÍTULO 3

TÉCNICAS PARA LA TOMA DEL COLOR

3.1 Guías de color

La percepción visual humana, en la actualidad, es el método más clínicamente relevante y significativo de evaluación del color ya que es la que se acerca más a la perspectiva del paciente. El sistema visual humano es capaz de detectar diferencias incluso muy pequeñas en el color así como cambios en la coloración. No obstante, en cierta forma tiene un carácter subjetivo y se puede ver influido por variables externas como, por ejemplo; la iluminación, (metamerismo) efectos contrastantes simultáneos.⁽³³⁾

En odontología se han usado diversos métodos para determinar el color dental. Entre ellos se incluyen la igualación con cejillas de color, colorímetros, espectrofotómetros y fotografía de reflejo de 35mm con una sola lente o digital. Cada uno de estos métodos tienen ciertos procedimientos que deben seguirse para alcanzar una exactitud máxima, incluso cuando se siguen los protocolos, existen ventajas, desventajas y limitaciones de cada técnica.⁽¹²⁾

La gente percibe el color de maneras distintas, las guías de color son una medición subjetiva, las guías TRUBYTE® Bioform y Vita Classical se les puede disponer con base al valor. Sin embargo, un estudio realizado por O'Brien demostró que el orden es imperfecto y el cambio en el brillo entre una cejilla y otra varía notablemente, que la guía de color Vita Classical es congruente con los datos reunidos usando mediciones electrónicas de color.

Hasta hoy, a las guías de color, a las fotografías digitales, a los espectrofotómetros y a los colorímetros se les usa para medir la coloración dental un sistema de medición que sea digno de confianza debe dar la respuesta correcta o ser

preciso. Además, si uno mide la misma cosa varias veces, la respuesta debería variar poco de una medición a otra para que fuera exacta.⁽⁴⁰⁾

Para cualquier sistema de medición existen dos cuestiones fundamentales: ¿es válida la medición? y ¿la medición es confiable? durante muchos años los dentistas han usado exitosamente las guías de color para igualar la coloración de los materiales de restauración con los dientes remanentes. En la odontología clínica la regla de oro para la medición del color dental es la capacidad de igualar una restauración realizada en un solo diente a la coloración de los dientes adyacentes con la suficiente exactitud como para ser indetectable para un ojo crítico. Ello exige una igualación muy exacta del tono, el cromatismo y el valor. Además, el dentista necesita capturar cualquier característica única presente en un diente antes de la operación, como lo sería la translucidez incisal, las opacidades blanquecinas y los islotes de coloración.⁽³⁷⁾ Esta es una tarea difícil cuando se usa una guía de color. Las investigaciones han demostrado que las guías de color no representan bien la amplia variedad de colores dentales presentes en la población.⁽⁶⁾

El material usado para fabricar la guía es diferente a la porcelana usada para fabricar una corona, y ambos son diferentes al material dental, la reflexión del color y la absorción de los tres materiales son diferentes.

Históricamente, las guías de color han sugerido que sea el tono lo que se iguale primero, después el cromatismo y finalmente el valor. La mayoría de los estudios recientes apoyan la idea de que el valor es un elemento fundamental en la igualación de color. Es preferible enfatizar la igualación del Valor debido a que ello es congruente con la fisiología del ojo.

3.2 Requerimientos de una guía de color

Entre los requerimientos principales que debe de tener cualquier guía de color se encuentran: una disposición y distribución lógica en el espacio de color. Una guía de color basada en el Sistema de Ordenamiento de Color de Munsell pudiera satisfacer esos requerimientos, si se ha determinado el límite apropiado para el espacio de color de los dientes naturales y se han establecido intervalos lo suficientemente pequeños en el Tono, el Valor y el Cromatismo, se puede elegir rápidamente la igualación más adecuada. A fin de llegar a una igualación correcta, se deben de evaluar las diferencias en el Tono, el Valor y/o el Cromatismo.

Una guía que no cumpla con los requerimientos fundamentales de una disposición adecuada y lógica en el espacio de color genera ciertos problemas básicos:

- ✗ Toma demasiado tiempo el decidir por dónde empezar.
- ✗ Es imposible verificar rápida o lógicamente la igualación elegida en busca de precisión.
- ✗ El volumen de espacio de color ocupado por los materiales que se piensa igualar pudiera ser imposible de alcanzar con la guía.⁽²⁴⁾

3.3 Técnica para la Selección del Color

Cuando observamos la luz reflejada de las superficies en un entorno o miramos directamente la luz emitida por fuentes luminosas, experimentamos la sensación de color. Para medir o especificar el color de un objeto debemos tomar en cuenta la naturaleza de la luz bajo la que se ve el objeto, las propiedades de factor de reflexión espectral de la superficie y las propiedades del sistema humano de visión de color.

De preferencia el consultorio debe tener una ventana hacia el exterior, el sillón debe estar encarado hacia ella recibiendo directamente la luz natural, si esto no fuera posible debemos acercar al paciente hacia la ventana. Tanto las paredes, el techo, el suelo y el resto de la decoración deben ser de colores neutros así como la vestimenta del odontólogo y su asistente para así no alterar la toma del color.

- ∞ Es importante que la toma del color se realice al principio de la consulta.
- ∞ Los dientes deben estar limpios de placa bacteriana manchas por tabaco, etc.
- ∞ En el caso de las mujeres eliminar el carmín de los labios para evitar la distorsión de la percepción de la tonalidad.
- ∞ Evitar mirar el diente por mas de 5 segundos, para evitar agotar los receptores, descansar la vista hacia un color gris o azul poco saturado.
- ∞ La fuente ideal de luz natural se encuentra entre la 11-12 h. de la mañana y las 2-3 h. por la tarde ya que tiene la temperatura de 6500°K la ideal para la toma del color.

- z Para tomar los colores en estos horarios ideales resulta realmente difícil, es por ello que se recomienda el uso de lámparas corregidoras de luz.
- z La técnica es acercar la lámpara a 20cm de la cara del paciente y apagar la luz del equipo, esta lámpara tienen temperatura de 5500° 6500°K al igual que la luz del medio día.

La lámpara corregidora de luz es una bombilla tubular de forma circular introducida en un portalámparas de igual forma , al ser circular permite dejar en el centro un agujero mas o menos amplio. Colocando la lámpara a unos 20cm de la cara del paciente y apagando la luz del equipo y nos proporciona una iluminación con una temperatura parecida a la del mediodía. Antes de tomar el color no miremos hacia una tonalidad mas fuerte salvo cuando estemos descansando nuestra retina de lo contrario los ojos habrán memorizado el cromatismo propiciando error.⁽¹⁶⁾

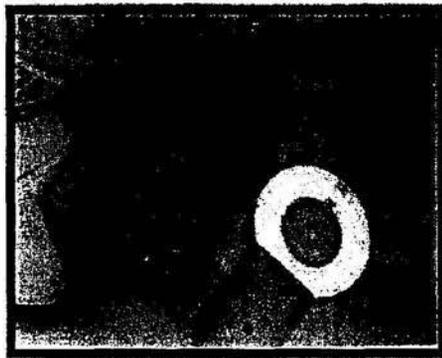


Figura 17. Lámpara corregidora de luz

Durante la determinación del color el diente natural debe estar húmedo, de lo contrario puede aclarar su color y así alterar la lectura.

Para conseguir resultados óptimos la selección del color debe seguir una secuencia.

- z Color básico
- z Variaciones del color

- ∞ Translucidos y localización del esmalte
- ∞ Efectos especiales

El colocar la cejilla justo debajo del diente tiene la ventaja de situar tanto al diente como a la cejilla en el mismo eje vertical, lo cual evita inexactitudes relacionadas con las diferencias en la agudeza del color entre los ojos derecho e izquierdo del observador. Sin embargo, esta orientación tiene la desventaja distintiva de colocar a la cejilla de tal manera que se vea comparada con la oscura cavidad bucal. La percepción del color se ve en buena medida influida por el color del fondo, este nos produce una ilusión óptica, ya que el mismo tono lo vemos según el contraste que tenga como se muestra en la figura 18b. El orientar a la cejilla de color a la derecha o a la izquierda del diente en cuestión tiene la desventaja de colocar a la cejilla más cerca del observador, lo que hace que se vea más brillante.⁽⁹⁾



Figura 18a. Cejilla de selección⁽⁸⁾
(10)

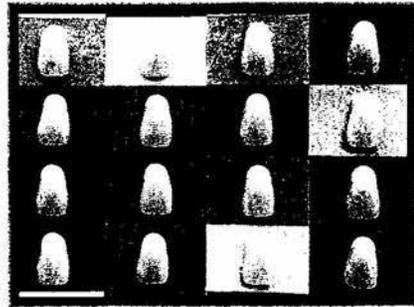


Figura 18b. Contraste del fondo y un mismo tono

A la guía de color se le sostiene cerca de los dientes y se le mueve a la derecha o a la izquierda hasta que se encuentre una cejilla que tenga igual brillo. Se retiran las cejillas de la guía de color para mejorar la visión y se hace una determinación final, como se observa en la figura 18⁹.

3.3.1 Diferentes guías de color

Guía de color VACUUM DE VITA

Esta constituida por cuatro colores principales expresados por las letras A, B, C y D.

- ∞ La A corresponde a las tonalidades amarillo-anaranjadas. Estos son frecuentes en pacientes jóvenes y representan el 65% de los pacientes.
- ∞ La B corresponde a tonalidades amarillas. Corresponden a pacientes de mediana edad.
- ∞ La C corresponde a tonalidades amarillo-grisáceo. Es propia de pacientes maduros, es un subgrupo del B pero con menor valor.
- ∞ La D corresponde a tonos rojos-grisáceos. Es subgrupo del A.

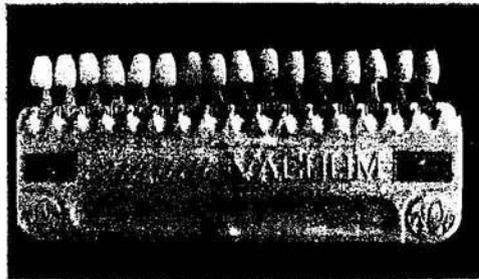


Figura 19. Colorímetro Vacuum de Vita.

Se selecciona la tonalidad mas saturada para comenzar ya sea del cualquiera de los 4 grupos, cuando ya identificamos a cual de ellos pertenece, los otros se descartan esto se realiza a nivel cervical del diente y continuamos a seleccionar el tono dentro del grupo seleccionado a nivel medio del diente, que corresponderá a el color de la



dentina, verificamos si el tercio incisal tiene el mismo tono que la muestra elegida, de no ser así debemos elegir otra cejilla para lograr igualar la naturalidad y toda la información recopilada se le envía al ceramista en un mapa de color.

Guía de color VITAPAN® 3D

La Guía de Color *VITAPAN 3D* (Vita Zahnfabrik) representa un método diferente para la fabricación de una guía de color. El sistema consta de cinco grupos de cejillas. Si bien el croma y el tono varían entre las cejillas de un mismo grupo, todas las cejillas, en cualquier grupo dado, tienen el mismo Valor. El cambio en el Valor, de un grupo a otro, es uniforme, y, a diferencia de las dos guías de las que ya se habló anteriormente, no hay inversiones en la progresión del más oscuro al más claro cuando se mueve de derecha a izquierda.^(6,12)

Esta técnica de toma de color determina de forma secuencial, la claridad (Valor), la intensidad (Cromatismo), y el tono. Estas tres características permiten definir el espacio cromático como una esfera tridimensional dentro de la cual se sitúan todos los colores. En una esfera cromática los colores de los dientes se localizan de forma muy definida en la zona superior de claridad de las tonalidades amarillo-rojizas.

Para desarrollar la guía VITAPAN 3D Master se determinó la frecuencia de los colores de los dientes y se ordenaron de forma sistemática y estratificada.

El objetivo de esta guía es:

- ∞ Dividir el espectro natural de forma unitaria y en tramos iguales respecto a la claridad, el tono y la intensidad del color.
- ∞ La colocación de los colores de los dientes se realiza según la frecuencia con que estos existen en la realidad.

- x La elección del color debe seguir la frecuencia Valor, Cromatismo y tono.

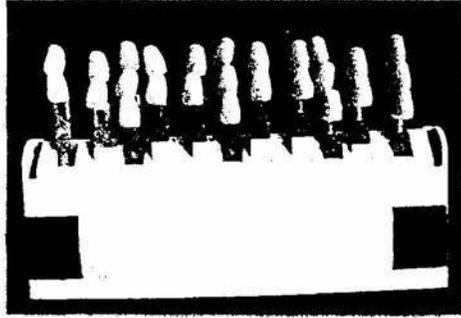


Figura 20. Colorímetro VITAPAN 3D

El nivel de claridad (Valor)

Hay 5 grupos del 1-5 cada uno de ellos con el mismo nivel de claridad, siendo el 1 el mas claro y el 5 el mas oscuro. (Figura 21)

En los pacientes jóvenes los niveles de claridad son mas altos entre 2-3 mientras que la mayoría de los adultos pertenecen al nivel 4 de claridad.⁽¹⁷⁾

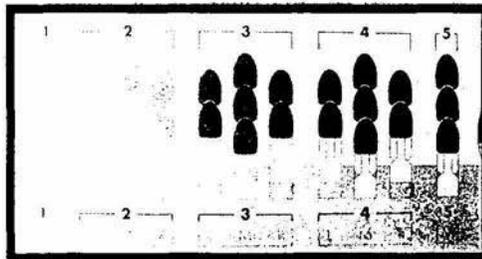


Figura 21 Nivel de claridad (valor)⁽¹⁷⁾

El grado de Intensidad (Cromatismo)

Va de arriba hacia abajo, se seleccionan las muestras del grupo medio, después desdoblamos las tres opciones de intensidad que mas se parezca al diente. Todas las muestras del grupo M tienen la misma tonalidad y el mismo valor solo existe diferencia en el Cromatismo (Intensidad). (Figura 22)

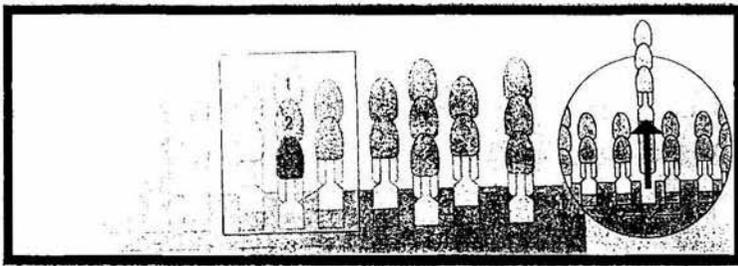


Figura 22. Grado de intensidad⁽¹⁷⁾

La Tonalidad

Se tienen 2 opciones aparte de la M; la L se trata de un color mas amarillo y la R de un color mas rojizo. Tal como se ha comentado esta guía nos permite con facilidad elegir intensidades, claridades o tonalidades intermedias. (Figura 23)

De los sistemas de colorímetros existentes este es, el que mejores resultados presenta, gracias a la división y organización de los grupos.

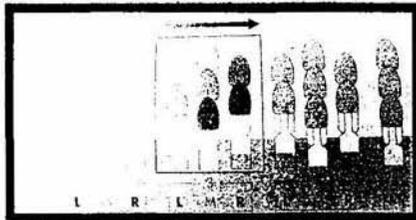


Figura 23. Tonalidad⁽¹⁷⁾

Guía de color IVOCLAR VIVADENT®

Esta guía se utiliza con los cerómeros de esta casa comercial, es un nuevo sistema de codificación cromática que simplifica la identificación del color los colores corresponden de la A-D rigiéndose por la guía de color de Vita , estos cerómeros disponen de 19 colores, 11 de los cuales son A-D. los colores de dentina y esmalte presentan diferentes grados de translucidez lo que facilita la confección de restauraciones naturales, esta guía también cuenta con opacadores y translucidos para así poder cumplir con la naturalidad requerida.

La guía Chromascop para cerámicas es distribuida por 5 tonalidades: blanco, gris, amarillos, naranjas, y marrones; la técnica de selección del color es identificar primero por tonalidad, y así se descartan las tres restantes y después por intensidad y al final por valor.

Este es utilizado tanto para carillas de Empress® , como para restauraciones de Adoro® , Belleglass® Artglass® y coronas totales metal cerámica.

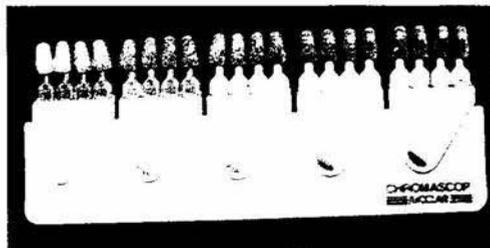


Figura 24. Colorímetro Chromascop de Ivoclar

Guía de color ESTHET * X DENTSPLY®

Es utilizado en cerómeros y cuenta con 31 tonos y 3 opacidades para recrear la naturalidad del diente, restaurando de dentro hacia fuera. Los tonos de la dentina opaca están diseñados para dar suficiente opacidad para bloquear las zonas oscuras de la boca o cubrir la manchas de los dientes.

Los tonos regulares de cuerpo están basados en el sistema de Vita , existen tonos blancos y oscuros para lograr un mayor rango de posibilidades, estos tonos fueron desarrollados para lograr el efecto de camaleón y mezclarse con la dentición natural.

Y por ultimo los tonos del esmalte que son translucidos, son tonos muy claros y ofrecen mayor vitalidad a las restauraciones.

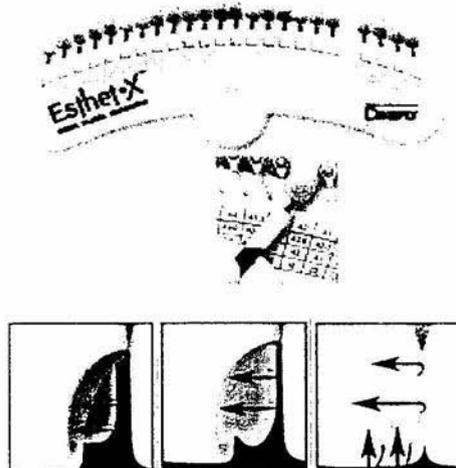


Figura 25. Colorímetro de Dentsply y sus y sus diferentes capas de aplicación.⁽¹⁸⁾

Guía de color ULTRADENT®

También es utilizado para cerómeros y esta diseñado en forma de cuña para determinar de antemano el grosor aproximado de la dentina y esmalte. Estas se superponen y se deslizan las tabillas hacia delante y hacia atrás para así establecer el tono adecuado. Cuenta al igual que los mencionados anteriormente con tonos opacos, de cuerpo y translucidos.⁽²⁰⁾

La técnica que se utiliza es: seleccionar el tono en el tercios gingival si este es A o B, luego se identifica la intensidad del tono, y al final se encuentra el valor que estos son tonos perlados semitranslucidos, opacos y totalmente translucidos, para cada calidad de valor. (Figura 26)

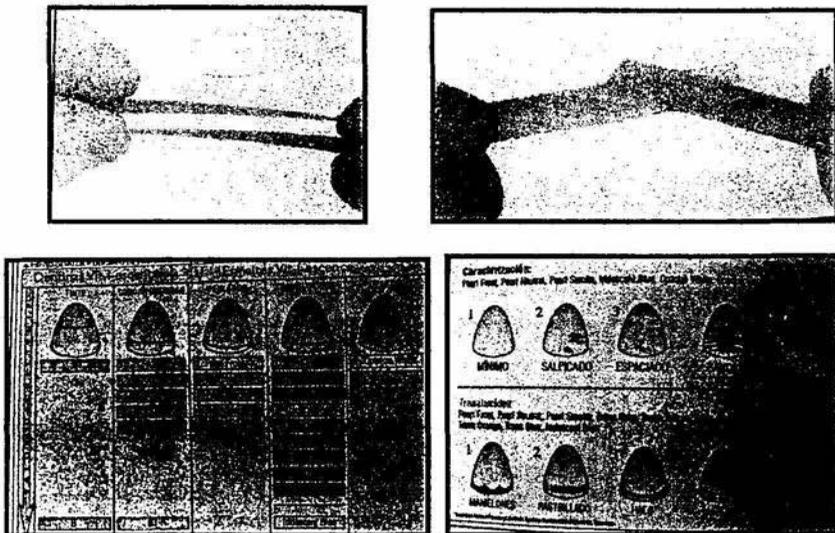


Figura 26. Forma de utilización del colorímetro Ultradent.⁽²⁰⁾

3.3.2 Espectrofotómetro

Uso de un espectrofotómetro de reflexión 45/0 e identifica las ventajas y limitaciones relacionadas con esa tecnología en la valoración del cambio de color (tonalidad; matiz).⁽²³⁾

Han surgido en el mercado nuevos métodos para cuantificar las diferencias en los colores (o en sus matices o tonalidades) para poder superar las cuestiones subjetivas propias de las cejillas de color tradicionales.

Históricamente, la valoración visual del color se ha caracterizado por diversas dificultades innatas: el metamérismo, el tipo de iluminación, así como por la edad del observador, la fatiga ocular y la susceptibilidad ante el estado de ánimo y a la acción de fármacos y medicamentos.

Los sistemas de guía de color basados en la tecnología engloban a los espectrofotómetros y los colorímetros. Los espectrofotómetros se diferencian de los colorímetros en que miden la reflexión de la luz dentro del espectro visible completo, mientras que los colorímetros miden la luz reflejada en sólo tres longitudes de onda (rojo, verde y azul).⁽²⁵⁾

Los instrumentos ópticos interpretan las longitudes de onda reflejadas de la luz en la forma de valores numéricos. A esos se les llama datos triestímulo o tricromáticos.

Los espectrofotómetros son instrumentos sumamente precisos y exactos que son relativamente sencillos y fáciles de usar. Miden las longitudes de onda luminosas reflejadas por un objeto en muchos puntos a lo largo del espectro visual (aproximadamente cada 10nm), y esas mediciones proporcionan datos espectrales del color. Un espectrofotómetro mide y registra la cantidad de energía radiante visible para cada tono o matiz presente en el espectro visible completo. Se mide la claridad

yla oscuridad que hay en el espectro visible completo de cada tono o matiz presente.
(Figura 27)

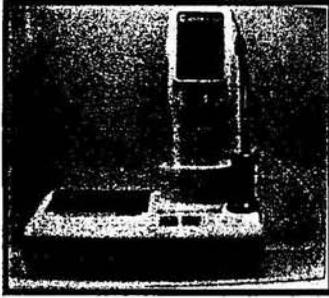


Figura 27. Espectrofotómetro



Figura 28. Utilización del Espectrofotómetro



Figura 29. imagen interpretada

Los dispositivos basados en la espectrofotometría miden la reflexión fundamental de un objeto a través del espectro luminoso visible (la cantidad de energía luminosa reflejada por un objeto a diversos intervalos a lo largo del espectro visible). Esos instrumentos típicamente dividen y miden el espectro visual en múltiples partes. lo que resulta en de 16 a 32 puntos de datos a través de esos límites. Esas mediciones traen como consecuencia un complejo conjunto de datos de los valores de reflexión, los cuales se interpretan visualmente en la forma de una curva espectral.⁽²³⁾ (Figura 28)

Geometría Óptica.

Hay dos geometrías básicas para la luz óptica que se usan en los instrumentos de espectrofotometría de reflexión: la iluminación a 0° y la observación a 45° (0/45), o la iluminación a 45° y la observación a 0° (45/0). Debido al acceso limitado que permite la cavidad bucal, sólo la opción 45/0 es adecuada para uso clínico.⁽²⁵⁾

Verificación de la captura de imágenes.

Por lo general se toman tres imágenes y se les remite en referencia cruzada usando un programa sincronizado de formación de imágenes.

Paul y colaboradores han demostrado que la exactitud de la captura de imágenes no es sensible a discrepancias en la angulación y la colocación en los planos horizontal y vertical de hasta $\pm 12^\circ$ y $\pm 5\text{mm}$, respectivamente. Sin embargo, el dispositivo de captura es muy sensible así como susceptible a la falta de nitidez o “velo” de las lentes ópticas, lo cual conlleva a que se tengan imágenes acordes pero con datos falsamente oscuros.⁽²⁵⁾ (Figura 29)

Ventajas y Desventajas.

El instrumento genera una curva espectral sumamente exacta que indica el color preciso del diente, el uso de pantalla dividida y la posibilidad de sincronizar las imágenes. (Figura 29)

Debido al elevado grado de precisión y de exactitud, su fabricación es costosa. Durante la captura de imágenes el paciente pudiera verse sometido a ciertas incomodidades menores ya que el cabezal del instrumento debe de mantenerse estable frente a los tejidos gingivales.

El sistema se ve limitado a los dientes anteriores y no se le debería usar en dientes mal alineados o seriamente girados ya que la información recibida no será exacta.

La unidad completa es relativamente grande y, por lo tanto, no es fácil de transportar. Puede llegar a ser difícil lograr la colocación exacta del cabezal óptico del instrumento sobre los dientes mandibulares no sólo debido al tamaño del instrumento sino también porque sólo se pueden leer los datos del color en una sola dirección (gingival a incisal). Finalmente, se puede dar el “velado” o falta de nitidez del dispositivo óptico, lo cual puede conllevar a que se den lecturas inexactas (es decir, que se produzcan imágenes erróneamente oscuras.)

Los dientes tienen ciertas propiedades que complican también el uso del espectrofotómetro en la boca. La translucidez, una propiedad inherente de los dientes, es abstracta e intangible y por lo general es difícil de medir y de estandarizar. Ya que no es uniforme a través de la superficie de un diente (es mayor en el área incisal), pudiera complicarse el uso de un espectrofotómetro de reflexión de 45/0. Además, la superficie curva del diente pudiera ser problemática ya que podría tener un impacto negativo sobre la reflexión uniforme de la luz para el espectrofotómetro.

Todos los métodos que se usan actualmente para evaluar el color buscan igualar la percepción del sistema visual humano.

Una restauración acabada con un brillo ligeramente inferior llama menos la atención que otra que es más brillante que los dientes adyacentes, es posible modificar un color que es demasiado brillante y reducir el brillo.

Las guías de color proporcionan información que es clínicamente significativa tanto para los dentistas como para los pacientes. En contraste, la medición electrónica del color pudiera tener la capacidad de medir de una manera más exacta. De hecho, pudieran detectar diferencias de color que no fueran clínicamente importantes. Ya que la determinación de la guía de color se hace mediante el ojo humano y el ojo es el árbitro de lo que constituye un cambio clínicamente importante, las guías de color debieran seguir teniendo un papel fundamental. ⁽⁶⁾

Carsten dice: La complejidad del sistema visual descarta la completa dependencia en la igualación del color electrónica en el futuro ya que hasta que el equipo pueda producir un resultado que se compare con las capacidades del ojo y de la corteza visual para interpretar la luz, el tener que hacer con exactitud la igualación de color con los ojos seguirá siendo una labor importante para lograr la diferenciación del odontólogo y su paciente.⁽⁴¹⁾

3.4 Transmisión del color al laboratorio

Comunicar al laboratorio todos los detalles referentes a los datos calorimétricos es un trabajo arduo, difícil y complicado.

El diente se divide en tres zonas colorimétricas, el tercio gingival, el tercio medio y el tercio incisal. Cada uno de ellos posee sus peculiaridades específicas que deberán ser correctamente descubiertas, interpretadas y transmitidas. (Figura 30)

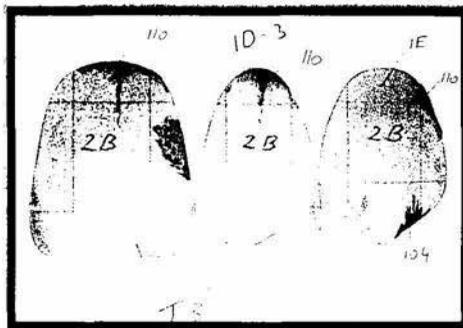


Figura 27 Mapa para el laboratorio

Es preciso comunicar al laboratorio el lugar exacto donde los colorantes deben modificar y caracterizar la porcelana.

En la orden para el laboratorio dibujaremos el diente en el que reflejamos dos de los aspectos mas importantes a tener en cuenta: el dibujo de las variaciones locales

del color y las caracterizaciones y debemos indicar el nombre de la guía de color que utilizamos y el número de la lengüeta.

En cuanto a las caracterizaciones, reflejamos las marcas, líneas, manchas, zonas opalescentes, zonas transparentes, reflejos gingivales, rosados...

La regla para seleccionar el color es escoger aquel que este lo mas cerca posible del color que se pretende imitar y menor intensidad ya que el Valor se puede bajar y la intensidad (Cromatismo) se puede aumentar.

Retomando lo ya mencionado en reproducción del color debemos tomar en cuenta que los colores mas útiles son el naranja, amarillo, violeta, gris, marrones de diferentes matices y concentraciones así como los blancos de diferente translucidez. El violeta es útil para neutralizar el Tono básico, reducir el Cromatismo y dar un aspecto mas gris (menos Valor) y translucido al tercio incisal. El marrón mas el Tono dominante reducirán el Valor y aumentaran el Cromatismo en la parte cervical. El amarillo y naranja son útiles en los cambios de Tono. El blanco, gris, naranja, y marrón también pueden usarse para las caracterizaciones y así dar naturalidad a la restauración.

Es indudable que añadir intrínsecamente el color al diente produce una restauración de mas calidad.

El equipo odontólogo-ceramista deben comprender los conceptos de Tono, Valor y Cromatismo para comunicarse, cooperar y lograr excelentes resultados.

VI. DISCUSIÓN

El espectrofotómetro ha demostrado ser un instrumento de gran ayuda para la toma del color: Paul y colaboradores, mencionan que la lectura del color, no es afectada por la angulación del aparato, así como de los dientes, que la captura de la imagen no es modificada, sin embargo el aparato es susceptible a la falta de nitidez por algunos lentes manejados y provocan imágenes mas oscuras, y en realidad si es afectado por la angulación en la que se encuentren los dientes.

Según observaciones de O' Brien el orden que mantienen las cejillas de los colorímetros son imperfectas y los cambios de brillo son considerables, por lo que menciona que VITA classical, es el único congruente en su orden; pero podemos mencionar después de haber revisado otros colorímetros que hasta ahora el mas exacto en ordenamiento e igualación a los tonos dentales es VITAPAN 3D, de la misma casa comercial.

VII. CONCLUSIONES

El color solo representa un elemento para lograr el éxito en una restauración estética.

Las guías de color siguen siendo el método mas adecuado de selección del color, ya que el espectrofotómetro tiene muchas desventajas sobre la guías clásicas.

Si utilizamos la fuente luminosa recomendada y entendemos los fenómenos de refracción y absorción de la luz , la toma de color será muy exacta al tono que queremos igualar.

Dentro de las guías del color que existen en el mercado VITA 3D es la mas fácil y exacta de utilizar.

Al comprender la importancia de cada elemento que compone al color podemos tener mejor comunicación con el técnico dental y formar un equipo que va hacia un mismo objetivo: el éxito de la restauración estética y la sonrisa de satisfacción del paciente.

El ojo humano es el mas capaz de discernir lo estético y lo que no es y es quien finalmente debe estar satisfecho.



VII. FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Ahmad I. Three-Dimensional Shade Analysis: Perspectives of Color- Part I. Practical Periodontic & Aesthetic Dentistry, 2000; 12: 557- 564
2. Ahmad I. Three-Dimensional Shade Analysis: Perspectives of Color- Part II. Practical Periodontic & Aesthetic Dentistry, 1999; 11: 789- 796
3. Alvin G. Wee, Peter Monaghan. Variation in color between intended matched shade and fabricated shade of dental porcelain. The Journal of prosthetic dentistry, June 2002.
4. Aschheim D. Odontología Estética (Una Aproximación Clínicas a las Técnicas y los Materiales) 2º ed. Ed. Harcourt, España 2002, Pp 27-31
5. Baratieri, L. Estética 2º edicion Ed Santois , Liuraria Editora (Amolca) 2004 pp 49- 50
6. Browning William. Use of Shade Guides for color measurement in tooth – bleaching studies. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry 2003; 15; S13 – S20
7. Bruguera A. Sombras, un mundo de Color, España, Ed Puesta Aldia Publicaciones; S, L. 2002, Pp 42-117
8. Campos A. Rehabilitación Oral y Oclusal. vol I. Madrid 2000. Ed Harcourt. Pp 414-416
9. Chiche G, Pinault A. Prótesis Fija Estética en Dientes Anteriores. 1º ed. Barcelona 2000, Ed Masson. pp. 128-140
10. Chu S.J, Devigus A , Mielezsko A, Fundamentals of color 1º ed. 2004 Quintessence Publishing Co. Inc. Pp 2-95
11. Debner Tara, Warren Donna, Powers John M. Effects of fluoride varnish on color of esthetic Restorative Material. Journal of Esthetic Dentistry 2000;12 160-163



12. Douglas R. Duane, Brewer, Jane D. Variability of porcelain color reproduction by commercial laboratories. *The Journal of prosthetic dentistry*.2003; 90: 339-346
13. Fischer J. Estética y Prótesis Consideraciones Interdisciplinarias Actualidades Medico Odontológicas Latinoamérica, C.A, 2004. pp. 81-108
14. Gartner L. Histología texto y Atlas, México, DF, Ed Mc GRAW- HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V 1997 Pp 447-457
15. Goldstein R. Odontología Estética, Ars Medica, Barcelona, 2002, pp 141-186, 213-227
16. Grave W E Oftalmología, México DF Nueva Editorial Interamericana S.A. de C.V 1995. pp 19-25
17. <http://www.vita.com>
18. <http://www.dentsply.com>
19. <http://www.ivoclar.com>
20. <http://www.ultradent.com/>
21. Koutayas S.O, Kakaboura A, Hussein A, Strub J.R. Colorimetric Evaluation of the Influence of Five Different Restorative Material on the Color of Veneered Densely Sintered Alumina. *Journal of Esthetic Dentistry*. 2003; 3: 15: 354-359
22. Mallat D, Mallat C Fundamentos de la Estética bucal en el Grupo Anterior. Barcelona, Editorial Quintessence S.L 2001, pp. 251-291
23. Naomi Tanoue, Kohyoh Soeno, Koji Kawasaki, and Mitsuru Atsuta, Influence of acidulated phosphate fluoride solution on the color stability of indirect composites. *The Journal of prosthetic dentistry*, October 2004.
24. Panagiotis C Psychogios. Monaco Edward. Expedient direct approach for esthetic and functional provisional Restorations. *The Journal of prosthetic dentistry*, 2003
25. Priest G, Lindke L. Tooth Color Selection and Characterization Accomplished with Optical Mapping. *Practical Periodontic & Aesthetic Dentistry*. 2000; 12: 497-503.

26. Rappelli G, Coccia E, Putignano A. Restoration of anterior teeth with indirect composite partial coverage crowns: A clinical report. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2004; 92; 519- 522
27. Reich S, Hornberger H. The effect of multicolored machinable ceramics on the esthetics of all- ceramic crowns. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2002; 88: 44- 49
28. Rufenacht C. *Fundamentals of Esthetics*. Quintessence Publishing Co. Inc, Chicago, 1992; pp. 113- 132
29. Rufenacht C. *Principios de Integración Estetica*, Editorial Quintessence, Barcelona, 2001; pp. 63-100
30. Schwartz R , Summitt J, Robbins W. *Fundamentos en Odontología Operatoria 1º ed* 1999, Ed Actualidades Medico Odontologicas Latinoamerica C.A pp 1-2, 197-198
31. Sproull R Color matching in dentistry. Part I. Practical applications of the organization of color. *The Journal of prosthetic dentistry*, 2001; 458- 464
32. Sproull R Color matching in dentistry. Part II. The three- dimensional nature of color. *The Journal of prosthetic dentistry*, 2001; 453- 457
33. Stephen J. Use of a Reflectance Spectrophotomer in Evaluating Shade change Resulting from Tooth- whitening Products. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2003; 15; S41 – S48
34. Tanove N, Soeno K, Kawasaki K, Atsuta M. Influence of acidulated phosphate fluoride solution on the color stability of indirect composites. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2004; 92; 343- 347
35. Tresguerres J A F. *Fisiología Humana*. Madrid, Mc Graw-Hill 1992 pp 243- 292.
36. Tsun Ma, Johnson G, Gordon G. Effects of chemical disinfectants on the surface characteristics and color of denture resins. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1997; 77:197- 204

37. Tugrul Sari, Aslihan Usumez. Restoring Function and Esthetics in a Patient with Amelogenesis Imperfect: a clinical report. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2003
38. Wee A, Monaghan P, Johnston W. Variation in color between intended matched shade and fabricated shade of dental porcelain. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2002; 87: 657- 666
39. Westland S. Review of the CIE System of Colorimetry and Its Use in Dentistry. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 2003; 15:55- S12
40. Yiming L. Tooth Color Measurement Using Chroma Meter: Techniques, Advantages and Disadvantages, *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*; 2003; 15; S33- S40

Diana Citlali García Flores

5445-5539

dicitla@yahoo.com

09744018-3