



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA

LA SELECCIÓN DEL COLOR COMO PUNTO CLAVE EN
ESTÉTICA DENTAL.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

ADRIANA OLIVARES ELGUERA

TUTORA: Dra. KATIA JARQUÍN YAÑEZ

MÉXICO, Cd. Mx.

2018



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Gracias Dios por permitirme llegar a este punto de la vida, por darme lo mejor, mi familia.

A mis padres que son mi todo, mis fuerzas y ganas de salir adelante, gracias por todo lo que me han brindado a mí y a mis hermanas.

Mamá muchas gracias por todo el amor que me das e impulsarme siempre a continuar, de verdad valoro tanto el esfuerzo que haces cada día, definitivamente nada podría lograrlo sin tí, mamá te quiero todos los días.

Papá, este logro es tuyo, eres el mejor del mundo, muchas gracias por siempre apoyarme, por darme la oportunidad de estar en esta carrera, porque a pesar del reto que representaba nunca me negaste tu apoyo, eres mis ganas de ser mejor cada día, quiero corresponderte de la misma forma en que tú me das tu cariño y apoyo, no quiero fallarte, te quiero mucho gordito.

A mis hermanas, Rosa gracias por ser mi apoyo, por abrazarme cuando sentía que no podía, por ser mi paciente aunque te da miedo el dentista, por ayudarme siempre. Mich eres un motor para mí, para esforzarme, quiero poder ayudarte en todo lo que necesites, las quiero siempre.

A mis amigas Nancy y Naho, la Nao gracias por brindarme tu amistad desde el inicio de la carrera, y compartir tantos momentos juntas, buenos y malos, gracias por siempre estar ahí, para reír, llorar y comer. Taquero.

Jann gracias por la ayuda y paciencia que me tuviste durante el seminario, básicamente por sacarme de apuros en un minuto.

Dr. Ricardo Bonilla muchas gracias por el apoyo que siempre me brindo sin dudar, por orientarme desde el inicio de la carrera, es bueno saber que puedo acudir con usted.

Gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México.

Gracias especialmente a mi tutora Dra. Katia Jarquín Yáñez por el apoyo brindado para la elaboración de mi tesina, gracias por su tiempo, atención y compromiso.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	6
OBJETIVO	7
CAPÍTULO 1. ESTÉTICA DENTAL	8
1.1 Estética y cosmética odontológica	8
1.2 Antecedentes	9
1.3 Criterios estéticos fundamentales	12
CAPÍTULO 2. LA FÍSICA DEL COLOR	23
2.1 Generalidades	23
2.2 Clasificación del color	24
2.2.1 Color luz	24
2.2.2 Color pigmento	24
2.2.3 Colores primarios luz	25
2.2.4 Colores primarios pigmento	25
2.2.5 Colores secundarios	26
2.2.6 Colores complementarios	27
2.3 Dimensiones del color	28
2.3.1 Matiz	28
2.3.2 Croma	28
2.3.3 Valor	29
2.4 Sistemas de color	30
2.4.1 Sistema Munsell	30
2.4.2 Sistema CIELab	31
2.5 Luz	33
2.5.1 Propiedades ópticas de la luz	34
2.5.1.1 Reflexión	34
2.5.1.2 Refracción	34
2.5.1.3 Difracción	35
2.5.1.4 Transmisión	35
2.5.2 Fenómenos ópticos	35
2.5.2.1 Fluorescencia	35
2.5.2.2 Translucidez	36

2.5.2.3	Transparencia	37
2.5.2.4	Opalescencia	38
CAPÍTULO 3. PERCEPCIÓN DEL COLOR.....		40
3.1	Factores que influyen en la percepción del color	41
3.1.1	Fuente luminosa	41
3.1.1.1	Metamerismo.....	42
3.1.2	Objeto	43
3.1.3	Sujeto.....	43
CAPÍTULO 4. COLOR Y ESTÉTICA DENTAL		45
4.1	Métodos para la selección del color	45
4.1.1	Método visual.....	45
4.1.1.1	Factores que se deben considerar durante el procedimiento. 45	
4.1.1.2	Guías de color para la selección del color.....	48
4.1.1.3	Mapeo	57
4.1.2	Método instrumental	59
4.1.2.1	Colorímetros.....	59
4.1.2.2	Espectrofotómetros	61
4.1.2.3	Lámparas	65
4.2	Consideraciones del color dentario y sus tejidos.....	66
4.3	Comportamiento de los materiales restauradores	70
CONCLUSIONES		75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		76

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha incrementado el nivel de exigencia estética en la práctica odontológica debido a que la boca es la parte más expuesta y vulnerable a la observación, por ello surge la necesidad de crear sonrisas no solo funcionales sino estéticas que permitan a los individuos mejorar su apariencia, aumentar su autoestima, ganar confianza, respeto e integrarse con mayor facilidad a la sociedad.

El color de los dientes es de suma importancia para la evaluación de la belleza de una sonrisa, influye mucho en la personalidad del individuo ya que si al momento de sonreír los dientes presentan discrepancias en este aspecto, la sonrisa parecerá desagradable.

La estética odontológica tiene como objetivo conseguir la integración armónica de las restauraciones al emular a los dientes naturales en cuanto a forma, textura y color, logrando que éstas sean casi imperceptibles; la acertada selección del color es uno de los principales criterios que permiten lograr dicho objetivo, este procedimiento puede tornarse complejo debido al carácter subjetivo de su evaluación mediante el método visual que por su accesibilidad es el más utilizado en la clínica, así como por el policromatismo de las estructuras dentales, por lo cual resulta importante conocer los aspectos físicos que conforman al color, fundamentos y sus aplicaciones en Odontología.

En el presente trabajo se abordan los principios básicos del color, características del color dentario y criterios que deben ser considerados durante la selección del mismo; el conocimiento de estos aspectos así como su aplicación en la práctica clínica facilitarán al odontólogo la obtención de resultados óptimos en este aspecto.

OBJETIVO

Describir los criterios para la selección de color en Estética Dental.

CAPÍTULO 1. ESTÉTICA DENTAL

La palabra estética proviene del griego "aisthesis", que significa percepción o susceptible de percibirse con los sentidos, según el diccionario de la Lengua Española, estética se refiere a lo perteneciente o relativo a la percepción de la belleza; artístico, de aspecto bello y elegante. ^{1,2}

La estética es considerada como una ciencia filosófica que estudia los parámetros subjetivos y objetivos de la belleza natural, dicho término fue adoptado en 1753 por el filósofo alemán Alexander Gottlieb Baumgarten como "la ciencia de cómo las cosas son conocidas mediante los sentidos".¹

Pilkington en 1936, refiere que la estética es el arte de crear, reproducir, copiar y armonizar las restauraciones con las estructuras dentarias de tal forma que nuestro trabajo sea casi imperceptible. ^{3,4}

Por primera vez en 1947 Lombardi definió la estética dental como "percepción visual" y la abordó en dos aspectos: composición y proporción; la composición se refiere al aspecto dental y dentofacial como un todo y la proporción, a la aplicación de la proporción aurea en estética dental.³

1.1 Estética y cosmética odontológica

La estética odontológica se encarga de reemplazar los tejidos dentarios que causan efectos visuales negativos, mediante biomateriales que permiten igualar la apariencia de los dientes de manera armónica, a través de ella la apariencia de la boca es alterada para ajustarse al concepto subjetivo que tiene el paciente acerca de lo que es agradable a la vista. ^{5,6}

La cosmética odontológica es la parte de la odontología estética cuya función es modificar la apariencia de los tejidos sanos de un diente, cambiando su color, forma, posición y tamaño, pero sin eliminar tejido dentario, para alcanzar la belleza requerida por la estética. ⁵

1.2 Antecedentes

Lo estético es una impresión de la mente motivada por su propia percepción, por ello la belleza se convierte en un concepto subjetivo, es decir, cada persona tiene un concepto general sobre la belleza, cuya expresión e interpretación está influida por la imagen propia y en gran medida por su cultura, en este sentido lo que para una cultura parece bello para otra puede no serlo. ^{1,7}

El sentido estético, no es algo innato o biológico, surge histórica y socialmente, de ahí que pueda ser considerado como una forma particular de conciencia social del hombre, cuyos orígenes se remontan a las primeras civilizaciones. ⁸

Civilizaciones antiguas de Egipto, Grecia, Roma, India, China y Mesopotamia desarrollaron un estilo artístico único y característico, siendo Grecia la que tuvo mayor influencia en el desarrollo de la Odontología estética de Occidente, durante el periodo del arte griego se veneraba la forma física humana y el desarrollo de las habilidades de la musculatura, el equilibrio, la belleza y proporciones anatómicamente correctas.

Platón y Aristóteles tenían ciertas coincidencias en cuanto a los elementos universales de la belleza como el orden, simetría y definición. ⁶

Existen diferentes hallazgos históricos que indican sobre el valor de la sustitución de dientes faltantes y la preocupación de las culturas antiguas por las alteraciones cosméticas dentales, se sabe por ejemplo, que los egipcios

incrustaban piedras preciosas en los dientes en función del linaje y estética, que los fenicios aproximadamente 800 años a.C y los etruscos tallaban minuciosamente colmillos de animales para sustituir dientes naturales imitando su forma y color (figura 1).^{8,9}



Figura 1 "Puente" fenicio antiguo.

En el área de Mesoamérica la arqueología ratifica la búsqueda por la estética dental, las técnicas empleadas prehispánicamente se basaban en el limado y la perforación parcial, los mayas poseían gran capacidad de trabajar las piezas dentales con formas complicadas, realizaban incrustaciones con jade, hematita, turquesa y cuarzo en los incisivos superiores e inferiores; estos procedimientos dentales eran puramente cosméticos y no restaurativos, con motivaciones religiosas, ya que el adorno personal junto con la mutilación resultaban esenciales para los rituales.⁷ Figura 2



Figura 2 Resto maya en el que se ven varias incrustaciones y restauraciones de turquesa.⁹

Los primeros intentos de odontología estética eran puramente ornamentales y en gran medida resultaban perniciosos, ya que al realizar el tallado de los

dientes para adornarlos con jade, quienes lo recibían podían desarrollar abscesos periapicales debido a que el pulido de los dientes era poco cuidadoso o agresivo.⁷

En la época colonial en Estados Unidos, prevalecieron las condiciones dentales primitivas hasta la llegada de los barberos que trajeron consigo recetas para blanquear los dientes, cuidarlos y mantener la salud y belleza.

Con el paso del tiempo se descubrieron nuevos materiales que permitían realizar trabajos odontológicos que ayudaran a mejorar la estética de los pacientes, en 1817 se comenzaron a fabricar los dientes de porcelana y las dentaduras se fabricaban con un componente gingival de hueso de animal tallado o marfil. Este tipo de dentaduras fueron hasta 1850 año en el que aparecen diferentes materiales alternativos que proporcionaban mejores resultados estéticos.⁹

En el siglo XIX se comenzaron a utilizar diferentes técnicas usadas en prótesis fijas estéticas, surgen las carillas de porcelana, cuyo uso se generalizó en la década de los 40.

A mediados del siglo XX la odontología evolucionó junto con el desarrollo de nuevos materiales restauradores que poseían el color de los dientes, permitiendo al odontólogo y al público conocer las mejoras estéticas que se podían obtener con estos avances, y comienza la demanda de procedimientos selectivos que estén enfocados a la mejoría de la apariencia de su dentadura.⁶

Aunque la Odontología estética ayuda a mejorar la autoconfianza, su práctica debe realizarse siempre dentro de la práctica odontológica correcta para conseguir no solo la estética, sino una mejora de la salud dental total, por ello el odontólogo deberá conocer perfectamente las técnicas, métodos y

materiales disponibles para cada procedimiento y comentarle al paciente las limitaciones que poseen. ⁷

1.3 Criterios estéticos fundamentales

De acuerdo con el listado realizado por Belser en 1982, para realizar la evaluación de la estética oral se debe incluir la inspección de ciertos criterios estéticos fundamentales que rigen la relación entre los tejidos blandos y duros cuya integración en la sonrisa y características individuales de cada paciente determinan la armonía estética (figura 3). ⁵

Los criterios estéticos son:

- Salud gingival
- Troneras gingivales o llenado gingival
- Ejes dentales
- Cenit del contorno gingival
- Equilibrio entre los márgenes gingivales
- Nivel del contacto interdental
- Dimensiones relativas del diente
- Rasgos básicos de la forma de los dientes
- Caracterización del diente
- Textura superficial
- Color
- Configuración del borde incisal
- Línea del labio inferior
- Simetría de la sonrisa

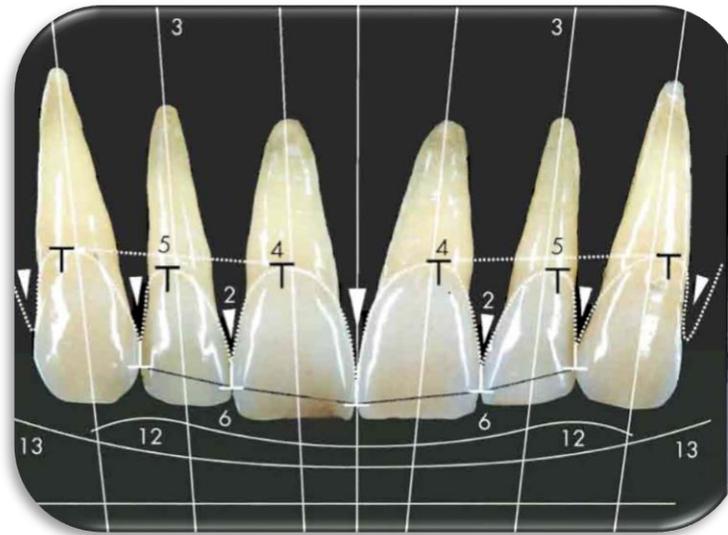


Figura 3 Criterios estéticos fundamentales.

- Salud gingival

La apariencia de la encía libre debe ser de color rosado coral y sin brillo, mientras que la adherida tendrá apariencia de “piel de naranja”.¹⁰

Se deberá preservar la salud gingival para realizar procedimientos restauradores, respetando el espesor biológico, dando perfil de emergencia adecuado de las restauraciones finales (figura 4).¹¹

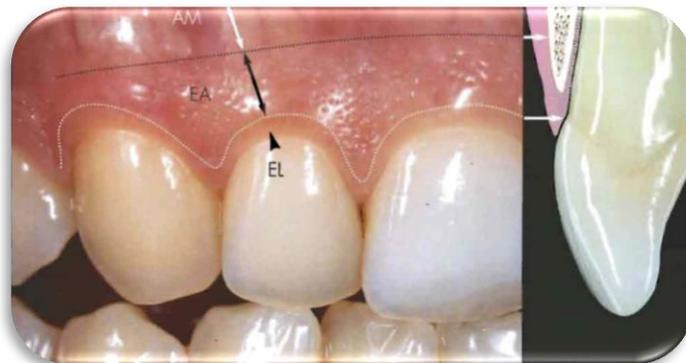


Figura 4 Salud gingival.

- Troneras gingivales o llenado interdental.

Cuando el tejido gingival está sano, los espacios interdentes albergarán a la papila dental, en 1992, Tarnow, Magner y Fletcher determinaron que la distancia entre la cresta ósea y el punto de contacto está relacionada con la presencia o ausencia de la papila, presentándose en mayor porcentaje cuando dicha distancia es menor a 5mm, no así, cuando la distancia aumenta. ^{10,11,12}

En ocasiones es posible compensar defectos de la apertura de dichos espacios interdentes mediante procedimientos restauradores (figura 5). ¹¹



Figura 5 Llenado interdental.

- Ejes dentales

Los ejes axiales de los dientes se encuentran inclinados distalmente en dirección inciso apical, ésta inclinación aumenta de manera gradual a partir de centrales hacia caninos y determina la posición distal del cenit gingival. ¹²

Figura 6

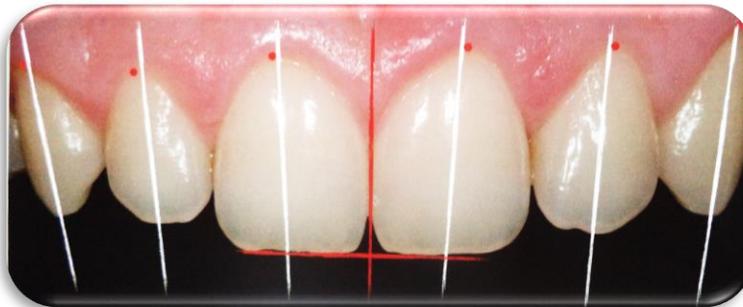


Figura 6 Inclinación de los ejes axiales. ¹³

- Cenit del contorno gingival

El cenit estará ubicado distal al eje medial del diente, según Rufenacht esto no siempre se cumple en los incisivos laterales superiores ni en los incisivos inferiores, en los que el cenit puede estar ubicado en el eje medial del diente o de forma desordenada (figura 7).^{11,13}



Figura 7 Localización del Cenit Gingival.

- Equilibrio entre los márgenes gingivales

El margen gingival de centrales y caninos debe tener una ubicación apical respecto al de los laterales.¹¹ Figura 8

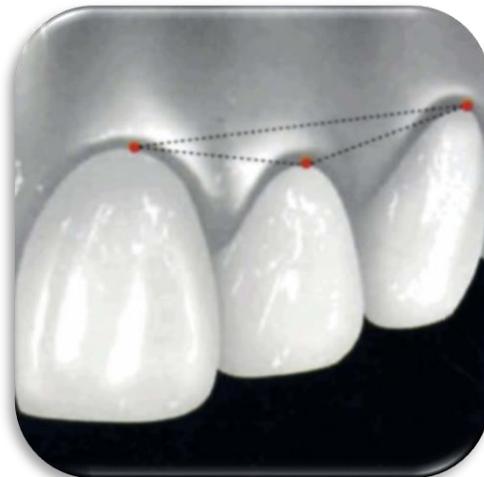


Figura 8 Contorno y morfología gingival.¹²

- Punto de contacto interdental

Está dado por la morfología y posición de los dientes, se encuentra ubicado coronalmente entre los centrales y se traslada hacia apical al desplazarnos distalmente hacia los caninos. ¹¹ Figura 9



Figura 9 Localización de los puntos de contacto en zona anterior. ¹²

- Dimensiones relativas de los dientes

La proporción entre anchura y altura de los dientes y la luminosidad en el plano frontal influyen en la percepción de las dimensiones dentarias. ¹¹

Las proporciones dentales del segmento anterior son determinantes en la percepción estética de una sonrisa.

Existen diferentes modelos que establecen reglas que facilitan la creación de una sonrisa armoniosa y estética, tal es el caso de la llamada “proporción aurea” introducida a la Odontología por Lombardi en 1973 y posteriormente desarrollada por Levin en 1978.

Aplicada a la sonrisa se puede observar la relación entre la anchura del lateral y central es de 1:1,618 y la proporción entre lateral y canino es de 1:0,618 (figura 10). ^{11,12}

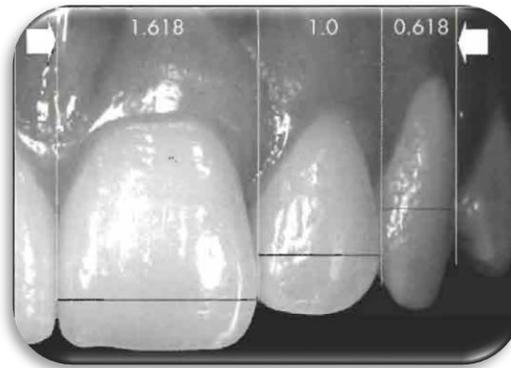


Figura 10 Proporción Aurea

- Rasgos básicos de las formas de los dientes.

Existen tres tipos básicos en las formas de los dientes:

Cuadrado: Contornos rectos con lóbulos y líneas de transición angular acentuadas y paralelas.

Ovoide: Contorno redondeado con líneas de transición angular suaves que convergen en incisal y cervical.

Triangular: Contorno recto con líneas de transición angular marcadas y lóbulos convergentes hacia cervical. ¹¹ Figura 11

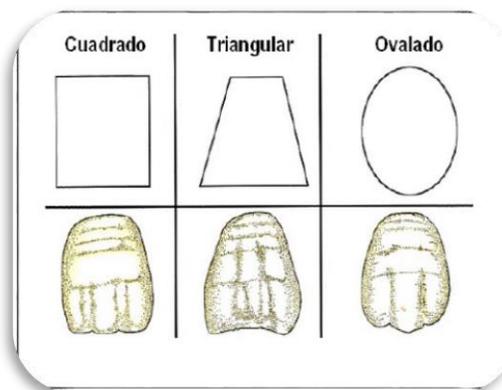


Figura 11 Forma de los dientes. ¹⁴

- Caracterización de los dientes

La caracterización de los dientes está dada por los fenómenos de transmisión y reflexión de la luz, coloraciones intensas como manchas, fisuras, lóbulos dentinales y efectos específicos como la atrición y abrasión. Dicha caracterización determinará la sensación de edad y carácter del diente (figura12).¹¹

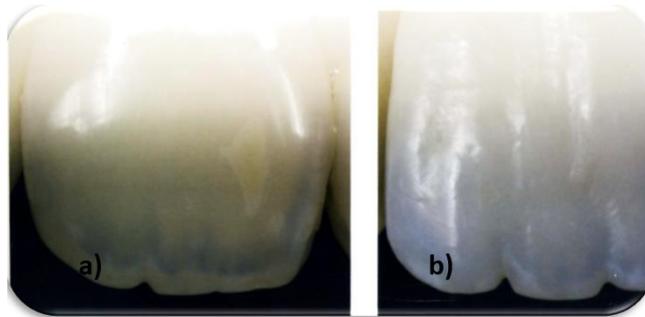


Figura 12 Caracterización del borde incisal. a) Riqueza de matices, translucidez y luminosidad. b) Lóbulos dentinales.

- Textura superficial.

Esta dada por caracterizaciones morfológicas conocidas como macro y microtexturas.

Las macrotexturas son las responsables de grandes áreas de reflexión de la luz y se trata de variaciones topográficas que se encuentran en el esmalte, como los surcos de desarrollo que dividen la cara vestibular en concavidades y convexidades distinguibles.

Las microtexturas son las pequeñas estrías en el esmalte debidas a la deposición de cristales de hidroxiapatita (figura 13).^{15,16}

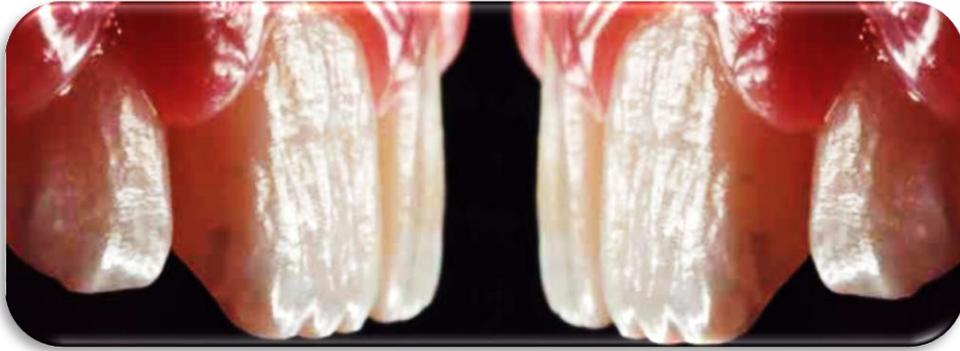


Figura 13 Textura superficial de centrales superiores de paciente joven, nótese las elevaciones y depresiones en superficie del diente.

La textura pronunciada que presentan los dientes jóvenes les confiere la capacidad de reflejar más luz en diferentes direcciones y parecen ser más brillantes; los dientes de mayor edad que parecen ser más oscuros debido a que su textura se atenuó, reflejan la luz en menor cantidad y en una sola dirección.

La textura es uno de los criterios que pueden ayudar a lograr ciertos efectos ilusorios en cuanto al tamaño de los dientes ya que al destacar los componentes horizontales hará que la apariencia del diente sea más ancha; acentuar los componentes verticales dará una apariencia larga.¹¹

- Color

De las tres dimensiones del color señaladas por Munsell, el valor es componente más influyente en el resultado estético, seguido por la saturación y el tono.

Este es uno de los factores claves en el resultado estético restaurativo, sin embargo, pequeños errores en el color pasarán desapercibidos si se respetan los demás criterios.¹¹

Según Lombardi, el matiz no tiene importancia crítica debido a la escasa y parecida gama de colores que presentan los dientes.

El valor, es el componente más importante del color y está íntimamente relacionado con la textura superficial, resulta muy común ver diferentes valores en una sola corona. Normalmente el tercio medio es el de mayor valor, seguido del tercio cervical y por último el tercio incisal debido a la transparencia y absorción de la luz que se da en esta zona (figura 14).¹¹

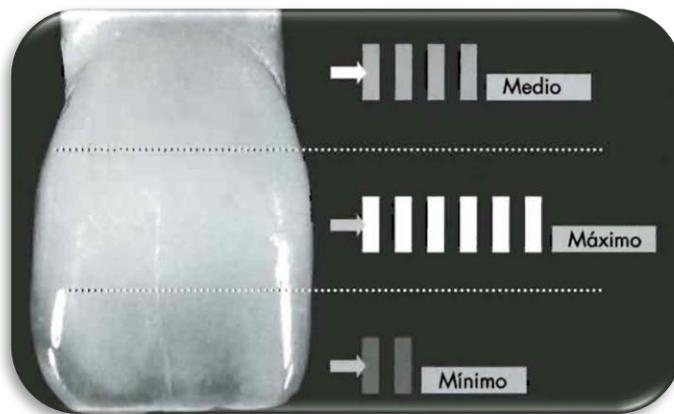


Figura 14 Variaciones del valor según las zonas del diente.

El valor puede ser usado para efectos en cuanto a tamaño y posición de los dientes, ya que los dientes más brillantes tienen una apariencia más grande y parecen estar más cercanos.¹¹

- Configuración del borde incisal

Esta configuración está compuesta por tres componentes básicos cuyo diseño adecuado permitirá a los dientes tener apariencia natural. Estos tres componentes son:

Contorno Global: Los pacientes de mediana y avanzada edad presentan el borde incisal en línea recta o con una curva invertida, que confiere a la sonrisa una apariencia plana. En los pacientes jóvenes, debido a la diferencia de longitudes de los dientes, los bordes incisales adoptan una forma de “gaviota” (figura 15).¹¹

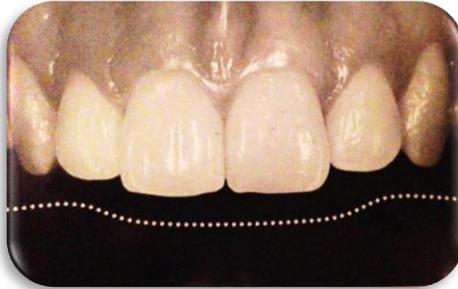


Figura 15 Configuración del borde incisal de un paciente joven.

Resulta importante considerar la configuración de los bordes de los incisivos inferiores para poder realizar restauraciones con facetas de desgaste de acuerdo a sus bordes incisales.

Ángulos interincisales: Los ángulos mesio y disto-incisales están relacionados con el espacio negativo existente entre los dientes superiores y los inferiores. La configuración de dichos bordes sigue la llamada regla de la V invertida (figura 16).^{11,13}



Figura 16 Regla de la V invertida: es estrecha entre centrales, asimétrica entre central y lateral y ancha entre lateral y canino.

En pacientes de mayor edad dichos ángulos son más reducidos o no existen debido al desgaste que sufren los bordes incisales. ¹³

Los ángulos interincisales pueden usarse para crear efectos ilusorios en cuanto a las dimensiones de los dientes, de esta forma se indicarían bordes rectos en caso de incisivos estrechos y bordes redondeados para compensar dientes demasiado largos. ¹²

Grosor: Si el grosor del borde incisal es fino, tendrá una apariencia agradable, a diferencia de un borde incisal grueso que confiere un aspecto artificial y viejo.

- Línea del labio inferior

La relación de coincidencia entre los bordes incisales y el labio inferior es esencial para la obtención de una sonrisa agradable, de esta forma al sonreír suavemente los centrales deberán estar en contacto con la línea labial y los laterales estar a una distancia de 0.5 a 1.5 mm de la misma línea (figura 17).¹⁷



Figura 17 Sonrisa en armonía con el labio inferior.

- Simetría de la sonrisa

Se refiere a la colocación relativamente simétrica de las comisuras de la boca en un plano vertical que deriva de la línea bipupilar. La línea oclusal debe seguir a la línea comisural. ¹¹

CAPÍTULO 2. LA FÍSICA DEL COLOR

El concepto color resulta complejo debido a que se refiere a una sensación psicofísica que es percibida por el observador y al mismo tiempo a una característica de las ondas electromagnéticas. El color solo puede interpretarse cuando existe una fuente de luz que interactúa con un objeto y estimula al sistema visual humano. ^{15,18,19}

2.1 Generalidades

Aristóteles definió que todos los colores pueden ser originados por la mezcla de cuatro colores fundamentales: de la tierra, agua, cielo y fuego; otorgó un papel esencial a la incidencia de luz y a la sombra sobre los mismos. ¹⁵

Posteriormente Leonardo Da Vinci denominó al color como propio de la materia y confecciona una escala de colores básicos donde el principal color era el blanco ya que permite recibir a todos los demás colores, azul para el cielo, rojo para el fuego y negro para la oscuridad, este último es el color que nos priva de todos los demás. ¹⁵

El estudio científico de la luz-color lo inicio Isaac Newton al observar la descomposición de un rayo de luz cuando atraviesa un prisma en los diferentes colores del arcoíris, que denominó espectro solar, cuya producción se debe a que las diferentes longitudes de onda correspondientes a cada banda cambian de angulación y velocidad por refracción al atravesar el prisma. También logró la recomposición de la luz blanca con todas las bandas coloreadas del espectro, haciéndolas pasar primero por lentes y luego por un segundo prisma. ^{5,20}

En 1905, el pintor, artista y profesor Albert Henry Munsell desarrolló el Sistema de Color denominado HSV (Hue: matiz, Saturated: saturación y Value: valor). Se basa en la percepción del color y ubicándolo en un punto definido dentro de un espacio tridimensional, este sistema ha sido utilizado en diferentes campos de la ciencia del color como un sistema estándar de especificación del mismo.^{18,21}

En cuanto a la Odontología, en 1931 Bruce Clark fue el primero en someter a los dientes naturales a medición y análisis científico del color, manifestando la importancia de sus dimensiones.²⁰

2.2 Clasificación del color

Dentro de la teoría del color uno de los aspectos importantes es la diferenciación entre el color luz y el color pigmento, siendo el primero el que proviene de una fuente luminosa y el segundo aquel con el que se puede pintar una superficie.⁵

2.2.1 Color luz

Como tal se refiere al matiz de la luz, es el proveniente de fuentes luminosas, como la luz del sol que contiene todos los matices existentes.⁵

2.2.2 Color pigmento

Este es un efecto combinado entre el haz de luz que recibe un cuerpo, el que este absorbe y el que refleja. Por ejemplo, un cuerpo es de color verde cuando absorbe en su totalidad todos los haces lumínicos de las diferentes longitudes de onda excepto aquellas que corresponden al verde que son reflejadas e inciden en la retina del observador.^{5,4}

2.2.3 Colores primarios luz

Los haces de colores se encuentran ubicados dentro del espectro en diferentes longitudes de onda determinadas por sus saturaciones, por ello la CIE (Comisión Internacional de l'Éclairage) buscó las ondas dominantes para obtener haces lumínicos puros o monocromáticos, indicando que al azul le corresponde 435.8 nm, al verde 546.1 nm y al rojo 700 nm. Estos son los colores primarios, cuya característica principal es que no pueden obtenerse mediante la suma o sustracción de otros y la suma de ellos en igual cantidad dará como resultado el color blanco.⁵ Figura 18



Figura 18 Colores primarios luz, su mezcla obedece al sistema aditivo de luz y tiene como resultado el color blanco.¹²

También, Thomas Young observó que los colores del espectro podían ser reducidos a tres colores básicos, azul, verde y rojo; observa que mezclados originan el amarillo, magenta y azul cian, a esto le denominó sistema aditivo del color.^{5,15,22}

2.2.4 Colores primarios pigmento

Son los colores basados en la luz reflejada de los pigmentos aplicados a las superficies para sustraer a la luz blanca parte de su composición espectral. Estos colores son: magenta, cian y amarillo.¹⁵ Figura 19



Figura 19 Colores primarios pigmento. ²³

La mezcla de estos tres colores produce el color negro, el color más oscuro y de menor cantidad de luz, por ello esta mezcla es conocida como síntesis sustractiva. ¹⁵

La industria utiliza el sistema de colores sustractivos para la fabricación de las pinturas con base en diferentes pigmentos. En odontología se utiliza este sistema para la obtención de los colores de los materiales estéticos como las cerámicas y las resinas. ⁴

2.2.5 Colores secundarios

Se forman por la combinación de dos de los colores primarios pigmento: rojo y amarillo forman naranja; amarillo y azul crean verde; y azul y rojo crean violeta (figura 20). ²³



Figura 20 Colores secundarios.

2.2.6 Colores complementarios

Estos son los colores que a menudo vemos combinados en la publicidad. Al combinarse en proporciones iguales, formarán un gris opaco que absorbe y refleja todas las longitudes de onda en cantidades iguales (figura 21).²³



Figura 21 Colores complementarios.

Los pares de colores complementarios pigmento son: azul/naranja, rojo/verde, y amarillo/violeta.

El principio aditivo de colores complementarios puede ser utilizado para alterar el valor de las restauraciones. Por ejemplo, si se necesita bajar el valor de una restauración, se agrega el color complementario, la restauración se vuelve gris y por lo tanto de menor valor. Un ejemplo claro de esto es con un color A3 que contiene un matiz naranja, cuyo valor será disminuido al agregarle azul, su color complementario (figura 22).²³



Figura 22 Neutralización de colores complementarios y formación del gris.

La importancia que tiene el conocimiento sobre las clasificaciones del color es la perfecta coincidencia entre los colores luz y los colores pigmento que permiten al ceramista obtener todos los colores de la naturaleza a partir de los colores primarios. ²²

2.3 Dimensiones del color

Así como el ojo humano puede percibir tres parámetros en todas las formas: ancho, alto y profundidad; el color tiene tres atributos básicos que le permiten ser descrito con la misma precisión como un color único. ^{24,25}

2.3.1 Matiz

Hue, tono o tonalidad, es la primera cualidad del color y se refiere a un intervalo de longitud de onda del espectro en que se descompone la luz blanca. Estos son: rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, índigo y violeta. ^{4,5,25}

Figura 23

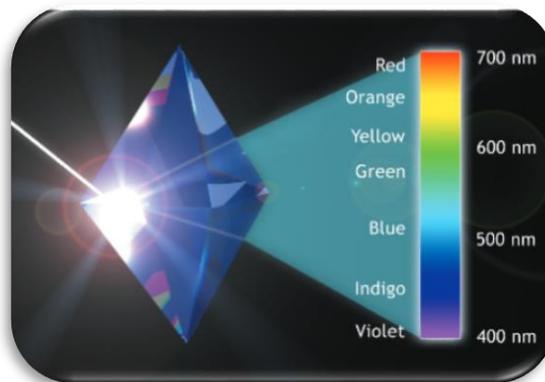


Figura 23 Longitudes de onda ²³

2.3.2 Cromo

Es la segunda cualidad del color para Munsell, se refiere al grado de pureza o intensidad de un matiz, es conocido también como saturación, se refiere a la cantidad de pigmento en un determinado matiz, por ejemplo diferentes saturaciones en un color. ^{5,15,25}

En las guías de color como la guía Chromascop® el grado de saturación está indicada de menor a mayor con los números 10, 20,30 y 40 (figura 24).¹²

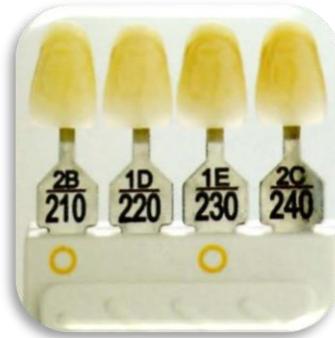


Figura 24 Cromo descrito en valores numéricos crecientes del 10 al 40.

2.3.3 Valor

Conocido también como value, es una propiedad acromática que determina la cantidad de brillo o luminosidad del color, es decir qué tan claro o qué tan oscuro es un cuerpo (figura 25).¹²



Figura 25 Valor o luminosidad.

Esta luminosidad se relaciona con una serie de tonalidades grises en la que se asignan valores de 0 para el negro y 10 para el blanco. Cuanto más gris sea un color menor será su valor y mientras más se aproxime al blanco será más brillante ya que reflejara más luz y por lo tanto su valor será mayor. ^{4,22}

2.4 Sistemas de color

Son modelos tridimensionales que permiten nombrar o clasificar los colores por medio de palabras o números para poder comunicarlos. En odontología son fácilmente aplicables sistemas basados en dimensiones perceptibles como el matiz o luminosidad, ya que permiten expresar el color con palabras y no con números, lo cual resulta hasta cierto punto subjetivo, ya que sólo se describe de manera cualitativa al color. ¹²

2.4.1 Sistema Munsell

En 1905 el pintor Albert Henry Munsell creó un sistema de color basado en los principios de percepción del mismo, él considero que para poder visualizar y describir al color de forma adecuada era imprescindible crear un sólido tridimensional en lugar de una carta bidimensional, mediante el cual se podría mostrar la distribución de los colores a lo largo de tres dimensiones que denominó: matiz (longitud de onda), croma (saturación o pureza del color) y valor (luminosidad o brillo) (figura 26). ¹²



Figura 26 Árbol de dimensiones del color, cuyo tronco representa el valor, las ramificaciones los matices, y la longitud de cada rama, saturación.

Mediante la utilización de este cuerpo tridimensional Munsell ordenó al valor en sentido vertical en una escala de luminosidades graduada del 1 al 10, estos valores corresponden respectivamente al color negro con 0% de reflectancia y 100% de absorción y al blanco con 100% de reflectancia y 0% absorción. ^{5,18}

Los diez principales matizes son: azul, rojo amarillo verde, púrpura, amarillo-rojo, verde-amarillo, azul-verde, púrpura- azul y rojo púrpura, se encuentran ubicados en un círculo y a su vez están divididos en celdas de acuerdo a su saturación, es decir, mientras menos saturado sea el matiz se ubicara más pegado al eje de las luminosidades, siendo la celda más externa la que represente la mayor saturación de cada matiz. ⁵ Figura 27

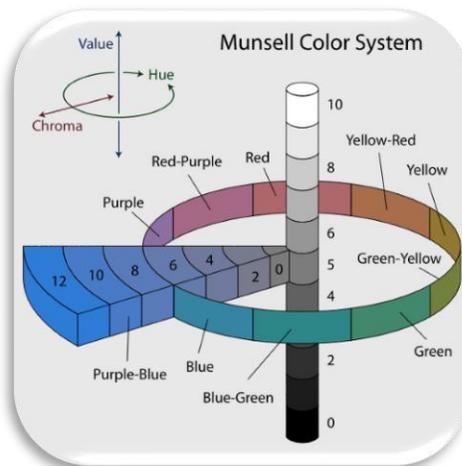


Figura 27 Representación del Sistema de color Munsell ²⁶

2.4.2 Sistema CIELab

La comisión internacional de L` Eclairé (CIE) es una organización que ha creado estándares para la iluminación, ciencia, diseño y diversas aplicaciones de la luz, que en 1976 elaboró un sistema de color conocido como CIELab, en el que se encuentran descritos todos los colores visibles para el ojo humano utilizando tres coordenadas. Los tres ejes del sistema CIELab se indican con L^* a^* y b^* . ¹⁸

L^* denota la Luminosidad de un objeto y está cuantificada en una escala donde el color negro tiene un valor de 0 (menor luminosidad) y el blanco uno de 100 (mayor luminosidad).

a^* representa los extremos rojos y verdes de los matices, es decir, representa el enrojecimiento (a^* positivo) o enverdeamiento (a^* negativo).

b^* es una medida del amarillo (b^* positivo) y del azul (b^* negativo).^{5,18,21}

La diferencia perceptible entre un color y otro se visualiza como la distancia entre las posiciones de ambos colores en el espacio cromático denominado ΔE que indica la magnitud absoluta entre un color y otro. En condiciones normales, la vista humana puede detectar ΔE con valores de 1.^{5,21}

Jhonson y cols. en 1989, mencionan que existe una diferencia media del color entre los dientes y las guías de color para la evaluación intraoral ΔE de 3.7.

Este sistema tiene relevancia debido a que existen instrumentos objetivos diseñados para la medición directa del color, utilizando tres filtros de colores del campo visible, Rojo, verde y azul de acuerdo a este sistema, mismos que son capaces de detectar diferencias de color de los objetos menores a los de la visión humana.²¹ Figura 28

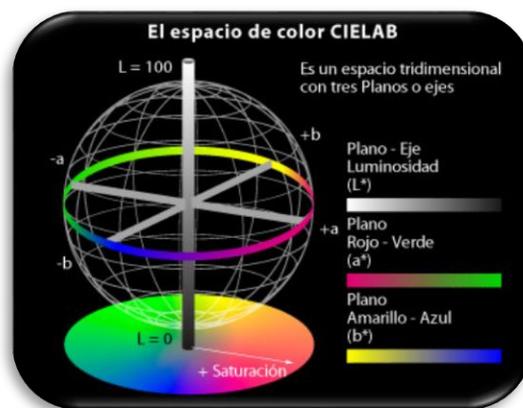


Figura 28 Espacio del color CIE Lab.²⁷

2.5 Luz

La luz es uno de los principales elementos para la percepción del color, sin luz no hay color, es por ello que resulta importante conocer bien sus mecanismos.^{5,18}

En 1666, Isaac Newton estableció el principio de “la luz es color” debido a que este ultimo solo puede ser percibido en presencia de una fuente luminosa,tambien observó que la descomposicion de un rayo de luz luego de atravesar un prisma, originaba un espectro conformado por colores principales que son: violeta, violeta azulado, azul verdoso, verde amarillo, amarillo, amarillo naranja,rojo naranja y rojo.^{5,15}

Cada banda coloreada del espectro se encuentra en un rango de longitud de onda determinada de acuerdo a sus saturaciones.²³ Figura 29



Figura 29 Descomposición de la luz en los diferentes matices. ⁵

Logró también la recomposición de la luz blanca mediante las bandas lumínicas del espectro al hacerlas pasar primero por lentes y luego por un segundo prisma (figura 30).⁵



Figura 30 Recomposición de la luz.

2.5.1 Propiedades ópticas de la luz

La luz viaja en forma de línea recta en el medio hasta que interactúa con los átomos de ciertos objetos y se originan sus propiedades como: absorción, reflexión, refracción y difracción. ¹⁵

2.5.1.1 Reflexión

Ocurre cuando los rayos de luz que inciden en un cuerpo, se reflejan debido a que no pueden continuar propagándose en él. Esta propiedad dependerá del tipo de superficie sobre la que incide la luz y el ángulo que forman sobre la misma, si la superficie es lisa los rayos saldrán reflejados en la misma angulación en la que incidieron, en cambio si la superficie es irregular, la reflexión será en todas direcciones, es decir dispersa. ^{5,15} Figura 31

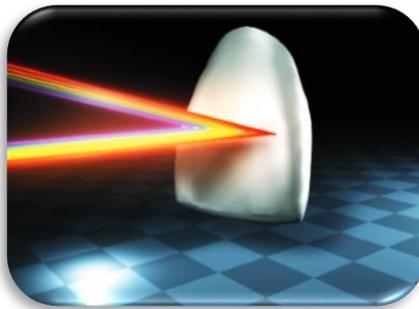


Figura 31 Reflexión de la luz ²³

La reflexión de la luz en el esmalte será de tipo especular cuando éste sea limpio y liso, dándole un brillo natural; si el esmalte presenta placa dentobacteriana o descalcificaciones, la reflexión será dispersa y el diente se verá con menos luminosidad. ⁵

2.5.1.2 Refracción

Fenómeno de cambio de dirección o desviación que sufre un rayo de luz al pasar de un medio a otro. ^{15,22}

2.5.1.3 Difracción

Es la desviación de los rayos de luz cuando pasan cerca de un borde opaco.⁵

2.5.1.4 Transmisión

Se refiere a la capacidad de la luz de atravesar un cuerpo, ya sea transparente o translúcido.⁵

2.5.2 Fenómenos ópticos

La translucidez del esmalte hace posible el fenómeno de la transmisión de la luz y en conjunto con el color, colman de vitalidad y belleza a la estructura dentaria.¹⁵

2.5.2.1 Fluorescencia

Es la capacidad que tienen ciertos cuerpos de absorber energía luminosa de ondas cortas como la luz ultravioleta y difundirla hacia la luz visible entre el blanco intenso y el azul. Esta emisión de luz visible ocurre cuando cuerpos que contienen fluróforo son expuestos a rayos de alta energía como los rayos ultravioleta.^{12,15,28}

Según sean las condiciones de iluminación los tejidos dentarios pueden presentar este fenómeno óptico, de ellos es la dentina la que posee excelentes características de fluorescencia a diferencia del esmalte que muestra una muy discreta fluorescencia, eso se debe al mayor contenido orgánico de la dentina.¹²

Dentro de la rehabilitación protésica se debe tener especial cuidado en personas que frecuentan lugares en donde utiliza la fluorescencia para efectos luminosos en ambientes oscuros a través de luz negra o luz de Wood, que

tiene la capacidad de excitar a cuerpos fluorescentes, en este sentido se requiere que los materiales utilizados presenten fluorescencia semejante a la de los dientes para que en esos ambientes se vean de la misma manera (figura 32).¹²

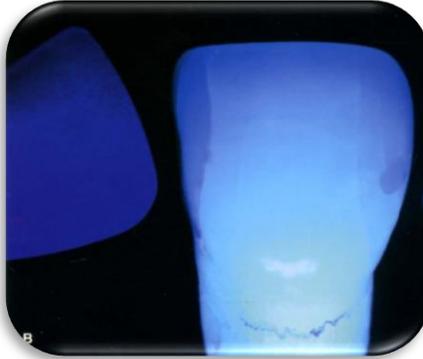


Figura 32 A la izquierda: Plaqueta de resina. Diente natural bajo la luz negra o de Wood, obsérvese la fluorescencia de ambos.

2.5.2.2 Translucidez

Se dice que un cuerpo es translúcido cuando permite que la luz lo atraviese de forma parcial, en mayor o menor grado, dejando ver a través de él pero no claramente la forma, el color y movimiento de los objetos que se encuentre detrás de este (figura 33).^{4,12,15}



Figura 33 La translucidez es una situación entre el opaco que bloquea y el transparente que permite el paso de la luz.¹²

Los grados de translucidez del esmalte se modifican de acuerdo a la edad de las personas. La translucidez es menor en dientes jóvenes debido al mayor grosor del esmalte, menor calcificación e irregularidades en su superficie, que da la apariencia de un color claro de valor alto; no así en los dientes de edad

avanzada en los que debido a la función se reduce el espesor e incrementa la calcificación, la superficie se torna más lisa y brillante, lo cual permite una mayor reflexión de la luz incidente. ¹⁵

Cuando más traslúcido es un cuerpo puede verse influenciado por el fondo que lo rodea, esta situación debe ser tomada en cuenta durante la selección del color ya que los dientes translucidos en un fondo negro como lo es la boca permitirán un mayor paso de la luz que será absorbida en el fondo negro sin ser reflejada, dándoles una apariencia menos luminosa y con tonos grises. ¹²

Figura 34

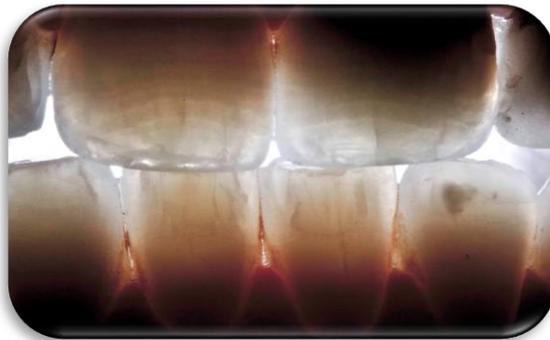


Figura 34 Translucidez del esmalte. ²⁹

2.5.2.3 Transparencia

Un cuerpo es transparente cuando deja ver a través de él con claridad después de haber dejado pasar la luz que lo ilumina. ¹⁵ Figura 35



Figura 35 Efecto transparente azulado del esmalte bajo luz directa. ¹¹

2.5.2.4 Opalescencia

La opalescencia es una propiedad que pueden tener ciertos objetos o materiales de dispersar los rayos de longitud baja (azules) y transmitir los rojos de longitud alta, esto puede ser percibido cuando la luz atraviesa al esmalte dental y encuentra un obstáculo con menor longitud de onda como los cristales de hidroxiapatita, lo cual genera tonos azulados similares al ópalo. ⁴ Figura 36

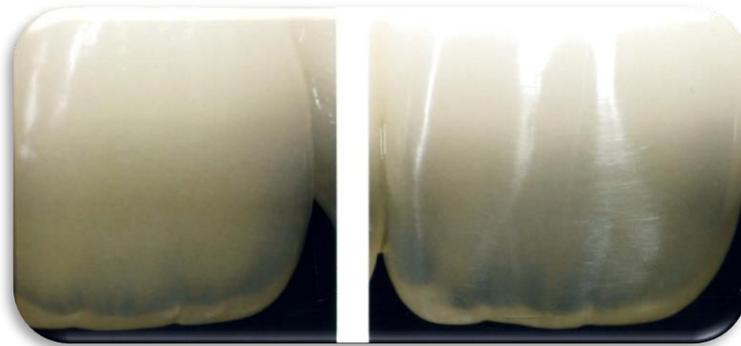


Figura 36 Variaciones de los tonos violeta y azul, típicos de la opalescencia. ¹²

Esta propiedad es fácilmente observada en los centrales superiores en forma de una banda azul, ubicada en el borde incisal llamado halo opalescente. ¹⁶

La opalescencia es una característica difícil de imitar con los materiales estéticos, el fabricante proporciona partículas opalescentes de pequeño tamaño que deben mezclarse con los polvos base en lugares específicos y ser cocidos sin que se homogeneicen en la matriz cerámica, por ello deben regularse estrictamente el número de cocciones y temperatura de las mismas, debido a esto último es que las cerámicas de baja fusión resultan ser las más indicadas para conseguir este efecto. ⁴

Las resinas no tienen esos inconvenientes, ya que sus partículas opalescentes se mantienen estables y resulta más fácil obtener este efecto.⁴

Schmeling refiere que la opalescencia se presenta en cuatro tipos (figura 37).¹⁶

Tipo 1. Bordes incisales con halo opalescente relacionado a los mamelones.

Tipo 2. El halo opalescente no penetra en la dentina y se extiende sobre el borde incisal.

Tipo 3. Halo opalescente difuso, distribuido al azar en el borde incisal.

Tipo 4. Halo opalescente mezclado con algún tipo de pigmentaciones.

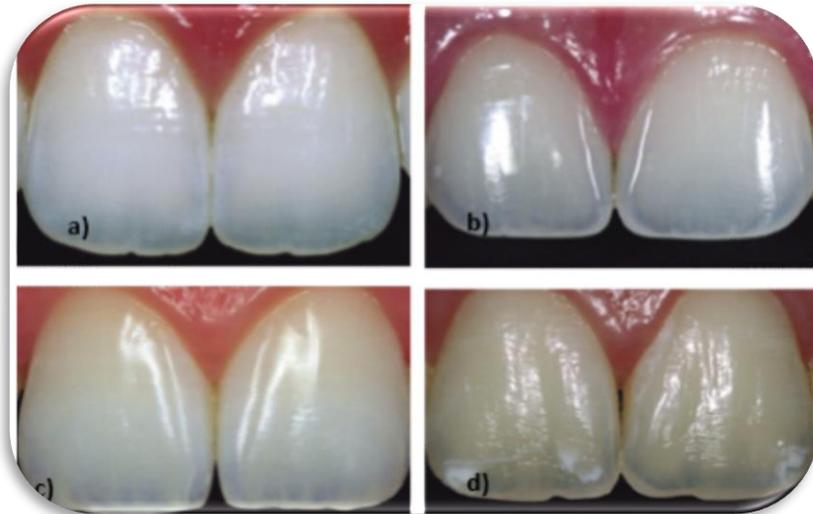


Figura 37 Tipos de Opalescencia. a) Tipo 1: Bordes incisales con halo opalescente relacionado a los mamelones b) Tipo 2. El halo opalescente no penetra en la dentina y se extiende sobre el borde incisal. c) Tipo 3. Halo opalescente difuso, distribuido al azar en el borde incisal d) Tipo 4. Halo opalescente mezclado con algún tipo de pigmentaciones.

CAPÍTULO 3. PERCEPCIÓN DEL COLOR

El ojo humano percibe la forma y color de los objetos que nos rodean cuando la luz que incide en ellos es reflejada, penetra en el ojo a través de la córnea y se proyecta en su parte posterior estimulando a los conos y bastones, fotorreceptores de la retina produciendo señales que pasan al cerebro, donde se da inicio al proceso de percepción. ^{4,30}

✓ Bastones

Están ubicados alrededor del punto focal de la retina y varios de ellos comparten una fibra nerviosa, son acromáticos y tienen solo un tipo de pigmento fotosensible, por ello responden de igual manera a cualquier longitud de onda, son extremadamente sensibles a la luz y actúan en la visión con la luz tenue y oscuridad. ^{4,25}

Son los responsables de la percepción del valor de los objetos, al momento de realizar la selección del color se recomienda cerrar parcialmente el ojo para limitar la entrada de luz al mismo y activar los bastones que ayudarán a establecer bien las diferencias del valor. ²⁵

✓ Conos

Los conos son los responsables de la percepción del color, en el ojo existen tres tipos de conos que responden a longitudes de onda corta, media o larga contribuyendo a la percepción del azul, verde y rojo respectivamente.

Los conos están ubicados en el centro focal de la retina y tienen una relación de 1 a uno con las fibras nerviosas por lo que resulta fácil distinguir en dónde termina y comienza un color. ²⁵ Figura 38

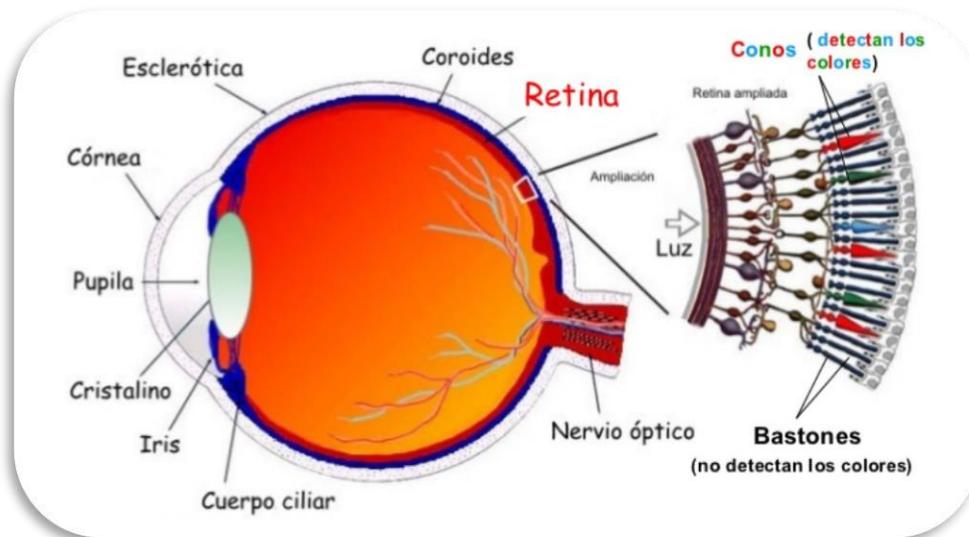


Figura 38 Percepción del color por el ojo humano. ³¹

3.1 Factores que influyen en la percepción del color

Para la percepción del color se necesitan tres elementos: una fuente lumínica, un objeto con el que interactúe la luz y un receptor o interprete. ¹⁸

Las condiciones de iluminación, el ambiente y el espectador juegan roles vitales en la percepción y evaluación del color en odontología. ²³

3.1.1 Fuente luminosa

Según sea la naturaleza e intensidad de la fuente lumínica, la percepción cromática de un objeto puede variar. ⁵ El espectro de la fuente de luz que ilumine la clínica influirá de forma decisiva en la apreciación del color, siendo la luz que esté más próxima al espectro de la luz solar diurna la ideal para la toma de color en la clínica. ³²

En el caso que no se pueda acceder a la luz natural ideal, se debe recurrir a fuentes de iluminación artificiales, pero evitándose la luz incandescente como

las bombillas corrientes o halógenas debido a que emiten un espectro con colores próximos al rojo que pueden alterar la percepción cromática.

Durante la selección del color se recomienda el uso de fuentes de luz de “día” que son fuentes fluorescentes de luz corregida que ofrecen temperaturas de color de 5,000 a 6500 °K y realizarla bajo dos fuentes de iluminación distintas, es decir, luz natural y artificial, ya que en ocasiones los objetos pueden verse del mismo color bajo una fuente de luz pero diferentes bajo otra iluminación, lo que se conoce como metamerismo. ³²

3.1.1.1 Metamerismo

El metamerismo es un fenómeno que debe ser considerado en el momento de la selección del color para la confección de restauraciones estéticas, este fenómeno se produce cuando dos objetos coloridos dan la misma sensación de color bajo determinada fuente de iluminación, no así cuando están bajo la influencia de otra fuente luminosa. Estos objetos de reflectancia espectral diferente reciben el nombre de metámeros o par metamérico. ^{5,15,24} Figura 39

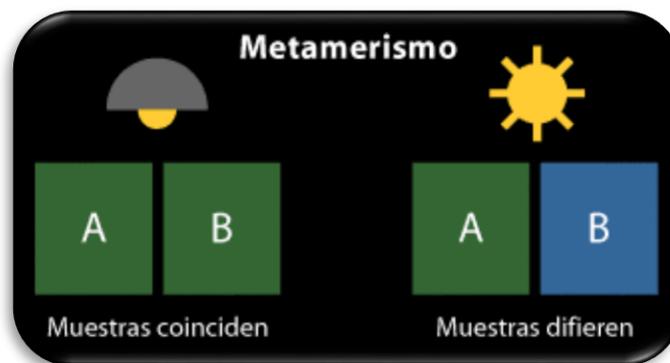


Figura 39 Las muestras coinciden bajo una fuente de luz y difieren al cambiar de luz. ³³

3.1.2 Objeto

Características superficiales del objeto observado como la opacidad, transparencia y translucidez, forma y tamaño inciden en la percepción del color de un cuerpo. ⁵

3.1.3 Sujeto

Se trata del observador, cuya calidad cuantía y distribución de conos y bastones en el órgano visual determinará los matices que puedan ser percibidos por el mismo, esta apreciación también puede variar de acuerdo a diversos factores que le son propios, como la edad, estado emocional, fatiga e incluso la nutrición e ingesta de algunos medicamentos ⁵

- Edad

Con el envejecimiento la córnea y el cristalino sufren modificaciones que provocan que el sujeto no pueda distinguir fácilmente entre el blanco y el amarillo.

- Fatiga

Es la causa más común de una inexacta coincidencia del color, debido a que los ojos cansados pueden percibir el color como difuminado o borroso.

Cuando el profesional realizó durante un mismo día diversas evaluaciones del color, éste deberá tomar un descanso entre cada paciente para garantizar que la selección de color sea más precisa.

- Estado emocional

Las emociones afectan el diámetro pupilar, causando dilatación o constricción que tiene un efecto tiene un efecto directo sobre la discriminación del color.²³

- Medicamentos

El clínico deberá evitar el uso de sustancias que pueden interferir o modificar la percepción del color.

Alcohol que oscurece los colores fríos (morado, verde, azul) y aclara los colores cálidos (amarillo, naranja y el rojo), la cafeína tiene el efecto contrario con cada grupo de colores.

El Viagra genera en la visión un tinte azul, lo que provoca que resulte difícil distinguir entre el azul y el verde; los anticonceptivos orales provocan dificultad para discriminar cuyo uso prolongado causará una disminución en la percepción de los colores azules y amarillos.^{23,32}

CAPÍTULO 4. COLOR Y ESTÉTICA DENTAL

En los últimos años se ha generado un aumento en el nivel de exigencia estética en los tratamientos restaurativos. Una de las piedras angulares para lograr que los resultados sean óptimos en este aspecto, es la selección del color, procedimiento mediante el cual se pretende que el color de las restauraciones sea igual al de las piezas dentarias, lo que permite su integración armónica en la sonrisa creando una estética natural.^{18,21}

4.1 Métodos para la selección del color

Clínicamente la selección del color puede realizarse mediante dos métodos: el visual y el instrumental. El primero se realiza mediante la comparación visual con un color estándar aceptado y conocido como referencia. El segundo método se realiza mediante la utilización de instrumentos que permiten medir el color de manera objetiva. ^{19,21,25}

4.1.1 Método visual.

La determinación del color mediante el método visual es el más utilizado en la odontología debido a su accesibilidad. Esta determinación resulta hasta cierto punto subjetiva ya que en este procedimiento intervienen diferentes variables como la experiencia, fatiga, género o alteraciones en la visión de los colores del operador y factores relacionados con el ambiente en el que se realice la evaluación.^{19,21,30}

4.1.1.1 Factores que se deben considerar durante el procedimiento

En esta etapa clínica, además de tener conocimiento de los conceptos básicos del color, el clínico debe reconocer y minimizar factores que puedan distorsionar o dificultar la percepción del mismo. ³⁴

- Ambiente

Se recomienda que las paredes, piso del consultorio y muebles sean de colores neutros como el gris o verde claro, ya que colores fuertes pueden influir en la percepción del color.³⁴

- Iluminación

En el 2002, Goldstein refiere que la mejor iluminación es la proporcionada por un ventanal amplio con orientación hacia el norte, sin sombras.⁷

Otros autores como Sekito Jr. refieren que la luz natural 3 horas después del amanecer y 3 antes del anochecer es la ideal para cuando se realiza la selección del color ya que en este periodo, la luz presenta todas las longitudes de onda visibles.^{30,34}

En cuanto a la luz natural, se presentan algunos inconvenientes ya que ésta sufre diversas variaciones debido al horario o factores meteorológicos, en este sentido, un cielo despejado con un componente azul intensificará el tono verde de los dientes mientras que la luz de la primera hora de la mañana o última de la tarde con un componente amarillo intensificará la tonalidad amarilla de las piezas dentales.⁷

Debido a las condiciones antes descritas, aunque el profesional tenga acceso a la luz natural, deberá contar con una fuente de luz denominada luz de día o luz corregida que ofrece temperaturas de color de 5000° K, cuya semejanza con la luz solar, es mayor. Independientemente de la marca esta temperatura del color y un índice de rendimiento del color mayor a 90 aseguran una fuente adecuada para igualar el color.^{7,32}

Según un estudio en el que se comparó la selección del color con la luz natural y con luz artificial, los observadores lograron seleccionar mejor el tono visualmente con una luz estable, constante y de amplio espectro que con la luz del día. ²⁴

El nivel de intensidad de la luz también es importante porque la iluminación correcta ayuda a reducir la fatiga ocular. Una diferencia de intensidad demasiado grande entre la luz ambiental y la operatoria puede provocar fatiga ocular. ²³

- Paciente

Si la vestimenta del paciente es de colores fuerte deberá ser cubierta con un campo blanco o de color claro, obviamente, el clínico deberá vestir ropas claras para este fin.

Específicamente, las pacientes femeninas deberán retirarse el labial ya que su tonalidad roja puede interferir en la selección del color de los dientes, debido a que los dientes al lado del lápiz labial parecerán verdes. ^{17,34}

Los dientes testigos deberán estar limpios, exentos de manchas o placa dentobacteriana en toda su superficie; húmedos para que luzcan su color y brillo con naturalidad, debido a que al deshidratarse cambian de color. ^{7,20}

- Distancia y posición

La distancia recomendada para realizar la selección del color es de 25 a 35 cm, la cabeza del paciente deberá estar erguida al mismo nivel de los ojos del odontólogo, y el diente prueba colocarse borde a borde con el diente testigo. ^{7,23}

- Tiempo y duración

La retina muestra adaptación cuando se observa un objeto durante periodos superiores a 15 segundos, lo que provoca que tengan apariencia semejante, por esta razón es que se recomienda que la comparación entre color muestra y el diente tome tan sólo de 5 a 7 segundos, con periodos de descanso sobre una superficie neutra para prevenir la fatiga visual. ^{23,30}

4.1.1.2 Guías de color para la selección del color

Las guías de color son conjuntos de colores estándares que se son comparados con las piezas dentales de manera rutinaria para realizar la selección de color en los procesos restaurativos.²³

A partir de 1930 año en que Clark creo la primera escala de color con 60 muestras cromáticas, se realizaron diversos estudios para optimizar su aplicación clínica. En la actualidad Vitapan Classical[®], Chromascop[®] y Vita 3D Master[®] son consideradas las escalas cromáticas más afamadas, cuyas muestras cromáticas se encuentran organizadas de diferentes maneras, Vita Classical[®] y Chromascop[®] agrupan sus muestras por matices mientras que Vita 3D Master por valores. ^{34,35}

- Vitapan Classical[®]

En esta guía de colores las muestras están organizadas mediante Letras de acuerdo a su matiz. ^{23,35}

A (Marrón)

B (Amarillo)

C (Gris)

D (Rojo-gris)

A pesar de lo diferenciados que parecen ser estos matices, en verdad son muy semejantes ya que se trata de subtonalidades del matiz principal que es el amarillo.³⁴

Los números en los que se encuentran subdivididos cada una de las letras, representan al croma o saturación, siendo el número 1 el de menor saturación y el 4 el más saturado. A medida que el número aumenta, el valor disminuye.²³

Vita Classical[®] ha sido el Gold Estándar para la selección del color en odontología desde que fue introducida en 1950, habiendo sido adoptada por diversos fabricantes como modelo de referencia especialmente fabricantes de resinas. A pesar de ello tiene algunos inconvenientes como la inconsistencia del campo de cobertura cromática.³⁴ Figura 40



Figura 40 Guía de color Vita Classical.^{® 36}

- Vita 3D Master Toothguide[®]

Fue desarrollada en 1998 con base en investigaciones realizadas por las autoridades en la industria del color, a diferencia de su antecesora que fue elaborada de forma empírica, ésta fue elaborada para atender los conceptos estéticos modernos, mejorando la coincidencia de tonos.^{23,35}

En este sistema las muestras están marcadas con una combinación número-letra-número que corresponden en ese orden al valor, matiz y croma.

En esta guía de color se encuentran 26 muestras cromáticas dentro de cinco grupos designados con números de 1 al 5 de acuerdo al valor, siendo los pertenecientes al número 1 los de mayor valor.

En los grupos 2,3 y 4 las muestras están divididas en tres columnas designadas con las letras L, M, R, para determinar el matiz.

L= amarillento

M= medio

R= rojizo

La saturación está indicada por números descendiendo verticalmente en cada letra:

1= croma bajo

2=croma medio

3=croma alto

De acuerdo con estudios realizados que relatan la mejor distribución de las muestras cromáticas de Vita 3D Master[®] comparadas con otras escalas, esta

presenta mayor uniformidad y cobertura lo cual facilita la selección del color y posibilita una mayor precisión.³⁵ Figura 41



Figura 41 Guía de color Toothguide Vita 3DMaster con Bleached Shades®³⁷

Los pasos para realizar la selección del color con esta guía son los siguientes:

Determinación del valor, para ello el clínico deberá escoger un grupo del 1 al 5 que se acerque más al valor del diente con el que se va a comparar y de éste tomará el grupo M.³⁵ Figura 42



Figura 42 Determinación del grupo que más se aproxime al valor del diente testigo.⁵

Con el grupo M se realizará la selección del croma, abrirlo lateralmente para definir la saturación de la muestra (figura 43).^{5,35}

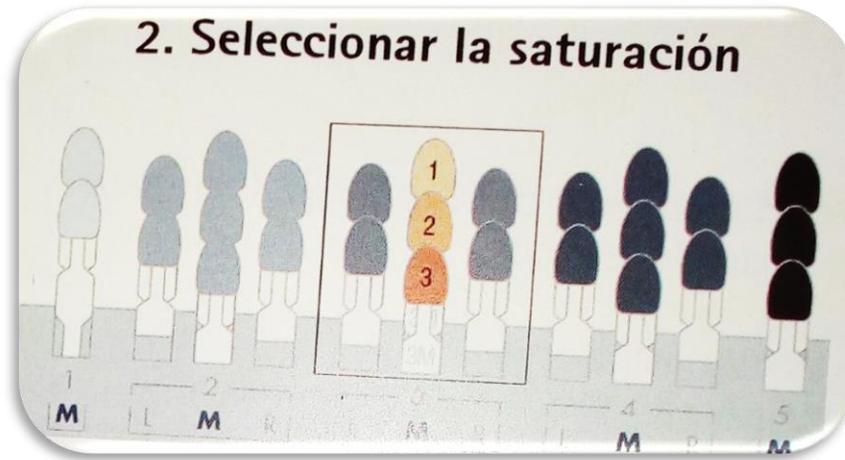


Figura 43 Selección de la saturación:1-croma bajo, 2-croma medio, 3 croma alto.

Determinación del tono, el clínico verificará si el diente natural es un tono más amarillento (L) o rojizo (R).³⁵ Figura 44

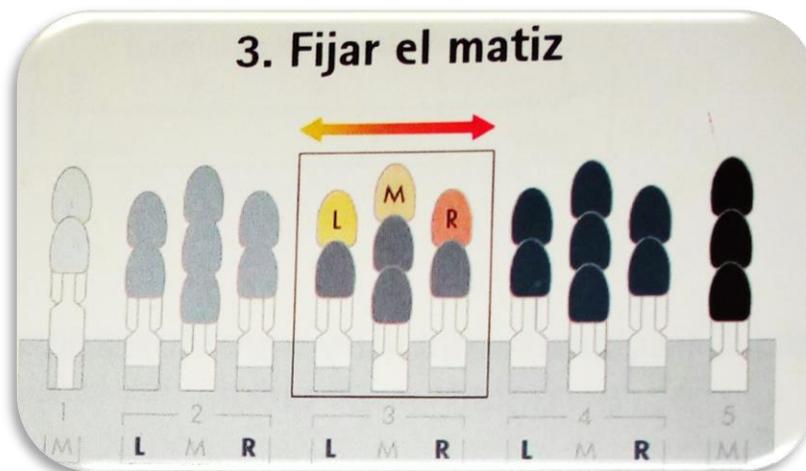


Figura 44 Determinación del matiz amarillento (L) o rojizo (R).⁵

- Vita 3D Linearguide[®]

La guía de colores Vita Linearguide 3D Master[®] tiene las mismas muestras de color que el Toothguide 3D Master[®], pero con un diseño diferente, y la selección del color se reduce a dos pasos.

Primero, se realiza la selección del valor utilizando el soporte de color gris que contiene 6 muestras M (0M2-5M2).

El segundo paso consiste en la selección del croma y finalmente el tono a partir del primer grupo de valore seleccionado.²³ Figura 45



Figura 45 Guía de color Vita Linearguide 3D Master.³⁸

- Chromascop[®]

Esta escala introducida en 1990, presenta sus muestras cromáticas distribuidas en cinco grupos de acuerdo al matiz que están expresados en números centesimales de la siguiente manera:

100 = blanco

200=amarillo

300= naranja

400= gris

500= marrón

Cada matiz presenta 4 niveles de cromaticidad designados con los números 10, 20, 30, 40, al 10 le corresponde menor croma y el mayor al 40 (figura 46).³⁵

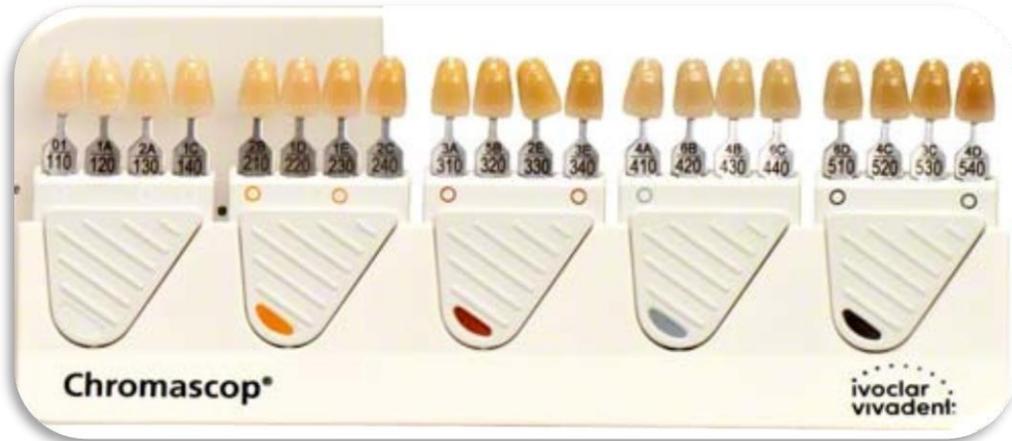


Figura 46 Guía de colores Chromascop 7[®]

- Guía de color para restauraciones directas

Para la confección de restauraciones directas de resinas, el fabricante proporciona la guía de color correspondiente.³⁹ Figura 47

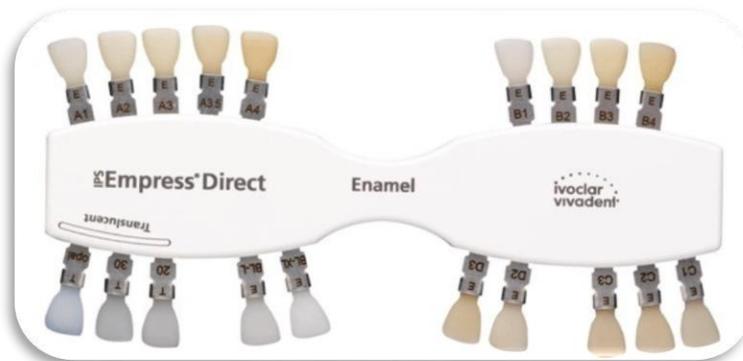


Figura 47 Guía de color para resinas IPS Empress Direct de Ivoclar Vivadent.⁴⁰

Es importante destacar que puede haber variaciones con el uso de estas escalas, por ello también se recomienda la elaboración de una escala personalizada utilizando el mismo material restaurador.³⁵

- Guía de color personalizada

El propósito de una guía de color personalizada es lograr un sistema lo más parecido posible a la realidad, para hacerlo es necesario:

Conocer el material con el que se realizará la guía ya que cada material tiene propiedades físicas y ópticas diferentes, incluso el mismo color en diferentes marcas puede no ser igual.⁴¹

Para realizar el diseño, se colocaran esmalte y dentina superpuestos en diferentes grosores porque el color final del diente resultará de la integración del esmalte y la dentina.⁴¹

Chu refiere que el protocolo para realizar restauraciones directas de resina debe comprender:

- a) Limpieza de los dientes.
- b) Selección del croma dentinal en el área cervical.
- c) Selección del esmalte y la translucidez por simple observación visual.
- d) Combinación de ambas muestras para verificar el efecto restaurador final.
- e) Confirmar una coincidencia estética.

Pasos para la selección de color en restauraciones directas de resina (figura 48).²³

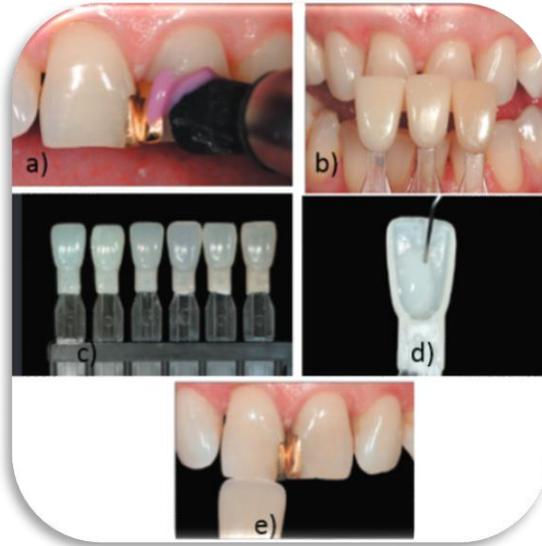


Figura 48 a) Limpieza de los dientes. b) Selección del cromatismo dental. c) Selección del esmalte y la translucidez. d) Combinación de ambas muestras para verificar el efecto restaurador final. e) Confirmar una coincidencia estética.

Otra manera de realizar la selección del color de manera precisa es mediante la colocación de botones de resina en la superficie del diente, en esta técnica se coloca el botón de resina de dentina en la parte cervical, el botón de esmalte en la parte incisal y se fotopolimerizan.

Esta técnica es útil para lograr una coincidencia de tonos precisa y poder crear una restauración policromática (figura 49).⁴²



Figura 49 Selección del color usando botones de resina.

4.1.1.3 Mapeo

Para ayudar a que los resultados estéticos sean los esperados, el clínico deberá comunicarle al ceramista mediante mapas cromáticos del diente características como: forma, textura, color, brillo superficial y delimitar zonas de translucidez para que él pueda reproducirlas en las nuevas restauraciones.⁷

El mapeo cromático dental es una estimación de las características ópticas del diente a restaurar, tomando como base el diente homólogo, en este mapa se registrarán las tonalidades del diente, para facilitar al ceramista su reproducción y lograr la mayor naturalidad posible describiendo en el los matices, manchas, hipoplasias o defectos localizados en la superficie del diente.⁴³

Generalmente en este mapeado se delimita al diente en cuestión en tres principales regiones: cervical, medio e incisal, a cada una de estas secciones se le asigna un color de la guía que se esté utilizando según el promedio de toda el área de dicha sección (figura 50).⁴³



Figura 50 División estándar de la superficie del diente en tres secciones.

Cada región se analiza de forma independiente, ya que en cada una de ellas hay variaciones sutiles de acuerdo al ángulo en el que se vea el diente, por ejemplo translucidez en algún ángulo línea, la superficie del diente puede ser dividida de 9 a 16 zonas distintas, en las que se describa la textura y el brillo de la superficie ya que tienen un impacto en las propiedades ópticas del diente (figura 51) ^{7,43,44}

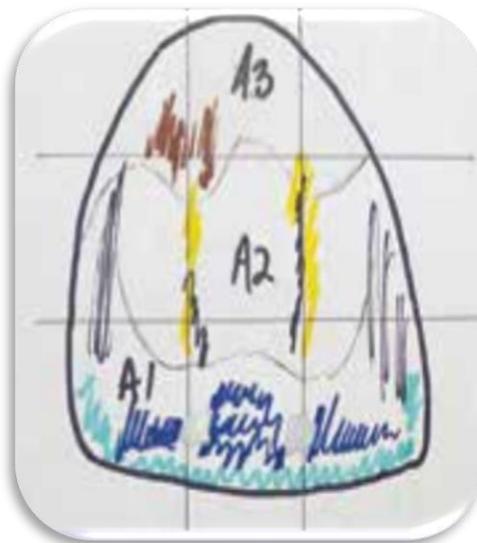


Figura 51 La superficie del diente es dividida en zonas.

El mapeo cromático dental es un procedimiento subjetivo, debido a que la elección de la resina o cerámica que se va a utilizar depende de la percepción que el clínico tenga acerca de cuál de las muestras de la guía utilizada se asemeja más al diente en cuestión, esta subjetividad lleva a la necesidad de encontrar métodos que permitan una aproximación más objetiva a las propiedades ópticas de los dientes, impulsando el uso de instrumentos electrónicos destinados para este fin. ⁴³

Una forma de complementar la comunicación del color del odontólogo al técnico es mediante la toma de fotografías, en las que se colocará la guía de color seleccionada borde a borde con los dientes referenciados, procurando

que al ser fotografiadas reciba la misma cantidad de luz que el diente, ya que de esta manera están en mismo plano paralelo a la cámara y a la misma distancia del flash (figura 52).^{7,11}

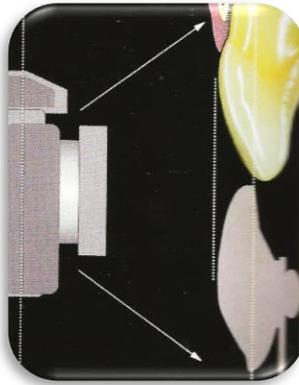


Figura 52 Guía de tonos y diente testigo borde a borde.

4.1.2 Método instrumental

En la actualidad la selección del color puede realizarse de manera objetiva mediante el uso de instrumentos digitales que proporcionan un resultado de coincidencia de color más preciso, sin importar variables como la fuente de luz y la interpretación del observador. Debido a su alto costo instrumentos como los colorímetros y espectrofotómetros son más utilizados en la investigación que en la práctica.^{4,44}

4.1.2.1 Colorímetros.

Los colorímetros son instrumentos que están diseñados para la medición directa del color, estos miden valores triestímulos mediante tres filtros de colores del campo visible, rojo, verde y azul, según el sistema CIE.¹⁸

Son instrumentos más fáciles de usar y menos costosos que los espectrofotómetros, pero pueden ser menos precisos que ellos.²¹

✓ Shade Ex Eye[®]

Colorímetro de la casa Shofu, está indicado para el registro y análisis del color de dientes naturales y revestimientos metalocerámicos, presentando el análisis del color con parámetros numéricos y con referencia en el sistema Vitapan Classical[®] (figura 53).⁴⁵



Figura 53 Terminal con lector y pantalla del colorímetro Shaded Ex Eye.

✓ Identa Color II

Está compuesto por una terminal con fuente de luz y un lector, conectado una unidad central con pantalla que permite comparar con las guías de colores Vita Classical[®] y 3D Master[®], Dentsply[®] y Vivadent[®], la toma de color se puede realizar en un punto del diente o en cinco zonas de manera simultánea (figura 54).⁴⁵



Figura 54 Terminal y unidad central con pantalla e impresora del colorímetro Identa Color II.

4.1.2.2 Espectrofotómetros

Los espectrofotómetros son los instrumentos más útiles y precisos para la determinación del color en odontología, estos realizan la estimación del color mediante la medición de la cantidad y composición espectral de la luz reflejada en la superficie dentaria a intervalos de 1-25 nm a lo largo del espectro visible.²¹

Estudios realizados por Paul y colaboradores en el año 2002, indican que el espectrofotómetro aumenta en un 33% la precisión y la coincidencia objetiva del color en un 93.3% de los casos.⁴⁶

Estos dispositivos contienen una fuente de radiación óptica, un medio de dispersión de luz, un sistema de medición óptico, un detector y un sistema para convertir la luz obtenida en una señal que pueda ser analizada.²¹

✓ Vita Easy shade ®

Lanzado en el 2002, posee una punta de fibra óptica circular de 5mm de diámetro diseñado para la determinación rápida y precisa del color, es capaz de medir con exactitud una gama variada de tonos Vitapan Classical® y Vitapan 3D Master®.^{21,47}

Este aparato consta de una unidad básica en cuyo frente hay una pantalla táctil en donde se hace la selección del menú, la introducción de datos y en donde aparecerán los parámetros de los registros realizados. Cuenta con una lámpara de 6500°K.

Al utilizarlo, el clínico deberá seleccionar el diente a evaluar y colocar la punta del espectrofotómetro directamente sobre el diente, se presiona el botón y la

pantalla táctil marcará el tono correcto en valores Vita Classical® y 3DMaster®^{18,47}

Con Easy shade se pueden realizar diferentes tipos de mediciones como la determinación del color de un diente mediante una sola toma o por el promedio de un conjunto de mediciones, que resulta útil para dientes que presentan áreas de distintos colores, con moteados, hipoplasias del esmalte o manchas de cualquier origen, en la pantalla aparecerá el registro del valor promedio y el número de veces que se tomó para a realizar el promedio (figura 55).⁴



Figura 55 Pantalla muestra el procedimiento de registro de valor medio y el número de mediciones.

En el caso de utilizar ambos sistemas, aparecerán dos valores de menor tamaño bajo Classical, y uno de mayor tamaño que es el color más próximo (figura 56)



Figura 56 A3 es el valor más próximo.

Verificación de la exactitud cromática de una restauración, evaluando el resultado como bueno cuando un especialista pueda percibir una pequeña diferencia o ninguna en la restauración protésica; satisfactorio cuando la

diferencia observada es aceptable entre la restauración protésica y el diente verificado, lo cual puede ser válido para dientes posteriores pero no para anteriores.

En 2008 Vita presentó Easyshade Advanced 4.0 compact®, un dispositivo inalámbrico, más pequeño y portátil a un menor costo.

Para realizar las mediciones también debe estar en contacto con la superficie dentaria y su calibración se realiza igual que su predecesor con un bloque de cerámica estándar, su fuente de luz es de origen Led y presenta diferentes tipos de medición como: un solo diente en sus tres zonas, modo para la verificación del color de una restauración y el modo de muestra o de entrenamiento.²¹ Figura 57



Figura 57 Uso clínico de Easyshade Compact.⁴⁶

Su fuente de luz de origen Led le permite funcionar con una precisión que duplica la capacidad del ojo humano.

Cuenta con funciones de activación automática de la medición, lo cual facilita y optimiza el procedimiento. La determinación exacta del color se da en los sistemas cromáticos de Vita Classical® A1-D4, Vita 3D Master® y Vitablocs® e incorpora tres colores específicos para los dientes blanqueados.

Los datos de medición pueden ser enviados por Bluetooth al software de comunicación VITA Assist (figura 58).^{18, 21,48}



Figura 58 Espectrofotómetro Vita Easyshade Advanced 4.®

Procedimiento para la toma de color con Easyshade Advanced 4.0 Compact.®

- Calibrar el aparato con una calibración del blanco y verde, es importante previamente eliminar manchas ajenas al diente que pudieran interferir en la medición.
- La punta se orienta perpendicularmente a la pieza dentaria, se presiona el botón para el registro del color.
- Los datos obtenidos se registran en la pantalla en escalas universales como Vita Classical o 3DMaster y/o en forma de coordenadas L^* , a^* y b^* .¹⁸

4.1.2.3 Lámparas

Se trata de dispositivos inalámbricos con corrección de luz que están diseñados para ayudar en la selección del color en el consultorio dental.

✓ Rite Lite 2 ®

Este dispositivo consta de un anillo con 12 LED, que permiten la iluminación de los dientes desde todos los ángulos para evitar reflejos y distorsiones.

La luz de Rite Lite elimina la distorsión del color que puede ser causada por el entorno, sin embargo, es recomendable que el paciente utilice un babero de color neutro.

Permite la configuración de tres diferentes temperaturas del color, 5500°K, 3200°K y 3900 ° K simulando las variables condiciones de iluminación en diferentes ambientes, lo cual permite al odontólogo evitar el metamerismo restaurador. ⁴⁴ Figura 59



Figura 59 Evaluación del color con Rite Lite 2. ⁴⁹

✓ Smile lite ®

Smile Lite® es una luz LED calibrada de 5500°K que reproduce la luz natural neutral del día.

Está desarrollada para la selección del color con las mejores condiciones posibles, en cualquier momento del día, ganando fiabilidad, simplicidad y eficacia, reduciendo el riesgo de errores, que pueden estar dados por malas condiciones de iluminación. También mejora increíblemente la visualización de características internas y detalles (figura 60).⁵⁰



Figura 60 Smile Lite en la selección del color.

4.2 Consideraciones del color dentario y sus tejidos

El color de los dientes es el resultado de la combinación de las propiedades ópticas del esmalte y la dentina, es decir, de cómo la luz se refleja, dispersa, transmite o absorbe al llegar a la estructura dentaria, lo cual genera una riqueza de color y tonalidades de manera natural.⁴

Uno de los parámetros importantes en la selección del color es la correcta determinación de la saturación y el croma de la dentina, la mayoría de los dientes tienen un matiz dentro del rango A, autores como Sproull estiman que

esto sucede en el 80% de los casos, otros han medido que el tono promedio de incisivos y caninos se encuentra alrededor de 580nm que corresponde a los tonos A2,A3 y A3.5 de la guía de colores Vita®. ^{22,41}

La anatomía y el polimorfismo de los dientes influyen directamente en sus propiedades ópticas lo cual aumenta la complejidad de la coincidencia de colores en odontología estética. ²³

Una particularidad de la estructura dental es el policromatismo que está dado por las estructuras que conforman al diente: esmalte, dentina y tejido pulpar, cada uno de ellos con una distribución y grosor diferente dentro del diente, con densidades y propiedades ópticas propias. ^{39,51}

De acuerdo con Jordi Manauta existen cinco colores básicos en los dientes, cuya combinación permite la producción de un rango cromático increíblemente extenso, cada uno de ellos está localizado particularmente en los diferentes tejidos como se indica a continuación:

- Amarillo /naranja: Dentina, tercio cervical y medio.
- Blanco: Esmalte y características internas del esmalte, mamelones, halo incisal y superficies faciales.
- Azul: Esmalte libre opalescente, borde incisal y superficies proximales.
- Ámbar: Opalescencia, contraopalescencia y varias características del esmalte y dentina, halo incisal y borde incisal. ⁴¹ Figura 61

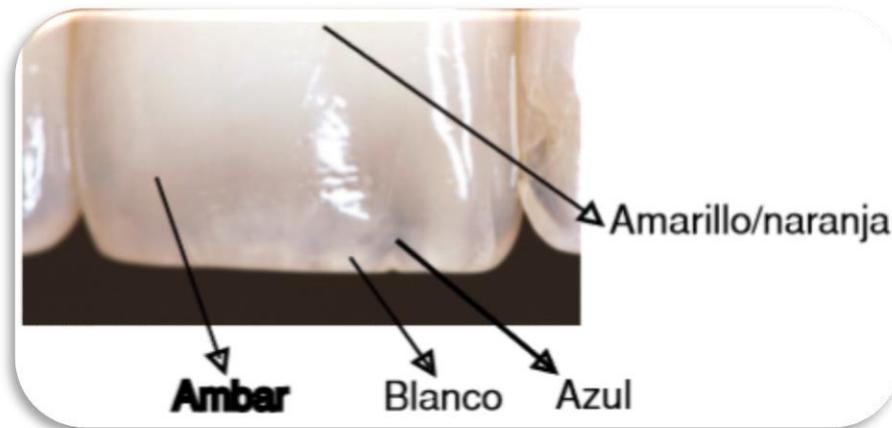


Figura 61 Tonos de color que conforman un diente natural.⁵¹

El color del diente se debe al comportamiento óptico del esmalte que debido a su alto contenido de hidroxapatita es esencialmente translúcido y aporta la luminosidad; la dentina se caracteriza por ser opaca debido a su mayor contenido orgánico, aporta el matiz y saturación, que son ligeramente modificados por el esmalte y varían en función de la distribución y grosor de dichos tejidos en cada zona.⁵

De esta manera, al mirar un diente anterior por su cara vestibular podemos observar que la saturación del matiz se va degradando a partir del tercio cervical a incisal y desde el tercio medio a las áreas proximales, esto se da porque el esmalte reducido en la zona cervical hace más evidente el color de la dentina y porque el reflejo rojo que recibe de la encía acentúa más la saturación de la dentina.⁴¹

El tercio medio presenta menor distorsión del color debido a la disposición y conformación de los prismas del esmalte que deja pasar la luz con mínimas interferencias.

En el tercio incisal se presenta una zona libre de dentina en por lo menos 1.5 mm lo cual le confiere un tono gris azulado debido a que el esmalte es atravesado por las ondas de luz más cortas, entonces el color en esta zona se debe a la suma del escaso matiz del mismo y a su translucidez.^{5,15}

El margen del esmalte en el borde incisal y proximal siempre presenta un elevado valor y croma débil, forman una línea blanca incisal que depende del cambio brusco de dirección de los prismas del esmalte.

La edad genera cambios en las estructuras dentarias y en su color, lo cual debe considerarse para una rehabilitación, ya que no tendrá los mismos requerimientos en cuanto a fenómenos ópticos y textura si se trata de un paciente joven o un adulto de edad avanzada.

Los dientes jóvenes presentan en el tercio incisal una zona de aproximadamente 1.5 a 2.5 mm sin dentina, lo cual generará el reflejo de un tono gris azulado, mismo que deberá ser reproducido de manera sutil en la restauración, además será importante dar un brillo particularmente alto que esté dado por la reflexión de la luz cuando la topografía superficial del diente es muy acentuada, como lo marca la anatomía natural de estos pacientes.
5,11,15,52

En dientes envejecidos los requerimientos serán distintos, ya que debido al fenómeno de abrasión la textura superficial del esmalte se ha atenuado y genera menor reflexión de la luz provocando un oscurecimiento de los dientes, que también está dado por una mayor emergencia del color de la dentina.^{11,15}

Figura 62

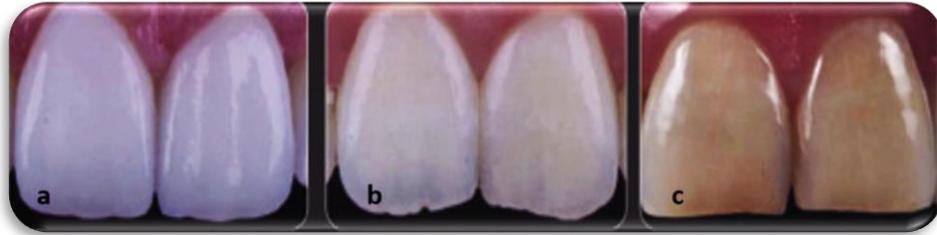


Figura 62 variaciones del valor de acuerdo a la edad. a) valor alto en infancia. b) valor medio en adultez. c) valor bajo en la vejez ¹⁶

De manera general también se debe recordar que el predominio que tienen los centrales superiores no está dado únicamente por su tamaño, sino por tener más alto valor que los laterales, lo cual genera diversidad e individualidad a las coronas. ⁵³

4.3 Comportamiento de los materiales restauradores

Para lograr que las restauraciones realizadas en odontología estética devuelvan la forma, función y color de los dientes naturales es necesario considerar que las propiedades físicas y ópticas de los materiales restauradores sean similares a las propias del esmalte y la dentina, estructuras a sustituir (figura 63). ²³



Figura 63 Diente natural al centro y derecha. Diente de cerámica a la izquierda, imitando la apariencia clínica del diente natural.

En este sentido se observa que los sistemas libres de metal presentan mejores efectos de transmisión de la luz a comparación de los metal cerámicos, reproduciendo de manera muy similar a los dientes la llamada triada óptica: fluorescencia, opalescencia y translucidez, lo cual confiere la apariencia de vitalidad.²³

La fluorescencia es una propiedad importante que los ceramistas intentan imitar cuando fabrican las restauraciones ya que es la propiedad óptica responsable de la vitalidad dental, para lograr este fin se valen de agentes que muestran intensa fluorescencia (figura 64).²³



Figura 64 Obsérvense las propiedades de la cerámica similares a las del diente natural.

Cuando un material cerámico no es suficientemente fluorescente tiende a tener una apariencia grisácea y de vitalidad reducida especialmente con luz negra, esto puede deberse a un aumento en el número de cocciones, o la exposición a temperaturas superiores a las indicadas por el fabricante^{4,54}

Durante la estratificación de la cerámica se utilizan masas opalescentes con la finalidad de que este fenómeno se presente de manera similar a la del diente natural, las cuales deben mezclarse en los lugares elegidos y cocerse sin que se homogeneicen en la matriz cerámica, por ello deben seguirse estrictamente el número de cocciones y temperatura, siendo las cerámicas de baja fusión las más indicadas para conseguir este efecto.⁴

De manera general la gran variedad de sistemas cerámicos disponibles puede clasificarse por su grado de translucidez y opacidad que está determinado por su composición, es decir, las cerámicas con mayor contenido cristalino son más resistentes pero presentan mayor opacidad, a diferencia de las que contienen mayor fase vítrea que les confiere mayor translucidez, como es el caso de las cerámicas feldespáticas (figura 65).^{23,55}



Figura 65 Diente de cerámica presenta la misma translucidez del diente natural.

En cuanto a la fabricación de restauraciones con resinas directas, se debe seguir el concepto de estratificación natural, que abarca las características ópticas y anatómicas de los dientes naturales, destacando la importancia de utilizar materiales diseñados específicamente para emular la dentina y el esmalte.²³

De acuerdo con este concepto los materiales de reemplazo de dentina deben estar caracterizados por: Opacidad simple, escala cromática grande, tono único y fluorescencia.²³

Los materiales de uso para el reemplazo del esmalte deben imitar a los tres tipos de esmaltes naturales que se clasifican en:

- Esmalte joven que posee un tinte blanco, alta opalescencia y translucidez inferior.²³

- Esmalte adulto, con un tono neutro, menor opalescencia y translucidez intermedia.²³
- Esmalte envejecido presenta un tinte amarillo o grisáceo y mayor translucidez.²³

Jordi Manauta refiere que del mismo modo en que el diente se encuentra constituido por capas ópticamente distintas, al realizar su reconstrucción con resinas, será necesario hacerlo mediante capas de las cuales se reconocen: la capa interna (In), la capa externa (out) y capa intermedia o (mid).

La capa interna está constituida por dentina, imparte cromaticidad, opacidad, dispersión de la luz y fluorescencia.

La capa externa está formada principalmente por esmalte que es responsable de la regulación del valor, luminosidad y transparencia.

La capa intermedia es usada para reproducir las características que ocurren espontáneamente en el esmalte dental, dicha zona provee opalescencia, caracterizaciones y efectos intensos.⁴¹

Como ya se mencionó la dentina en los dientes naturales es el tejido que aporta la fluorescencia debido a su mayor contenido orgánico, no así en el caso de las restauraciones con resinas directas, varios autores han sugerido que la capa de resina compuesta de esmalte es más responsable de la fluorescencia de una restauración, de esta forma, si la resina de la dentina es altamente fluorescente y la del esmalte no, el resultado será una restauración no fluorescente, por el contrario si la capa de esmalte exhibe alta fluorescencia y la de la dentina no, será una restauración fluorescente, por ello la

reproducción de este efecto implicará la selección y aplicación de las resinas fluorescentes en la técnica adecuada según sea el caso.¹⁶

La translucidez de las resinas está directamente relacionada con su espesor, varios autores describen que el aumento de grosor da como resultado una disminución en su translucidez.¹⁶

Se debe considerar que existe una disparidad en cuanto a las características de tonalidades, fluorescencia, opacidad y translucidez que ofrecen los fabricantes de resinas.⁴

CONCLUSIONES

El color es uno de los parámetros de mayor peso cuando el paciente evalúa la calidad del tratamiento realizado, por ello es necesaria la correcta identificación del color de los dientes a imitar, para de esta manera lograr la integración armónica de nuestras restauraciones.

El conocimiento adecuado de los principios básicos del color en Odontología posibilita su exitosa selección y reproducción durante la rehabilitación protésica, hecho que confiere valor estético a las restauraciones. En contraparte el conocimiento limitado sobre dichos conceptos puede convertirse en un obstáculo durante su determinación y reflejarse de manera negativa en el resultado final restaurativo.

Para facilitar la obtención de resultados óptimos en cuanto a la determinación del color debe destacarse la importancia de una acertada selección del valor, debido a que discrepancias en esta dimensión son más fácilmente percibidas incluso a grandes distancias, esta tarea puede facilitarse si el clínico tiene el conocimiento adecuado sobre el uso de sistemas convencionales para su determinación así como el de aditamentos electrónicos que proporcionan resultados más precisos y objetivos.

Si bien el color puede parecer un elemento menor dentro de la Odontología restauradora, es primordial la acertada coincidencia durante la evaluación estética ya que una restauración técnicamente correcta puede no ser considerada óptima debido a discrepancias cromáticas que le impiden su integración; no por esto, la planificación del tratamiento estético debe estar centrada únicamente en la mejoría del color, sino en la integración armónica de los criterios estéticos fundamentales en la sonrisa y características individuales del paciente, de los cuales el color es sólo una parte.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Guzmán Mora M, Vera Serna M, Flores Ledesma A. Percepción de la estética de la sonrisa por odontólogos especialistas y pacientes. *Revista Mexicana de Ortodoncia*. 2015 Enero-Marzo; 3(1).
2. Espinosa DM, Martínez Pérez Y. La Odontología estética como arte. In *Acta Medica del centro*; 2014; Cuba. p. 107-109.
3. Demir F, Elif AO, Fulya TT. Smile and dental aesthetics: a literature review. *Medicine Science International Medical Journal*. 2017; 6(1).
4. Henostroza G. *Estética en Odontología Restauradora* Madrid: Ripano; 2006.
5. Steenbecker O. *Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva* Chile: Universidad de Valparaíso; 2006.
6. Geissberger M. *Media Axòn*. [Online]. [cited 2018 02 26. Available from: http://media.axon.es/pdf/88901_2.pdf.
7. Goldstein RE. *Odontología Estética* Barcelona: Ars Médica; 2002.
8. Peguero Morejon H, Núñez Pérez B. *La belleza a través de la historia y su relación con la Estomatología*. .
9. Aschheim. *Odontología estética : una aproximación clínica a las técnicas y los materiales* Madrid; 2002.
10. Lindhe J. *Periodontología clínica e implantología odontológica*. Quinta ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2009.
11. Magne P. *Restauraciones de porcelana adherida en los dientes anteriores: Método Biomimético* Barcelona: Quitessence; 2004.
12. Kina S, Bruguera A. *Invisible: restauraciones estéticas cerámicas* Sao Paulo Brasil: Artes Medicas; 2008.
13. Inglese S. *Aesthetic Dental Strategies: Art, science, and technology* Milan: Quintaessenza Edizioni; 2015.
14. San Martín H M. Dr. Matias San Martín H. [Online]. [cited 2018 febrero 26. Available from: <http://matiassanmartin.com/parametros-esteticos-en-rehabilitacion-oral/>..
15. Giraldo R. OL, Rodríguez MI. *Armonía dentofacial : el resultado de un correcto análisis* Colombia: Almoca; 2014.
16. Schmeling M. Color Selection and Reproduction in Dentistry. Part 2: Light Dynamics in Natural Teeth. *Int. J. Dental Sc*. 2016; 2(18).
17. Lombardi R. The principles of visual perception and their clinical application to denture esthetics. *Journal Prosthet Dent*. 1973; 29(4).
18. Christiani JJ, Devecchi JR. Color: Consideración en odontología e instrumentos para el registro. *Revista de Operatoria Dental y Biomateriales*. 2016 Mayo-agosto; V(2).

19. Valenzuela Aránguiz V, Bofill Fonbote S, Crisóstomo Muñoz J, Pavez Ovalle F, Brunet Echevarría J. Selección de color dentario: comparación de los métodos visual y espectrofotométrico. Revista clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral. 2016 Julio; 9(2).
20. Mejía GA, Alberto B, Ledesma C. algunos aspectos que influyen para igualar el color dental. Organó Oficial de la Asociación Dental Mexicana. 2009 mayo-junio; LXV(3).
21. Bersezio C, Batista O. Instrumentación para el registro del color en Odontología. Revista DEntal de Chile. 2014; 105(1).
22. Guzman Baez HJ. Biomateriales odontológicos de uso clínico. Quinta ed. Bogotá: Ecoe ediciones.
23. Chu SJ. Fundamentals of color shade matching and communication in esthetic dentistry. Segunda ed. Illinois: Quintessence; 2010.
24. Rosentiel SF. Prótesis fija ; procedimientos clínicos y de laboratorio Barcelona: Salvat; 1991.
25. Lafuente D. Física del color y su utilidad en Odontología. Revista Científica Odontológica. 2008 junio; 4(1).
26. ttamayo.com. [Online]. [cited 2018 Marzo 11. Available from: <https://www.ttamayo.com/2018/01/el-circulo-cromatico-y-la-percepcion-humana-del-color/> .
27. Westland S. Imagen Digital, apuntes sobre diseño y artes gráficas. [Online].; 2001 [cited 2018 marzo 11. Available from: http://www.gusgsm.com/espacio_color_cie_lab .
28. Nocchi Conceição E. Odontología restauradora : salud y estética. Segunda ed. Buenos Aires: Médica panamericana; 2008.
29. Rey Duro F. FORMA – Formación Continuada en Odontología. [Online].; 2013 [cited 2018 Marzo 23. Available from: <https://formacioncontinuadaodontologia.files.wordpress.com/2013/08/trans2.jpg> .
30. Goncalves W. Factores que influyen en la selección del color en Prótesis Fija-Revisión de literatura. Acta Odontológica Venezolana. 2009; 47(4).
31. González Mas M. Mgmddenias blog. [Online].; 2018 [cited 2018 Marzo 11. Available from: <https://mgmddenia.wordpress.com/2017/12/18/el-color/el-ojo-y-la-visin-5-728/> .
32. Pascual Moscardo A, Camps Alemany I. Odontología Estética: Apreciación cromática en la clínica y el laboratorio. Medicina Oral. 2006; 11.

33. Westland S. Imagen Digital, apuntes sobre diseño y artes gráficas. [Online]. [cited 2018 Marzo 28. Available from: <http://www.gusgsm.com/metamerismo> .
34. Miyashita E. Odontología Estética.El estado del arte. 1st ed. Brasil: Artes Médicas; 2005.
35. Schmeling M. Selección de color y reproducción en Odontología.Parte 3: Escogencia del color de forma visual e instrumental. Int.J Dental Sc. 2017 Enero- Abril;; p. 23-32.
36. VITA. [Online]. [cited 2018 Marzo 19.Available from: <https://www.vita-zahnfabrik.com/es/Guia-de-colores-VITA-classical-A1-D4-39702,27568.html>
37. VITA. [Online]. [cited 2018 Marzo 19. Available from: <https://www.vita-zahnfabrik.com/es/VITA-Toothguide-3D-MASTER-26233,27568.html> .
38. VITA. [Online]. [cited 2018 Marzo 26. Available from: <https://www.vita-zahnfabrik.com/en/VITA-Linearguide-3D-MASTER-26200,27568.html> .
39. Stefanello Busato AL.Odontología Restauradora y Estética Caracas:Almoca; 2005.
40. Mundo Dental. [Online]. [cited 2018 Marzo 26. Available from: <http://www.mundodentalcb.com/composites-esteticos/13158-empres-direct-guia-colores.html> .
41. Manauta J, Salat A. Layers An atlas of composite resin stratification Milan: Quintessenza; 2012.
42. Eichenholz Omo C. Revitalizing discolored anterior restorations. Journal of Cosmetic Dentistry. 2016; 32(1).
43. González Sandoval J. Mapeo crómico dental a partir de imagenes digitales. ReCIBE. 2015 Noviembre; 4(3).
44. Afrashtehfar KI. Increased Predectability in tooth sade matching. Oral health group. 2013 Julio.
45. Amengual Lorenzo J. Reproductibilidad en la medición del color in vitro e in vivo mediante clorímetros especificos. RCOE. 2005; 10(3).
46. Chu Stephen J. matching instruments and systems.Review of clinical and research aspects. Journal of dentistry. 2010 Mayo.
47. Freedman G. Odontoloía Estética Contemporanea Argentina: Almoca; 2015.
48. VITA. VITA. [Online].; 2013 [cited 2018 marzo 22. Available from: https://www.vita-zahnfabrik.com/pdb_GG2G50G200_es.html .
49. Medical Expo. [Online]. [cited 2018 Marzo 26. Available from: <http://www.medicalexpo.es/prod/addent-inc/product-71230-749447.html>

50. Style Italiano. [Online]. [cited 2018 03 26. Available from:<https://styleitaliano.org/smile-lite/>].
51. Varas A. Biblioteca Virtual UNR. [Online]. [cited 2018 Marzo 22. Available from:http://bibliotecas.unr.edu.ar/muestra/medica_panamericana/9789500602679.pdf].
52. Fradeani M. Rehabilitación estética en prostodoncia fija. Barcelona: Quintessence; 2015.
53. Chiche G, Pinault A. Prótesis fija estética en dientes anteriores Barcelona: Masson; 2000.
54. Freitas Rafael C. Impact of background on color, transmittance, and fluorescence of leucita based ceramics. Dental Material Journal. 2017; 36(4).
55. Martínez Rus F, Pradíes Ramiro G, Suárez García M, Rivera Gómez B. Cerámicas dentales: clasificación y criterios de selección. RCOE. 2007; 12(4).