



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

Técnicas para la elección del color en Prótesis Fija

T E S I N A

**Que para obtener el Título de:
CIRUJANA DENTISTA**

Presenta:

ALEJANDRA PALACIOS CRUZ

DIRECTOR: MTRO. MARTÍN ARRIAGA ANDRACA

MÉXICO, DF.

MAYO 2004

Arriaga

[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.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Dedico el presente trabajo a mis padres:

Por el amor, confianza, consejos, comprensión sacrificios,
desvelos, paciencia y apoyo que me han brindado a lo largo
de la vida.

Los quiero mucho sin ustedes nunca lo hubiera logrado !!!

A mis hermanos:

Ricardo

Por su cariño y apoyo incondicional, gracias
por contribuir en mi formación profesional.

Marco

Por su apoyo y motivarme indirectamente
a cumplir mi objetivo.

A mi tío Antonio por confiar en mí y por
su ayuda en los momentos difíciles.

Al CD. Víctor Fuentes Casanova por brindarme
su amistad y por el apoyo que recibí para
comenzar esta etapa.

A Fabiola y Sabina por los momentos
divertidos, los días de estudio y el gran
apoyo que me brindaron a lo largo de
la carrera.

A Wallis, Lulú, Marisol por su amistad,
por hacer divertida y breve la última
etapa en la Facultad.

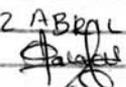
A todas a aquellas personas que de alguna
forma me apoyaron e hicieron posible que
concluya un ciclo más en la vida.

GRACIAS A TODOS !!!

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

NOMBRE: ALEJANDRA PALACIOS CRUZ

FECHA: 12 ABRIL 2011

FIRMA: 

ÍNDICE GENERAL

	<u>PÁGINAS</u>
INTRODUCCIÓN	5
 <u>CAPÍTULOS</u>	
1. ANTECEDENTES	7
 2. CARACTERÍSTICAS DE LOS DIENTES NATURALES	
2.1 Definición de luz	10
2.2 Importancia de la luz	10
2.3 Diagnóstico del color	13
 3. COLOR	
3.1 Definición	22
3.2 Percepción	22
3.3 Espectro visible	27
3.4 Sistemas para medir el color	28
a) Sistema de Munsell	29
b) Modelos de color CIE	36
 4. ELECCIÓN DEL COLOR EN EL CONSULTORIO DENTAL	
4.1 Factores que influyen en la percepción del color ...	41
a) Fuente de luz	41
b) Objeto	43
c) Observador	44

4.2 Colorímetro dental	45
4.3 Técnicas para elegir el color	48
a) Técnica convencional	49
b) Sistemas computarizados	51
4.4 Comunicación del color al laboratorio	53
CONCLUSIONES	54
FUENTES DE INFORMACIÓN	55

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe una amplia gama de materiales cerámicos que permiten elaborar restauraciones estéticas, al realizar dichas restauraciones se deben considerar tres características fundamentales, las cuales son: *forma, textura y color*.

La forma y la textura sin duda son aspectos importantes en una restauración, sin embargo determinar el color representa un gran reto para el Cirujano Dentista, ya que únicamente se basa en una guía de colores denominada colorímetro, el cual contiene los colores que se presentan comúnmente en los dientes humanos.

Determinar el color apropiado para las restauraciones es fundamental para lograr la estética que se busca al realizarlas, por esta razón no se debe restar importancia a dicho paso.

Al elegir los colores se necesitan tres elementos: la fuente de luz, el objeto y el observador. Lo que hace necesario conocer las características de cada uno de ellos.

Además se deben conocer las propiedades físicas del color, a fin de entender el efecto que causa la luz en la superficie dental.

Debido a que los colores que percibimos a simple vista son de carácter subjetivo y se modifican por circunstancias externas, como el tipo de luz o el entorno que nos rodea, se han creado técnicas específicas para facilitar la elección del color de las restauraciones estéticas.

Gracias a los avances tecnológicos, además de la técnica tradicional para elegir el color mediante la gran variedad de colorímetros, se han diseñado sistemas computarizados que desempeñan esta función y en los cuales se obtienen excelentes resultados.

Al conocer los términos antes mencionados y aplicarlos clínicamente, se logrará el éxito en las restauraciones cerámicas, devolviendo al paciente además de la función una sonrisa natural.

Agradezco a la *Universidad Nacional Autónoma de México*, el haberme formado profesionalmente a través de la enseñanza impartida por sus profesores e instalaciones.

De igual forma agradezco al CD. Martín Arriaga Andraca por el interés, tiempo y dedicación que brindó a la elaboración del presente trabajo.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

La demanda que actualmente se presenta en el consultorio dental por parte de los pacientes para que se les realicen tratamientos estéticos no es de reciente aparición.

A través de la historia se ha ido modificando el concepto de estética y se han estudiado las características que presentan los dientes: forma, textura y color; estas dependen de varios factores entre ellos, la edad, el género, la cultura, así como los rasgos de cada paciente.¹

El color ha sido estudiado, analizado y definido por científicos, físicos, filósofos y artistas, los resultados que se han obtenido son las bases para los estudios que se realizan actualmente.

El filósofo Aristóteles (384 - 322 AC), definió que todos los colores se conforman con la mezcla de cuatro y además otorgó un papel fundamental a la incidencia de luz y sombra sobre los mismos. Estos colores que denominó como básicos eran los de la tierra, el fuego, el agua y el cielo.²

Leonardo Da Vinci (1452-1519) varios siglos después, también consideraba al color como propio de la materia, avanzó aún más definiendo una escala de colores básicos: primero el blanco como el principal ya que permite recibir a todos los demás colores, después seguía amarillo para la tierra, verde para el agua, azul para el cielo, rojo para el fuego y negro para la oscuridad, ya que es el color que nos priva de todos los otros.

Con la mezcla de estos colores obtenía todos los demás, aunque también observó que el verde también surgía de una mezcla. ²

Finalmente Isaac Newton (1642-1519), estableció un principio hasta hoy aceptado: la luz es color.

En 1666 Newton descubrió que la luz del sol al pasar a través de un prisma, se dividía en varios colores conformando un espectro.

Así es como se observa que la luz natural está formada por luces de seis colores, cuando incide sobre un elemento absorbe algunos de esos colores y refleja otros. Con esta observación dio lugar al siguiente principio: *"todos los cuerpos opacos al ser iluminados reflejan todos o parte de los componentes de la luz que reciben"*.

Johann Göethe (1749-1832), hizo estudios acerca de las modificaciones fisiológicas y psicológicas que el ser humano sufre ante la exposición a los diferentes colores.

Para Göethe era muy importante comprender la reacción humana a los colores, y su investigación es fundamental para la actual psicología del color. Desarrolló un triángulo con tres colores primarios rojo, amarillo y azul. Consideró este triángulo como un diagrama de la mente humana y ligó a cada color con ciertas emociones. ²

En 1915, el Profesor Albert Münsell desarrolló un sistema, mediante el cual ubica en forma precisa a los colores en un espacio tridimensional. ³

En el año de 1931, el Dr. E. Bruce. Clark llevó a cabo un estudio en relación al color en prótesis. Realizó la medición y el análisis científico del color, en

relación a la cerámica. En este estudio diferenciaba más de 600 tonos cromáticos tanto de la dentina como del esmalte.³

En 1973, R. Sproull realizó una descripción del estudio de Clark, el autor distinguió las tres dimensiones del color: el tono, el valor y la saturación.³

En 1985 Jack Preston, demostró que en la captación del color intervienen varios factores que interactúan entre sí, además mencionó que el color del diente provenía de los componentes del esmalte, la dentina y la pulpa. Agregó que la manera en que se determinan los colores era mediante la ayuda de una escala cromática.³

En trabajos publicados en 1987 en el JADA y en el Journal of Esthetic Dentistry (1993), Lloyd Millar trató la escala de colores y creó un método tradicional usado en la comunicación de los colores en odontología, asignó una letra y un número para representar cada color. Además retomó el tema de las tres dimensiones cromáticas y agregó una cuarta dimensión cromática: la translucidez.³

En 1984 la ADA llegó a un consenso que dictó los siguientes puntos.

1. las escalas de colores disponibles no se corresponden con los colores de los dientes naturales.
2. tampoco se corresponden con los materiales utilizados para las restauraciones.
3. para establecer colores estándar es preciso efectuar mediciones espectrofotométricas de los dientes naturales.
4. las dos cualidades a tener en cuenta son la opalescencia y la fluorescencia.³

CAPÍTULO 2

CARACTERÍSTICAS DE LOS DIENTES NATURALES

2.1 Definición de luz

Agente físico que hace visibles los objetos. En términos físicos es una forma de radiación electromagnética similar al calor radiante, las ondas de radio o los rayos X. La luz corresponde a oscilaciones extremadamente rápidas de un campo electromagnético, en un rango determinado de frecuencias que pueden ser detectadas por el ojo humano.^{4, 5}

2.2 Importancia de la luz

Con el fin de obtener buenos resultados en las restauraciones, el Cirujano Dentista debe conocer las propiedades de la luz y sus tres características:

1. La dirección.
2. El movimiento.
3. El color.

Al iluminar un objeto se observan dos dimensiones: longitud y anchura, sin embargo al ser la luz natural multidireccional se aprecia además la textura y las sombras, añadiendo la tercera dimensión de la profundidad, la cual aporta un aspecto realista.⁶ (Fig. 2-1)



Fig. 2-1 Efecto de profundidad

El efecto de profundidad es el resultado de los diferentes grados de translucidez en el esmalte del diente natural, aunque también es importante su grosor. Esta translucidez cubre la dentina cromáticamente saturada, cuyo color pierde intensidad a consecuencia de ello. (Fig. 2-2)

En un diente natural puede apreciarse un velo grisáceo muy marcado bajo su superficie. La intensidad de este velo corresponde a la intensidad de translucidez superficial, dada por la capa de esmalte y varía en función a la incidencia de la luz. ⁷



Fig. 2-2 Efecto de profundidad

Los factores básicos en la creación de ilusiones estéticas son la dirección y el movimiento de la luz, debido a que estas características crean las sombras. Al variar el contorno y las superficies dentarias se altera la dirección de la reflexión de la luz.⁶

La variación de la silueta puede alterar el color base al variar el ángulo de incidencia de la luz. Las concavidades y convexidades de las superficie del esmalte determinan en parte la textura de la superficie, que influye en la intensidad y las características de la luz reflejada según el modo en que la superficie absorbe o refleja la luz.⁸ (Fig. 2-3)

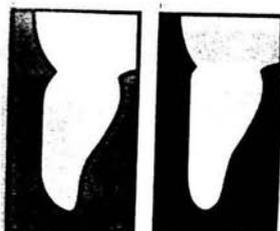


Fig. 2-3 Luz reflejada en distintas superficies

El color de los tejidos adyacentes a los dientes, influyen en el color de los mismos; debido a la reflexión de la luz en los tejidos; por ejemplo: si se tiene una bóveda palatina alta aumentará la translucidez de un diente con un borde incisal delgado.⁸

Para determinar el color del diente es importante conocer sus características ya que al incidir la luz en la superficie dental se presentan varios fenómenos que se deben a la composición de sus tres capas: esmalte, dentina y pulpa.

2.3 Diagnóstico del color

El diagnóstico del color es la capacidad del profesional para descifrar los matices, variaciones del color, caracterizaciones individuales y reflejos cromáticos de los tejidos adyacentes en cada zona del diente.

Para realizar dicho diagnóstico se deben conocer las propiedades del color las cuales se mencionan a continuación:

Reflexión.

Efecto que se crea cuando la luz incide sobre una superficie pulida y lisa de un medio translúcido con una inclinación determinada (ángulo de incidencia), una parte del haz luminoso cambia de dirección y sale reflejada hacia el medio original al ángulo con que sale reflejada la luz en una misma dirección (ángulo de reflexión), a este fenómeno se le llama reflexión especular, en ella el ángulo de incidencia y de reflexión son iguales.

Cuando la superficie en que incide la luz es irregular el ángulo de reflexión no es único y la luz sale reflejada en múltiples direcciones. A este efecto se le llama reflexión difusa y se observa en la superficie dental.³ (Fig. 2-4)

Debido a este efecto se debe observar el color de un diente situando la luz incidente a 45° de la superficie vestibular del mismo.

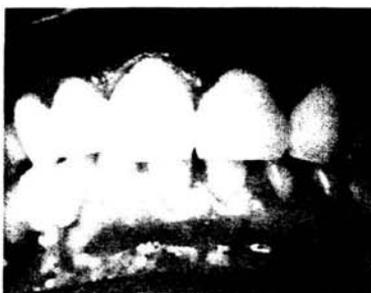


Fig. 2-4 Reflexión

Refracción.

Efecto que se presenta cuando la parte del haz luminoso que penetra en el medio translúcido cambia de dirección y avanza a través de él, este fenómeno depende de la densidad del medio y de la longitud de onda de la luz incidente.

La valoración de la refracción se obtiene a través del cociente entre la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la misma en el medio translúcido y recibe el nombre de índice de refracción.³

Entre algunos valores del índice de refracción tenemos al agua 1.33, el de porcelana es 1.50-1.52 y el del esmalte es 1.65.

Debido a estos valores es complicado hacer una reproducción de las propiedades ópticas que presentan los dientes.

Las partículas contenidas en la porcelana (óxidos metálicos de los opacadores como SnO₂, ZrO₂ o TiO₂) dan lugar a múltiples reflexiones y refracciones provocando conjuntamente, una dispersión de luz.

Esta dispersión simula el efecto producido por los cristales de apatita de la organización prismática del esmalte, los cuales son conductores de la luz hacia las zonas internas del diente, la luz es también refractada a la superficie y reflejada en parte para dirigirse al exterior.³

Opalescencia.

Efecto que se presenta cuando la luz es reflejada en algunas sustancias y se obtiene una impresión cromática azulada. En los dientes el efecto se debe a la diferencia en los índices de refracción de la estructura prismática del esmalte y de la matriz orgánica.³

Para entender el efecto de la opalescencia se tomará como ejemplo al ópalo, mineral semiprecioso que se compone de cristales esféricos de dióxido de silicio con un diámetro de 0.15 – 0.3 nm los cuales contienen agua.

En condiciones normales el ópalo es iridiscente (muestra un espectro de colores similar al arco iris), sin embargo presenta diversos tonos azulados que dependen de la luz y del ángulo de observación, debido a que la parte del espectro correspondiente al azul tiene una longitud de onda de magnitud similar al tamaño de las esferas con agua, esto hace que solo el azul sea dispersado y el resto de la luz lo atraviese.⁹

Al someter al ópalo a la transiluminación, cambia a una tonalidad ámbar. Esto se debe a que el ópalo filtra el rayo de luz permitiendo solamente el

paso de las radiaciones con una longitud de onda larga para que pueda ser transmitida a través de él.³ (Fig. 2- 5)

El mismo efecto se produce en los dientes, es por esto que se deben apreciar las zonas transparentes azuladas o blanco-azuladas a nivel incisal, éstas zonas representan los mamelones dentinarios y están presentes en personas jóvenes.

En los bordes incisales se presenta una línea de color blanco, esta se debe al efecto óptico lumínico por la cual la luz sufre una reflexión condicionada por la inclinación del borde incisal hacia palatino en una angulación de 40-45%.

Es difícil obtener este efecto en las restauraciones de porcelana, debido a que es complejo conseguir que las partículas que se utilizan para tal fin presenten una forma y el tamaño adecuados, por el hecho de ser pequeñas se disuelven en la matriz de porcelana durante las cocciones repetidas.³

Sin embargo al realizar restauraciones con resina se puede conseguir el efecto de opalescencia, debido a que en la matriz de la resina las partículas son estables y no se disuelven ni aumentan de tamaño.

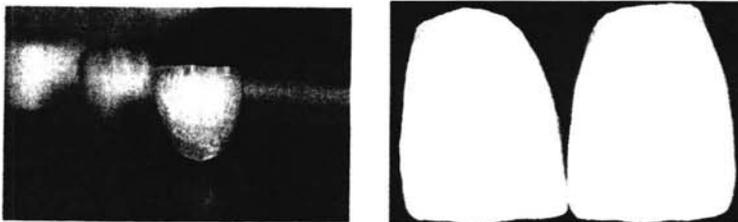


Fig. 2-5 Fenómeno de Opalescencia

Transparencia.

Es la propiedad que presenta un material que puede ser atravesado por la luz y que permite ver de forma clara los objetos situados detrás de él.⁹

Los dientes naturales presentan transparencia en los bordes incisales de personas jóvenes, pacientes ancianos o en individuos que presentan bruxismo, debido al desgaste que existe en los bordes incisales.

También esta presente en supraoclusiones muy acentuadas con grandes abrasiones de las caras linguales superiores y bucales inferiores. En estas circunstancias la cara bucal de los incisivos superiores se presenta exageradamente delgada hasta obtener una transparencia que hace que los dientes adopten una apariencia parecida al vidrio.³

El fondo oscuro de la cavidad oral proporciona el característico color grisáceo o azul oscuro que se presenta en la zona incisal de los dientes.

Translucidez.

Es la capacidad que tiene la luz de atravesar un objeto, pero los objetos que están detrás de él no se ven de forma clara. Al presentar un aspecto opaco, el objeto refleja parte de la luz incidente.⁹

El esmalte está constituido principalmente por hidroxiapatita (97%), lo que da una gran translucidez y opalescencia. La dentina es menos translúcida ya que su componente mineral es menor (70%), su tono es amarillento y es el que le da el color al diente. Por su parte la pulpa adquiere una tonalidad roja y en ocasiones rosada.³

Con la edad las características de estas tres capas van alterándose ya que pueden presentar desgaste, alteraciones en la coloración debido a factores intrínsecos (*uso de fármacos*) o extrínsecos (*dieta del paciente*), retracción pulpar debido a la dentina secundaria.

La translucidez en el esmalte depende de la edad del paciente, por lo que al realizar la restauración se deben tener presentes las características que le corresponden a los dientes, como ejemplo tenemos los dientes anteriores en los cuales, los bordes incisales presentan diferentes matices de color y translucidez.

Debido a la translucidez del esmalte la luz incisal es capaz de atravesar un grosor de 1 mm. de esmalte, pero en la dentina solo el 30% de la luz incidente es capaz de atravesar este grosor.³

El esmalte es el principal constituyente del tercio incisal del diente, a medida que se va adelgazando hasta llegar al borde incisal, se vuelve más transparente y adquiere una apariencia de vidrio que se extiende a las áreas proximales.

En el tercio medio predomina la dentina con menor translucidez, por lo que en estas zonas el esmalte tomará una tonalidad influida por los colores amarillo, naranja y marrón propios de esta estructura, en lugar del color gris-azulado del propio esmalte.

Finalmente en el tercio cervical el esmalte se adelgaza hasta llegar a la unión amelocementaria. El cuello presenta un color más oscuro que puede oscilar entre un amarillo-anaranjado y un marrón, según la edad del paciente y el grado de calcificación de la dentina.³

En esta zona puede llegar a incluir el tono rosado de la encía reflejándose en las áreas dentarias próximas. ³ (Fig.2-6)

Existen tres categorías de dientes dependiendo de la distribución de la translucidez:

- Tipo A. Translucidez presente en toda la superficie bucal del diente o no presenta un patrón de distribución claro.
- Tipo B. Translucidez presente solo en el borde incisal.
- Tipo C. Translucidez presente en el borde incisal y en las caras proximales.

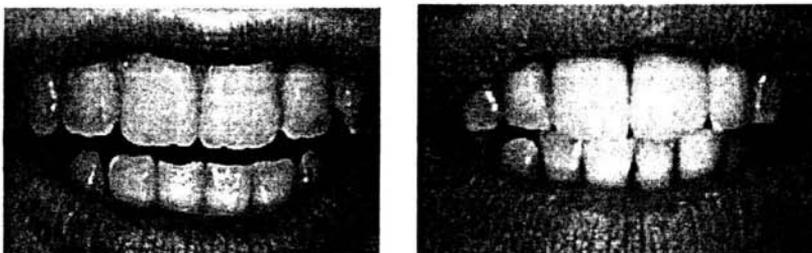


Fig. 2- 6 Translucidez en dientes naturales y en restauraciones cerámicas

Metamerismo.

Este efecto se presenta cuando pueden parecerse iguales dos colores aunque estén compuestos de diferentes curvas de transmisión espectral, sin embargo, al cambiar la iluminación se pierde esa semejanza. A estos colores se les llama metaméricos. ^{6,10}

Este fenómeno se presenta por la distinta capacidad de reflexión, refracción, transmisión y absorción de la luz que presentan algunas estructuras una vez iluminadas.⁶

Este fenómeno hace que un diente natural y una corona de porcelana puedan presentar un mismo color bajo una fuente de luz y, al colocarlos en otra fuente distinta (con otra longitud de onda) solo la porcelana manifieste un cambio de color.³

Fluorescencia.

Fenómeno por el que algunas sustancias al ser iluminadas con luz ultravioleta, absorben energía y emiten al momento otro haz lumínico con una longitud de onda mayor. Este efecto desaparece cuando cesa el estímulo.³

La fluorescencia da un aspecto muy natural a los dientes, las sustancias responsables de ella, son los componentes minerales de la hidroxiapatita y la matriz orgánica.

La fluorescencia de los dientes disminuye con la edad y su distribución dentro de un mismo diente varia. Los bordes incisales y las superficies oclusales presentan una menor proporción de compuestos fluorescentes.

La fluorescencia en los dientes naturales se observa en una coloración blancoazulada a blancoamarillenta.³ (Fig. 2-7)

Para imitar la fluorescencia de los dientes naturales conviene que el opacador, la dentina y el esmalte posean un grosor uniforme.



Fig. 2-7 Fluorescencia

CAPÍTULO 3

COLOR

3.1 Definición

Sensación producida por los rayos luminosos que impresionan los órganos visuales y que depende de la longitud de onda. Es experimentada por los seres humanos y determinados animales, la percepción del color es un proceso neurofisiológico muy complejo.^{4, 5}

Los métodos utilizados actualmente para la especificación del color se encuentran en la especialidad llamada colorimetría, y consisten en medidas científicas precisas basadas en las longitudes de onda de tres colores primarios.

3.2 Percepción

Existen varios factores que intervienen cuando percibimos los colores, entre ellos el tipo de luz y el entorno que nos rodea.

La apariencia óptica de un objeto, se determina por la cantidad de luz que incide sobre su superficie o por la cantidad de luz que él absorbe.

El ojo humano reconoce las longitudes de onda entre 360 nm y 780 nm, sólo la luz que se refleja dentro de este rango presenta cualquier efecto en el aspecto de la restauración.¹⁰

La retina es la parte del ojo sensible a la luz, que nos permite percibir los colores por medio de dos fotorreceptores:

- *Bastones*. Encargados de la visión en la oscuridad.

- *Conos*. Responsables de la visión en color.

Tanto los bastones como los conos contienen sustancias químicas que se descomponen tras la exposición de la luz y con ello excitan las fibras nerviosas que parten del ojo.

Los principales segmentos funcionales de un bastón o un cono son:

1. el segmento externo
2. el segmento interno
3. el núcleo
4. el cuerpo sináptico

En el segmento externo se encuentra el fotorreceptor sensible a la luz. En el caso de los bastones se llama rodopsina; y en el caso de los conos es uno de los tres pigmentos del color o pigmentos de los conos sensibles a los colores del espectro azul (445 nm), verde (535 nm) y rojo (579 nm); su composición y su función es semejante a la rodopsina, excepto por la diferencia de sensibilidad espectral. ¹¹

En general, los bastones son más largos y finos que los conos, en las porciones periféricas de la retina, los bastones miden entre 2 y 5 micras de diámetro, mientras que los conos tienen entre 5 y 8 micras; en la parte central de la retina, en la fóvea los conos son más finos y su diámetro es de tan solo 1.5 micras. ¹¹

La melanina es un pigmento de la retina que desempeña una función importante, ya que impide la reflexión de la luz por todo el globo ocular, lo cual es un aspecto vital para la visión nítida. ¹¹

La falta de este pigmento ocasionaría que los rayos de luz se reflejarán en todas las direcciones dentro del globo ocular y provocarían una iluminación difusa de la retina en lugar del contraste normal entre los puntos de luz y de oscuridad necesarios para la formación de imágenes precisas.

Cuando los conos y bastones se excitan con la luz, se transmiten señales a través de las neuronas que se encuentran en la retina, las cuales debido a una reacción fotoquímica, convierten la energía en impulsos nerviosos que viajan a través del nervio óptico hasta el lóbulo occipital de la corteza cerebral. ⁶

Las neuronas y fibras nerviosas que conducen las señales visuales del cono, son de dos a cinco veces mayores que las que conducen las señales visuales del bastón. (Fig. 3-1)

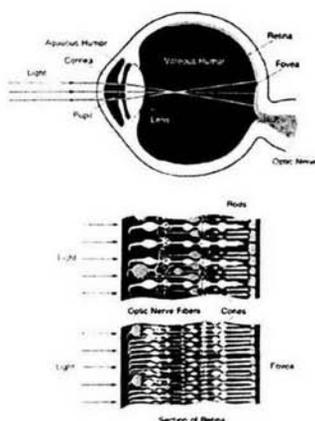


Fig. 3-1

Al terminar este proceso el cerebro elabora una imagen subjetiva del objeto que posee el color que hemos percibido.(Fig. 3-2)

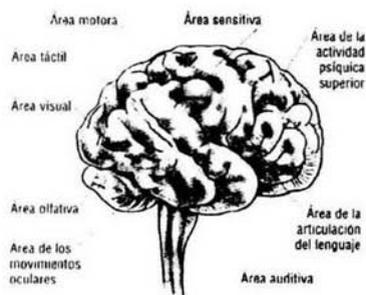


Fig. 3-2

Alteraciones en la percepción del color

Las alteraciones se presentan cuando una persona carece de un grupo de conos receptores de color y es incapaz de distinguir unos colores de otros. Por ejemplo, si se tienen los colores verde, amarillo, naranja y rojo, que se encuentran entre las longitudes de 525 y 675 nm, se diferencian normalmente por medio de los conos receptores de los colores rojos y verdes.¹¹

Si alguno de estos conos no está presente, no se puede emplear el mecanismo para distinguir estos cuatro colores y la persona es incapaz de distinguir, el rojo del verde, por lo que se dice que padece daltonismo.

La primera referencia sobre esta condición se debe al químico británico John Dalton, quien padecía la enfermedad. El Daltonismo o ceguera a los colores es un trastorno de la visión, el individuo presenta dificultad para diferenciar los colores y se debe a un defecto en la retina u otras partes nerviosas del ojo.

Esta enfermedad genética afecta casi exclusivamente a los varones, se transmite a través de la mujer y alrededor del 8% de las mujeres son portadoras. Es decir, los genes del cromosoma X de la mujer modifican los diferentes conos.¹¹

Por lo tanto, el daltonismo casi nunca se presenta en la mujer, ya que al menos uno de sus dos cromosomas X tiene un gen para cada tipo de cono. Sin embargo, el varón solo presenta un cromosoma X, de modo que la falta de un gen determinará la aparición del daltonismo. El daltonismo puede aparecer también de manera transitoria tras una enfermedad grave.

El daltonismo se divide en dos alteraciones:

- *Acromatopsia o monocromatismo.* Ceguera completa para los colores. Enfermedad congénita, en la que todos los matices de color se perciben como variantes de gris, es muy rara.
- *Discromatismo.* Ceguera parcial para los colores, hay incapacidad para diferenciar o para percibir el rojo y el verde; con menos frecuencia se confunden el azul y el amarillo. El discromatismo es la forma más frecuente de daltonismo: lo padecen el 7% de los varones y el 1% de las mujeres.

Prueba para la detección del daltonismo

Los carteles de Ishihara forman parte de las pruebas habituales para la ceguera a los colores. Las personas con visión normal de los colores ven los números que aparecen en los carteles con facilidad, mientras que aquellas con alteraciones para el rojo y el verde presentarán dificultades en, por lo menos, una de las imágenes. ¹¹ (Fig. 3-3)

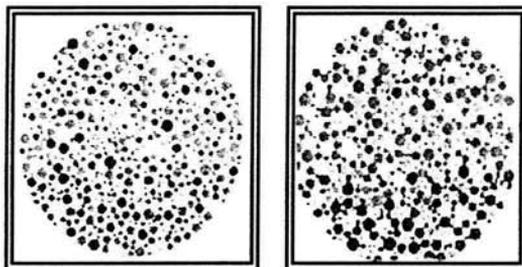


Fig. 3-3

3.3 Espectro visible

En 1666, Isaac Newton hizo pasar a través de un prisma luz blanca, notó que se dividía en un patrón ordenado de colores, al que actualmente se le denomina espectro, y al pasar el espectro por el prisma nuevamente se formaba luz blanca. ¹⁰ (Fig. 3-4)

A los colores que producen la luz blanca se les llamo colores primarios del sistema aditivo, este fenómeno solo se presenta en la luz y no en pigmentos.



Fig. 3-4 Espectro visible

3.4 Sistemas para medir el color

Como ya se ha mencionado el determinar el color es de carácter subjetivo, por esta razón se han diseñado varios métodos para comunicar la información del color con objetividad.

A estos métodos se les denomina sistemas del color, su objetivo es descomponer un color en diferentes atributos que lo definen con datos calculables.

Por ejemplo, en lugar de usar términos como "más rojo" o "más oscuro" al evaluar dos "rojos" muy parecidos, podemos comparar sus datos numéricos y su relación entre sí en un espacio de color tridimensional.

a) Sistema de Munsell

Existen varios sistemas que representan el orden de los colores, sin embargo el más aceptado es el diseñado por Albert Henry Munsell en 1915.^{6, 12}

Este modelo es práctico para el Cirujano Dentista debido a que la organización del color es de fácil comprensión, lo cual es importante pues los colorímetros que se emplean para elegir el color se fundamentan en él.

El sistema de Munsell divide al color en tres dimensiones: tono o matiz, valor y croma. Está representado por un cuerpo tridimensional con forma de esfera irregular. (Fig. 3-5)

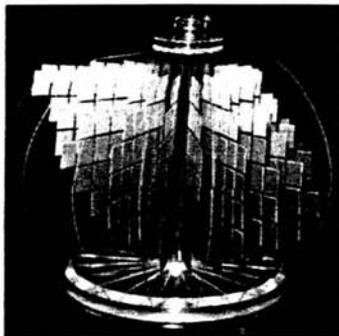


Fig. 3-5

El brillo es el eje vertical de la esfera, éste se divide en diez escalones, desde 0 que es el negro hasta el 10 que es el blanco. Por lo que el gris neutro estaría localizado en el 5.^{10, 12}

Alrededor de este eje se concentran las progresiones del tono, y cada una se divide empíricamente en diez escalones.^{10, 12}

La saturación de los tonos se extienden hacia a fuera a partir del centro, las saturaciones más bajas se ubican cerca del eje central y las más altas son las más alejadas.^{10, 12} (Fig. 3-6)

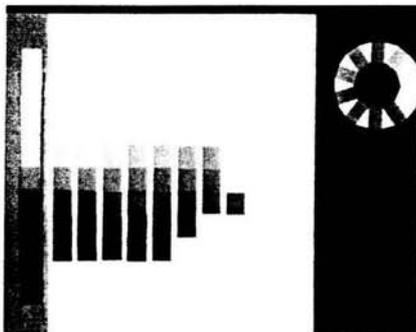


Fig. 3-6

Dimensiones del color

TONO C TIZ (HUE)

Es una propiedad que erróneamente se le designa como el "color". Según Munsell, es "aquella cualidad por la cual distinguimos una familia de color de otra, como el rojo del amarillo o el azul del púrpura."^{8,10}

En el diente natural el color se encuentra presente en la dentina y la gama cromática que produce va del amarillo al amarillo-rojizo, pasando por el amarillo- anaranjado. ¹ (Fig. 3-7)

En la dentición permanente de las personas jóvenes, el tono suele ser muy parecido, sin embargo con el paso de los años se producen variaciones debido a pigmentaciones intrínsecas (*uso de fármacos*) o extrínsecas (*dieta del paciente*).

En un estudio realizado para determinar la relación que existe entre la edad y las características de color y translucidez que se presenta en los dientes anteriores, se demostró que el cambio de color amarillo-rojizo que presentan los dientes sobre todo a nivel cervical, puede originarse por la presencia del color de la encía o el color de la raíz, debido a que con la edad se presentan resecciones gingivales. ¹³



Fig. 3-7 Tono en los dientes naturales

Los colores se dividen en dos grupos:

- *Primario*: Constituyen la base del sistema cromático dental y son: rojo, amarillo y azul
- *Secundarios*: Son mezcla de dos tonos primarios: anaranjado, verde y violeta.

Ambos grupos constituyen el denominado “*Círculo cromático de Darwin*”, el cual relaciona a cada color primario con uno secundario.

Existen también los colores complementarios, estos son los que se oponen directamente en el círculo cromático, cabe señalar que a cada color primario se contraponen uno secundario y viceversa. ⁶ (Fig. 3-8)

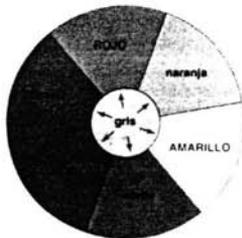


Fig. 3-8 Círculo cromático de Darwin

Adición del color

Los colores primarios usados en la adición de color son el rojo, verde y azul. La combinación de los colores primarios forma el blanco. ¹⁰

El color blanco es visto cuando un objeto refleja todos los colores. El rojo y el verde se mezclan para formar el azul. El verde y el azul para formar el celeste, y el rojo con el azul mezclados dan el violeta. ¹⁰ (Fig. 3-9)

Los colores formados por los colores primarios son conocidos como colores secundarios.

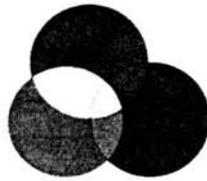


Fig. 3-9 Adición del color

Sustracción del color

Los colores secundarios son celeste, violeta y amarillo. Cuando estos se mezclan forman el negro. Los colores por sustracción significan la absorción de algunos colores y el reflejo de los colores que no fueron absorbidos. Los colores que son reflejados son los que nosotros observamos. ¹⁰ (Fig. 3-10)

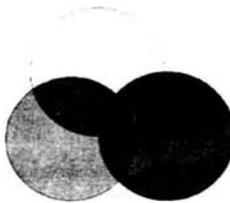


Fig. 2-10 Sustracción del color

Cuando se combina un tono primario con el correspondiente complementario se obtiene el color gris, por lo cual, al presentar el diente natural predominantemente el color amarillo y su complementario en base al Círculo Cromático de Darwin es el violeta, por lo tanto para obtener el gris correspondiente bastará con mezclar ambos colores. ¹⁰

Al colocar un tono primario al lado de un secundario o complementario aumenta el brillo de ambos. Por otra parte, cuando se combinan dos tonos complementarios se obtiene un color neutro, que se ubica entre los tonos grises y marrones, la mezcla de los tonos complementarios al 50% da lugar a un color negruzco. ³

El espectro visible comprende longitudes de onda que van desde 380 nm hasta 760 nm.(Fig. 3-11)

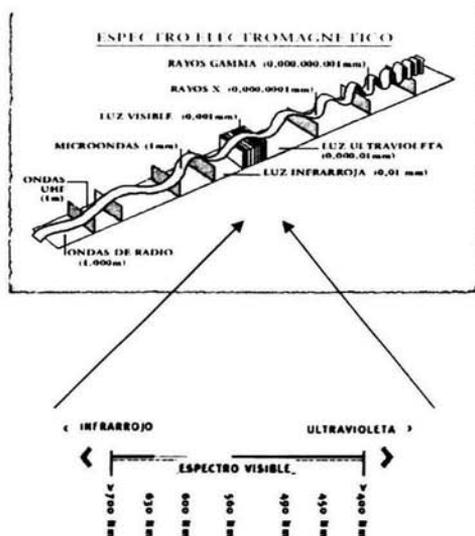


Fig. 3-11 Espectro visible

Cuanto más larga es la longitud de onda, más corta es la frecuencia de la misma. Las radiaciones que sobrepasan estos límites se denominan infrarrojas (760 y 800 nm) y ultravioletas (200 y 380 nm).

VALOR O BRILLO

Es una propiedad acromática que se relaciona con la escala de grises y es el parámetro más importante para el odontólogo. ¹

En la literatura odontológica se aceptan los siguientes sinónimos del brillo: claro y oscuro, luminosidad alta o baja y de brillo vivo o apagado. Esta dimensión se ve afectada por la calidad y transparencia del esmalte.

Un diente claro tiene un valor elevado; un diente oscuro tiene un valor reducido. El brillo hace referencia a la calidad de luminosidad, no a la cantidad de gris de un color. ⁶

A mayor cantidad de gris, menor será el valor que posea. Los límites de esta gama son el blanco, que representa el máximo valor y el negro sin luminosidad y cuyo valor es nulo.

En el estudio que se realizó en relación a la edad y el color de los dientes, se concluyó que el brillo disminuye al aumentar la edad a nivel del tercio cervical, sin embargo, en el tercio incisal no se encontró disminución significativa. ¹³

SATURACION (CROMA)

Esta dimensión representa la intensidad o concentración del tono. Se localiza en la dentina y depende del grosor de la misma, se ve influida por la translucidez y el grosor del esmalte. Esta cualidad nos permite detectar si un color es más intenso o más débil y más pálido que otro. ⁶

En los dientes naturales la saturación será alta en el tercio gingival, mientras que en el tercio incisal será menor.

El estudio antes mencionado se encontró una significativa relación entre la edad y la saturación del color en el diente. Al aumentar la edad se presenta una tendencia por el incremento de la saturación de los tonos amarillos.

Esto puede ser causado por el desgaste oclusal que presentan los dientes ocasionando formación de dentina secundaria y por lo consiguiente se presente disminución en la translucidez del diente. ¹³

b) Modelos de color CIE

A través de los años y gracias a los adelantos tecnológicos, se inventaron los colorímetros y en 1931 se fundó en Francia la CIE (*Comisión Internationale d'Éclairage o Instituto Internacional del Color*), del cual formaba parte un grupo de científicos que estudiaron el color y establecieron estándares y modelos para interpretar y comunicar el color.

Los modelos de color de la CIE utilizan coordenadas para localizar un color en el Círculo Cromático de Color. ¹⁴

Se establecen coordenadas de color L ,a b, que son similares a las coordenadas x, y ,z de un plano cartesiano. Posteriormente se incluyen las coordenadas C y H que ubican el color en el círculo cromático.

También se establecen los tipos de iluminantes y los grados de ángulos del observador. ¹⁴

Parámetros o valores cromáticos

L: eje vertical que representa el brillo del color, teniendo en la parte inferior el negro que tiene un valor de cero y en la superior el blanco con un valor de 100.

a: tendencia al rojo – verde ó eje x.

b: tendencia al azul – amarillo o eje y.

C: indica la saturación y es la distancia del centro al punto en cuestión

H: es el ángulo de tono o matiz.

- Modelo de color CIE Lab

La estructura bien balanceada del espacio de color Lab se basa en la teoría de que un color no puede ser tanto verde como rojo al mismo tiempo, ni azul o amarillo al mismo tiempo.

Cuando un color se expresa en CIE Lab, "L" define claridad, "a" denota el valor rojo/verde y "b" el valor amarillo/azul. (14) (Fig. 3-12)

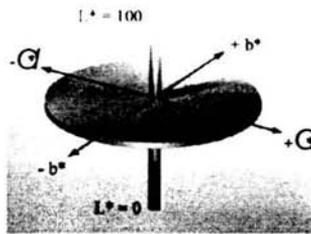


Fig. 3-12 Modelo CIE Lab

- Modelo de color CIE LCH

Este modelo de color tiene su raíz en CIE Lab, pero incluye los parámetros C y H para la evaluación del color. ¹⁴ (Fig. 3-13)

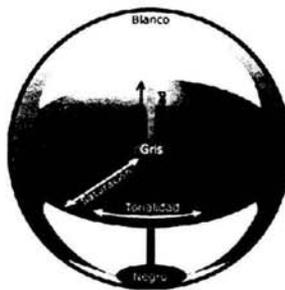


Fig. 3-13

Midiendo el color

Para medir el color se necesita un instrumento que determine un color con alguno de los modelos mencionados: CIE Lab o CIE LCH. Actualmente los instrumentos utilizados comúnmente son los espectrofotómetros, colorímetros y densitómetros.¹⁴

Los instrumentos de medición de color "reciben" el color de la misma manera en que lo hacen nuestros ojos, recolectando y filtrando las longitudes de onda manipuladas que son reflejadas desde un objeto.

Cuando un instrumento es el observador, "percibe" las longitudes de onda reflejadas como valor numérico: un valor de densidad simple (densitómetros), un valor de triestímulos (colorímetros), o datos espectrales (espectrofotómetros).¹⁴

Convertir un color en valor numérico

Cada tipo de instrumento de medición del color hace algo que nuestro ojo no puede hacer: asignar un valor específico al color que puede ser analizado en términos de estándares y tolerancias numéricas. Cada instrumento realiza esta conversión de forma distinta:

- Espectrofotómetro. Mide datos espectrales: la cantidad de energía de luz reflejada de un objeto en varios intervalos del espectro visible.
- Colorímetro. Descompone los componentes de la luz, similar al ojo humano, un explorador digital, o un monitor.

El valor numérico de un color es determinado usando el espacio de color CIE Lab o CIE LCH.

- Densitómetros. Miden la cantidad de luz transmitida a través de o reflejada de un objeto.

CAPÍTULO 4

ELECCIÓN DEL COLOR EN EL CONSULTORIO DENTAL

4.1 Factores que influyen en la percepción del color.

Como ya se ha mencionado la forma en que percibimos el color es de carácter meramente subjetivo. Existen tres factores principales que influyen en la percepción del color: fuente de luz, objeto y observador.

a) Fuente de luz

El entorno que nos rodea es un factor importante cuando se elige el color de la restauración. El entorno se refiere a la fuente de luz, la decoración del consultorio (color de la pared, del mobiliario), vestimenta del Cirujano Dentista y del personal.³

La luz es un aspecto determinante al elegir el color, ya que se presenta el fenómeno físico del metamerismo, si se elige el color de la restauración con la luz de la unidad dental al ser observada con luz natural se modificará, lo que provocará el fracaso en la restauración.

La fuente de luz natural es la ideal para elegir el color, preferentemente la del medio día. Al salir el sol predomina el color rojizo, una hora más tarde se vuelve anaranjado y luego amarillento; una hora más tarde pasa a un tono azulado; al llegar al medio día los tonos son blanquecinos, entre las 12 y 2 de la tarde predominan los tonos azules y violáceos. Cuando llega el atardecer vuelven los tonos amarillentos, anaranjados y rojizos.³

Si al elegir el color no se cuenta con la luz natural se puede sustituir por una lámpara de luz corregida. (Fig. 4-1)



Fig. 4-1

De preferencia se elige el color que quede bien bajo diferentes fuentes de luz. Normalmente en el consultorio dental se utilizan tres:

1. luz natural exterior que entra por la ventana.
2. luz incandescente de la lámpara del consultorio.
3. luz fluorescente, blanca y fría, de las lámparas del techo.

La mejor elección será aquella en la que el color resultante sea el más parecido al diente con las tres iluminaciones.

Decoración del consultorio

Se recomienda que el consultorio presente en el techo, paredes y mobiliario tonos suaves, si están presentes tonos fuertes pueden alterar la toma del color, debido a los reflejos que presenten con la luz. ³ (Fig. 4-2)

Además de la decoración, la vestimenta del personal, paciente y Cirujano Dentista debe ser con tonos suaves.

Se recomienda que el consultorio cuente con una ventana hacia el exterior para acercar al paciente a ella en el momento en que se tomará el color. ¹⁴



Fig. 4-2 Consultorio dental

b) Objeto

En el capítulo 2 se mencionaron las características que se observan en los dientes naturales, las cuales son el resultado de varios fenómenos que se presentan cuando la luz incide en el diente.

El color del diente está íntimamente ligado a la fuente luz ya que de esta depende como se percibe por el ojo. Por ejemplo: cuando los dientes se observan con una fuente de luz que incluye energía ultravioleta (luz de día), se observan fluorescentes azulados.

c) Observador

Cada persona percibe el color de un modo distinto, además existen factores fisiológicos como cansancio de la vista, edad, agudeza visual, etc. que influyen en la manera como se percibe el color. ^{15,16}

La elección del color debe ser de preferencia cuando se inicia la visita, ya que la vista no se ha fatigado y sobre todo no se han alterado las características de los dientes con los procedimientos que se lleven a cabo, los dientes deben estar húmedos, pues su sequedad altera parámetros como la saturación y el valor. ³

Una recomendación más es retirar el lápiz labial que utilizan las mujeres, pues su presencia puede alterar el aspecto de los dientes.

Sensibilidad a los tonos

Después de mirar durante 5 segundos a un diente o una guía de tonos, el ojo se acomoda y produce una lectura distorsionada del color. Si una persona fija la vista en un color durante más de 5 segundos y a continuación mira una superficie blanca o cierra los ojos, se le aparece la misma imagen pero el color habrá cambiado. A este fenómeno se le conoce como sensibilidad a los tonos, influye negativamente en la elección de los colores dentales. ¹⁰

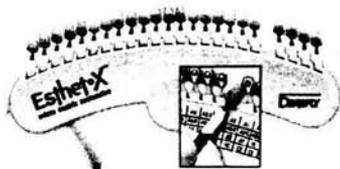
Este fenómeno no se produce se descansa mirando una cartulina azul poco saturada o gris.

4.2 Colorímetro dental

El colorímetro dental es un instrumento fundamental en la selección del color, ya es la base para determinar el color que portara la restauración. Sin embargo, es poco probable igualarlo, a pesar de que se elija el color de los dientes con uno de ellos, esto se atribuye a que la forma en que se fabrican los colorímetros difiere de la elaboración de la restauración cerámica.^{17, 18, 19}

Características

Los colorímetros dentales basados en el sistema Munsell tienen una disposición adecuada y lógica del color, según sus dimensiones (*brillo, saturación, tono*) para que el pueda ser rápidamente elegido por el profesional.¹⁷

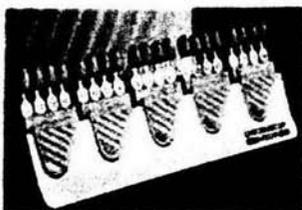


Presentaciones comerciales

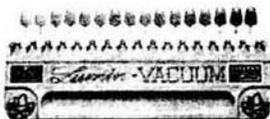
En la actualidad no existe un colorímetro universal, cada casa comercial posee su propio colorímetro, estos se proveen en los paquetes del material cerámico. Sin embargo, los colorímetros utilizados frecuentemente en las restauraciones cerámicas son:

- **CHROMASCOP (IVOCLAR).** Es una guía que proporciona un estándar de los tonos para los dientes prefabricados, así como los materiales que recubren a los mismos.

Se compone de 20 tonos, que se dividen en cinco grupos (cada grupo tiene 4 tonos graduados según la intensidad). Esta agrupación facilita la determinación del color.



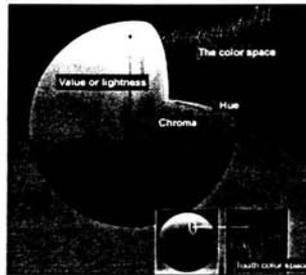
- **VITA CLASSICAL O LUMMIN VACUM (VITA).** Esta guía consta de 16 tonos. Agrupada en cuatro colores principales expresados por las letras A, B, C y D:



- A. *Tonalidades amarillo-anaranjadas. Son frecuentes en los jóvenes y se encuentra en el 65% de los pacientes. Es propia de los incisivos centrales y laterales.*
- B. *Tonalidades amarillas. Pacientes de mediana edad.*
- C. *Tonalidades amarillo-grisáceas. Pacientes maduros.*
- D. *Tonos rojo-grisáceos.*

El número que aparece junto a las letras indica el grado de saturación y va del 1 al 4.

- VITAPAN 3D MASTER (VITA). Este colorímetro se basa en estudios científicos sobre el análisis del color en los dientes naturales. El esquema tridimensional de los colores no utiliza un cilindro sino una esfera.²⁰

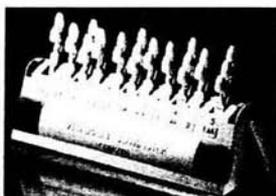


Según el esquema el espacio cromático de los dientes naturales es parecido a una “banana”, la cual posee verticalmente una zona de luminosidad, el tono que presenta es amarillo-rojizo.¹

Consta de 26 tonos distribuidos en cinco grupos, cada uno de ellos con un mismo nivel de claridad (1 a 5). El nivel intermedio 3 consta, como el segundo y el cuarto, de siete colores dentales. Los tres del medio (M) pertenecen al mismo tono de color: de arriba abajo solo aumenta la intensidad del color. A la izquierda (L) de éste, se encuentran los tonos amarillentos y a la derecha (R) los rojizos.^{20,21}

La denominación de los 26 tonos es sencilla:

1. el primer número denomina el grado de claridad
2. la letra (L, M o R) caracteriza el tono del color dentro del correspondiente nivel de claridad
3. el último número indica la intensidad del color



- Colorímetros individualizados. La fabricación de este tipo de colorímetro es de gran utilidad, ya que proporciona una representación realista de la apariencia que se obtiene con el material cerámico utilizado en la restauración, lo cual reduce el metamerismo. *

Debe incluir un refuerzo metálico para las restauraciones de metal-cerámica y el grosor que comúnmente se utiliza en las restauraciones clínicas. ³

4.3 Técnicas para elegir el color

Existen 2 técnicas mediante las cuales se determinan y describen los colores que se observan en el diente natural. ²²

Al elegir un color es conveniente no mirar al mismo durante más de 5 segundos, se recomienda cortar un trozo de cartulina azul en la que se hará una abertura de tamaño algo mayor que el diente para poder observarlo a través de ella eliminando los demás dientes de la visión.

a) Técnica convencional

Esta técnica es mediante la cual el Cirujano Dentista elige el color del diente natural que será restaurado con material cerámico por medio de un colorímetro dental. En ausencia de éste se toma de los dientes adyacentes.

Como se mencionó cada casa comercial posee su colorímetro, pero básicamente el procedimiento es el mismo, comparar los tercios del diente con los diversos tonos del colorímetro e irlos descartando hasta llegar al ideal. Como ejemplo tenemos dos técnicas, según el colorímetro que se utilice:

1. Técnica de los cuatro colores.

En esta técnica se determina de forma separada el tono, la saturación y el valor. Se basa en el colorímetro Lummin-Vacuum de Vita, la cual está constituida por cuatro colores principales expresados por letras A, B, C y D.³

El material que se requiere es:

- ✓ Guía ordenada por tonos (A, B, C y D)
- ✓ Guía ordenada según el valor
- ✓ Anilla de lengüetas para la dentina
- ✓ Anilla de lengüetas para el esmalte

Se colocan los tonos de máxima saturación (A4, B4, C4 y D4) en un muestrario. Se toma como guía el canino, debido a que es el diente con la saturación más alta de la arcada. Se comparan los cuatro tonos con el tercio cervical.

Una vez que se tiene el tono apropiado (Ej. Tono A) se colocan las saturaciones del mismo grupo (Ej. A1, A2, A3, A3.5 y A4), la saturación se compara con la parte central del diente.

Una vez elegido el tono (Ej. A2) y apoyados por la carta de colores Vita, se determina el color de dentina que de corresponde y se compara, si no corresponde con el color del diente se busca el color que se le asemeje.

Posteriormente se elige el color del esmalte a nivel del borde incisal donde el esmalte es más grueso.

Por último se elige el valor usando la segunda guía. Se debe observar el diente con los ojos entre cerrados para sensibilizar los bastones de la retina.

2. Técnica Vitapan 3-D Master

Esta técnica determina de forma secuencial, la claridad (valor), la intensidad (saturación) y el tono.

El primer paso es determinar el valor. Existen cinco grupos del 1 al 5. Se compara una y otra vez en intervalos cortos, empezando por el grupo central 3 y se elige el grupo que este más cercano al valor del diente.²¹

En el grupo 3 se encuentran los colores comúnmente presentes en los dientes naturales.

En el segundo paso se determina el nivel de saturación que va del 1 al 3, en el grupo del valor seleccionado previamente.

Debido a que el diente no es monocromático, los niveles de saturación son variables en él por lo que hay que observar las distintas áreas.

En el tercer paso se determina la tonalidad, la cual es expresada por letras M es el matiz o color medio, L "más amarillento" y R "más rojizo".

Por último en ambas técnicas se registra la información y se comunica al laboratorio. Esto se puede realizar mediante un mapa del diente en donde se indiquen los colores y características que presentan los dientes en los tercios incisal, cervical y medio.

b) Sistemas computarizados

Estos sistemas analizan el color del diente natural y determinan exactamente el tono, el valor y la saturación. Esto facilita la comunicación del color al laboratorio y por esta razón disminuye en un gran porcentaje los fracasos que se producen por una mala elección en el color con la técnica tradicional.^{14,22}

Los sistemas computarizados se presentan en una diversidad de formatos que incluyen en su mayoría hardware y software, los cuales están diseñados para identificar los colores, translucidez, reflexión y caracterizaciones del diente natural.²² (Fig. 4-10)

Estos datos proporcionan un mapa de color computarizado que ofrece más información y detalle en comparación con los sistemas tradicionales.

Actualmente podemos encontrar los siguientes sistemas:

- Shadescan
- ShadeEye-NCC
- Shade Rite
- Vita Easyshade
- ShadeVision
- ClearMatch



Fig. 4-10 Sistemas computarizados para determinar el color de los dientes naturales

4.4 Comunicación al laboratorio

Los datos que se obtengan al elegir el color, se reproducen en un mapa del diente, donde se informa los tonos y las características que portará la restauración en cada tercio del diente.²²

Esta información se puede complementar con fotografías, diapositivas intraorales o imágenes de vídeo.⁸

Lo ideal es que se tome una fotografía con el diente natural y la carta de color que se aproxime más al color deseado. (Fig. 4-11)



Fig. 4-11 Fotografía. Comparación del diente y el tono que se eligió.

CONCLUSIONES

Los sistemas computarizados para elegir el color representan una buena alternativa para el Cirujano Dentista, ya que ofrecen muchas ventajas como son: eficiencia al elegir el color, proporcionar un mapa del diente con las características detalladas y además el paciente puede observar cual será el resultado de la restauración en la boca.

Sin embargo, la gran desventaja que presenta es su costo, esto limita al profesional a adquirir dichos sistemas para la práctica privada. Por este motivo el método que seguirá siendo utilizado será el convencional, comparando los dientes naturales con los colorímetros dentales (guías dentales).

Por lo tanto el profesional debe conocer y aplicar, los términos de luz y color, para facilitar la elección del color en las restauraciones dentales. No se debe restar importancia a este paso, ya que de él dependerá el éxito o fracaso de la restauración.

Es necesario ampliar los conocimientos para elegir el color de las restauraciones en el programa de estudios de la carrera de Cirujano Dentista, de esta forma se conocerán y aplicarán los términos a etapas tempranas

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Lasserre, J.; Leriche, M. *L'illusion du naturel en prothèse fixée*. Cahiers Proth. Déc. 1999; No.108; Pág. 7-19
2. <http://www.sintoplast.com.ar>. *Historia del color*.
3. Mallat, Ernest. *Fundamentos de la estética bucal en el grupo anterior*. Ed. Quintessence; Barcelona, España; 2001.
4. <http://es.encarta.msn.com>. "Luz", "Color". Enciclopedia Microsoft Encarta Online 2004
5. <http://www.rae.es>. "Luz", "Color". Diccionario de la lengua española; 21ª edición.
6. Aschheim, Kenneth; Dale, Barry. *Odontología estética*; 2ª. ed. Ed. Mosby; Madrid, España; 2002. Cap. 2
7. <http://www.dentsply-iberia.com>. Kühn, Thomas. El fenómeno de la luz en las restauraciones de metal-cerámica.
8. Goldstein, Ronald. *Odontología Estética Vol. I*. Ed. Ars Médica. Barcelona, España; 2002. Cap. 10
9. Fisher, Jens. *Estética y Prótesis. Consideraciones interdisciplinarias*. Ed. Actualidades Médico odontológicas Latinoamérica, C.A
Berlín, Alemania 1999. Cap.3
10. Schärer, Peter; Rinn, Ludwig; Kopp, Fritz. *Principios estéticos en la odontología restaurativa*; Edit. Doyma; Barcelona, España; 1991. Cap. 1
11. Guyton, Arthur; Hall, Jonh. *Tratado de Fisiología Médica*; 10ª. ed. Ed. Mc. Graw-Hill Interamericana; Philadelphia, USA; 2001. Cap. 50
12. Sproull, Robert. *Color matching. Part I. The tree-dimensional nature of color*. J. Prosthet. Dent. 2001 Nov.; 86(5); 453-457

13. Hasewaga, Akira et al. *Color and translucency of in vivo natural central incisors*. J. Prosthet Dent. 2000 Apr.; 83(4); 418-422
14. Tung, Francis et al. *The repeatability of an intraoral dental colorimeter*. J. Prosthet. Dent. 2002 Dec.; 88(6); 585 - 589
15. Sim, Christina. *Color perception among different Dental Personnel*. Oper. Dent. 2001. No. 26. 435-439
16. Goldstep, Fay. *The intuitive Guide to Shade Selection*. Dent. Today. 2001 Sept.; 20(9):72-75.
17. Sproull, Robert. *Color matching in dentistry. Part II. Practical applications of the organization of color*. J. Prosthet. Dent. 2001 Nov.; 86(5); 458-464
18. Wee, Alvin et al. *Variation in color between intended matched shade and fabricated shade of dental porcelain*. J. Prosthet. Dent. 2002 June; 87(6); 657-665.
19. Paravina, Rade et al. *Color comparison of two shade guides*. Int. J. Prosthet. 2002 ; 15(1); 73-78.
20. Haase, Erich. *La revolución de la determinación del color del diente*. Quintessence téc. 1998 Dic.; 9(10); 531-540
21. Marcucci, Bruce. *Using tooth and color guides together*. J. Prosthet. Dent. 2001 Sep.; 86(3); 322-323.
22. Freedman, George. *Communicating Color*. Dent. Today. 2001 Sept.; 20(9):76-80.