



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**EL COLOR, UN ARTE EN LA ODONTOLOGÍA  
RESTAURADORA.**

**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:

ANA RUBÍ RÍOS OLVERA

TUTORA: Mtra. MARÍA MAGDALENA BANDÍN GUERRERO

ASESOR: Esp. HUMBERTO JESÚS BALLADO NAVA



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.

*Le doy gracias a Dios por darme la fortaleza y perseverancia para concluir esta etapa de mi vida, por acompañarme durante toda mi vida y nunca alejarse de mí. Gracias Dios mío por haberme premiado con mis ángeles de la guarda: mis padres, mis hermanos y mi Amor Rocker, por darme la felicidad y la oportunidad de vivir y compartir con él parte de mi vida. Gracias Dios mío por no dejarme flaquear cuando estaba a punto de hacerlo, por perdonar todos mis errores; por eso y muchas cosas más TE AMO PAPÁ DIOS.*

*Mamá, muchas gracias por todo tu apoyo y conocimiento. Gracias por siempre confiar en mí, por nunca dejarme sola. Por impulsarme y enseñarme a luchar contra las injusticias. Mami, muchas gracias por prepararme estos 24 años de mi vida. Gracias por tus palabras de consuelo cuando las he necesitado. Gracias por todo tu apoyo durante esta Carrera; por haber sido mi paciente para mi examen final de Anestesia, Por darme la confianza y la seguridad en todo momento. Por siempre querer lo mejor para mí. Por prepararme académicamente, por llevarme a tus cursos desde temprana edad. Por curarnos durante toda la vida, por tus terapias alternativas que has aprendido con excelencia y que son de mucha ayuda cuando nos enfermamos. Por velar por nuestra seguridad y salud TE AMO MAMÁ ¡Mil gracias!*

*Papi, a ti te doy gracias por tu comprensión, por todo tu apoyo incondicional, por ser mi guía y maestro. Por hacernos reír desde que éramos pequeñas. Por llevarnos a la escuela desde que tengo memoria. Por darnos apoyo económico y moral. "Por siempre acordarnos de sacar muy bien las antenitas". Por no ser un padre enojón, autoritario y regañón; por siempre tener esa flexibilidad para con nosotros. Por cuidar y querer lo mejor para tu familia, dentro de tus posibilidades. Por escuchar mis*

*angustias y dudas, por tener una solución para todo. Eres un genio Papá.  
¡TE AMO!*

*Le doy gracias a mis **hermanos** por estar siempre a mi lado apoyándome. A Víctor por apoyarme cuando lo necesité, por estar conmigo en mis victorias académicas y en las de futbol también. A ti gordis (Perla) por estar siempre conmigo desde la concepción, por ser mi paciente durante la carrera y a la enana (Esmeralda) por ofrecermme hacer mi tarea cuando me veía cansada o atareada y por ser mi paciente también. Por ser mis hermanos y estar conmigo y con mis padres, **LOS AMO**.*

***Amor Rocker** muchas gracias por haberme encontrado. Te amo porque eres un buen hombre, sincero y caballeroso, porque me escuchas, porque trajiste la música a mi vida. Pero sobre todo te amo, porque me amas. Gracias por querer formar una familia conmigo. Muchas gracias por todas tus palabras de consuelo y de apoyo cuando más las necesité, por no dejarme flaquear, por todos tus consejos. Porque eres un hombre feliz y me haces feliz, por brindarme seguridad y por protegerme. Por ser un genio, por ser paciente y tolerante. **TE AMO** Gerardo Barragán Guerrero.*

***Sra. Alma Guerrero Marín**, muchas gracias por su apoyo y comprensión. Por confiar en mí. Y aunque no sea su hija, la quiero mucho y le estoy agradecida por sus preocupaciones hacia mí. Gracias por haber traído a la vida a ese hombre maravilloso que es su hijo y con el que pienso compartir el resto de mis días. Gracias por todo.*

*Muchas Gracias Dra. **Magdalena Bandín Guerrero** por su apoyo cuando lo necesité. Por su comprensión y colaboración para realizar este trabajo final con el que me titulo. Muchas Gracias.*

*Gracias Dr. **Humberto Ballado Nava** por ser amigo y profesor, por apoyarme, por defender la cancha. Por resolverme todas mis dudas. Por su alegría. Muchas Gracias.*

*Le doy Gracias al Dr. **Gastón Romero Grande** y al Dr. **Rodrigo D. Hernández Medina** por tolerarme este seminario y pulir un poco más mi conocimiento y a Ricardo por ayudarme en el laboratorio, por su comportamiento humano y desinteresado. Al Dr. Moreno por resolver mis dudas.*

*Muchas gracias a mis **amigos**, gracias por apoyarme cuando lo necesité, por entenderme, por dejarme compartir muchos momentos con ustedes. En especial a Gus (Gustavo Cadena G.), a ti Bodo (Gerardo Romero J.), a Almis (Alma Cortés N.), a ti Serch (Sergio Reyes B.) y a ti Marichucha (Maricela Martínez R.) que siempre te portaste muy bien conmigo y me apoyaste en todo sin juzgarme y muchas gracias a tus papás que siempre se portaron muy lindos conmigo, gracias por ser muy alegres y quererme adoptar jajaja...*

*A todos mis amigos los quiero y los aprecio demasiado.*

***Y a todos los que han tocado mi vida...; muchas gracias!***

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	8
OBJETIVOS	10
PROPÓSITOS	12
1. TEORÍA DEL COLOR	13
1.1. El color como un fenómeno físico	14
1.2. La luz	14
1.2.1. Transmisión y absorción	16
1.2.2. Refracción y reflexión	16
1.3. Percepción del color	17
1.3.1 Fisiología de la retina	18
1.4. Los diferentes sistemas del color	19
1.4.1 Sistema aditivo (RGB)	19
1.4.2. Sistema substractivo (CMY)	20
1.4.3. Sistema partitivo del color	22
1.4.4. Sistema psicológico del color	22
1.5. Dimensiones del color	22
1.5.1. Matiz	23
1.5.2. Valor	24
1.5.3. Croma	25
1.5.4. Translucidez	26
1.6. Propiedades ópticas	28
1.6.1. Opalescencia	28
1.6.2. Fluorescencia	29
1.6.3. Metamerismo	30
2. ELEMENTOS QUE AFECTAN EL COLOR	31
2.1. Iluminación	32
2.2. Efectos de contraste	34

2.3.	Ceguera al color	35
2.4.	Edad	36
2.5.	Fatiga	37
2.6.	Nutrición	37
2.7.	Medicamentos	38
2.8.	Diferencia ocular	38
3.	PROTOCOLO SUGERIDO PARA LA TOMA DE COLOR	38
4.	COMUNICACIÓN CON EL LABORATORIO DENTAL	41
5.	COLORÍMETROS	42
6.	COLORÍMETROS DIGITALES	43
6.1.	Sistemas tecnológicos del color	44
7.	CARACTERÍSTICAS DE LOS DIENTES NATURALES	46
7.1.	Características del esmalte	47
7.2.	Características de la dentina	48
7.3.	Dientes viejos	48
7.4.	Dientes jóvenes	49
7.5.	Dientes femeninos	49
7.6.	Dientes masculinos	49
8.	EL COLOR EN LAS RESINAS	50
8.1.	Clasificación de las resinas compuestas	51
8.2.	La fluorescencia, un fenómeno importante para lograr el objetivo	52
8.3.	Estratificación con las resinas compuestas	54
8.3.1.	Pigmentos	58
9.	CERÓMERS O POLIVIDRIOS	58
10.	CARACTERÍSTICAS EN PORCELANA	59
10.1.	Cerámicas feldespáticas	59
10.2.	Cerámicas aluminosas	60
10.3.	Cerámicas circoniosas	60
10.4.	El Color en las porcelanas	61

11. CONCLUSIONES	65
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67



## INTRODUCCIÓN

La ciencia del color es complicada, por lo que debemos conocer los componentes básicos del color para aplicarlos apropiadamente a la profesión odontológica, así como debemos conocer los diferentes factores que pueden apreciar a la percepción del color.

Los dientes presentan varias tonalidades desde incisal hasta gingival y desde la zona anterior hasta la posterior, por lo que es de suma importancia no utilizar una masa monocromática para la restauración de un diente, puesto que tenemos una graduación de color variable, tanto en sentido vertical como en sentido trasversal.

El estudio del color involucra aspectos objetivos como lo son los fenómenos físicos y aspectos psicofísicos y psicológicos. Básicamente, el color debe ser estudiado como un complejo en el cual están involucrados el estímulo, el receptor (el ojo) y la interpretación.

El color tiene tres dimensiones, por decirlo así, las cuales tenemos que comprender para poder manejar y manipular los colores; estas son el valor, tonalidad y el croma. La luz también influye en el color, las diferentes fuentes de luz producen diferentes percepciones del color, así como el entorno.

Para la selección del color en odontología, primero que nada se debe contar con una adecuada iluminación y así el operador puede comenzar el procedimiento a través del cual emparejará la tonalidad, valor y croma del material a utilizar con la tonalidad, valor y croma del diente a restaurar. En la actualidad la reproducción de estos tres elementos del color, son de suma importancia, ya que hoy en día los pacientes buscan una estética más natural. Por lo que los odontólogos debemos estar preparados para poder reproducir esta naturaleza.

Hoy en día existen diversos materiales estéticos para restaurar los dientes por lo que se debe tener el conocimiento de cada uno de ellos para saber

cómo se pueden manipular, de tal forma que podamos caracterizarlos o manejarlos y así reproducir lo mas cercanamente a lo natural.

En las resinas por ejemplo, se puede lograr la caracterización utilizando los stenss o combinando diferentes tonalidades de resina, además de que se tiene que tener ciertas precauciones con el dique de hule para que el color de este no influya en nuestra restauración, además se debe tener en cuenta aspectos biológicos como lo son la edad; pues sabemos que los dientes jóvenes suelen tener mayor espesor de esmalte por lo que suelen ser más claros cosa contraria a los dientes de una persona mayor.

Las porcelanas y los cerómeros son restauraciones que se fabrican indirectamente, pero gracias a los colorímetros tan precisos que existen hoy en día nos es posible reproducir las características de los dientes naturales. Además de que la innovación en los materiales de restauración nos permiten reproducir las características naturales.

Es necesario integrar el color en un conjunto armonioso, sin que destaque del entorno. Si bien el color es esencial en el resultado final del tratamiento estético, nuestra meta debe ser, conseguir una composición placentera de la sonrisa, lo cual lograremos al combinar varios elementos estéticos en una proporción apropiada.

## OBJETIVOS

- Comprender la teorías del color
- Comprender el fenómeno de la luz, así como su comportamiento en diferentes medios.
- Revisar los diferentes sistemas del color para una comprensión clara de estos.
- Comprender las tres dimensiones del color y su aplicación en la odontología.
- Revisar las diferentes propiedades ópticas existentes y los elementos que pueden afectar la percepción del color.
- Tener una guía por escrito sobre las recomendaciones para la toma de color dental.
- Conocer los diferentes elementos que pueden facilitar la información y comunicación con nuestro técnico dental.
- Conocer algunos de los colorímetros existentes en el mercado, así como su interpretación.
- Conocer las diferentes características de la dentición conforme sexo y edad.

- Conocer las diferentes combinaciones de resinas o la caracterización de estas para lograr una reproducción natural en nuestra restauración.
- Conocer la estratificación de las porcelanas para lograr los efectos naturales.

## PROPÓSITOS

El propósito de esta revisión bibliográfica es resumir los conocimientos actuales que se tienen sobre el color en la odontología y la utilización de estos en los diferentes materiales estéticos de restauración, sobre todo en las resinas y en las cerámicas dentales, con el fin de lograr restauraciones de alta estética, que cumplan con las expectativas del paciente.

## 1. TEORÍA DEL COLOR

El color puede transformar, alterar o embellecer, pero cuando es mal utilizado, puede trastornar, desacordar y hasta anular la bella cualidad de los materiales más modernos.

El color, como cualquier otra técnica, tiene también la suya, y está sometido a ciertas leyes, que una vez comprendiéndolas, será posible dominar el arte de armonizar, así como conocer los medios útiles que sirven para evitar la monotonía en combinación cromática.

Nuestra casa por ejemplo no solo requiere color para embellecer y animar, sino color que resuelva las necesidades psicológicas de quienes vivan en ella, de la misma manera un paciente tiene que sentirse en armonía con alguna restauración si es que esta se le ha realizado y cubrir sus necesidades psicológicas.

La elección del color está basada en factores estáticos y también en los psíquicos, culturales, sociales y económicos. El nivel intelectual, el gusto de la comunidad, la localización y el clima también influyen en la elección del color. Pero entre todos estos factores que intervienen en el color, quizás sea el más importante el psicológico, ¿por qué nos alegra, inquieta, tranquiliza o deprime un determinado conjunto o combinación cromática? Un ejemplo: El color de un edificio es como el envase o presentación de un producto que actúa en estímulo de la atención y para crear una primera impresión, favorable o negativa. Los colores del interior deben ser específicamente psicológicos, reposados o estimulantes porque el color influye sobre el espíritu y el cuerpo, sobre el carácter y el ánimo e incluso sobre los actos de nuestra vida; el cambio de un esquema de color afecta simultáneamente a nuestro temperamento y en consecuencia a nuestro comportamiento. El color es luz, belleza, armonía y delicia de la vista, pero es sobre todo, equilibrio psíquico, confort y educación

## 1.1. El color como un fenómeno físico

En 1666, Sir Isaac Newton observó que la luz blanca que pasaba por un prisma se dividía en un patrón ordenado de colores, que actualmente conocemos como espectro. También descubrió que estos mismos colores producían luz blanca al volver a pasar a través del prisma, lo que demostraba que los colores del espectro se encontraban ya en el rayo de luz original.<sup>1</sup>

Lo que Newton demostró fue la descomposición de la luz en los colores del espectro. Estos colores son el rojo, naranja, amarillo, verde, azul, índigo, y violeta. Este fenómeno lo podemos observar cuando la luz se refracta en el borde de un cristal o cuando llueve y hace sol, las gotas de agua de la lluvia realizan la misma operación que el prisma de Newton y descomponen la luz produciendo los colores del arco iris.

Por lo tanto se podría decir que la luz natural está formada por seis colores y cuando incide sobre un cuerpo absorbe algunos de esos colores y refleja otros. Isaac Newton nos dice que todos los cuerpos opacos al ser iluminados reflejan todos o parte de los componentes de la luz que reciben.

La luz visible es una forma de energía electromagnética y representa un sector reducido dentro de las radiaciones electromagnéticas, cuyas longitudes de onda varían desde las muy pequeñas, como los rayos cósmicos, a ondas de varios metros como las de radio.<sup>2</sup>



26

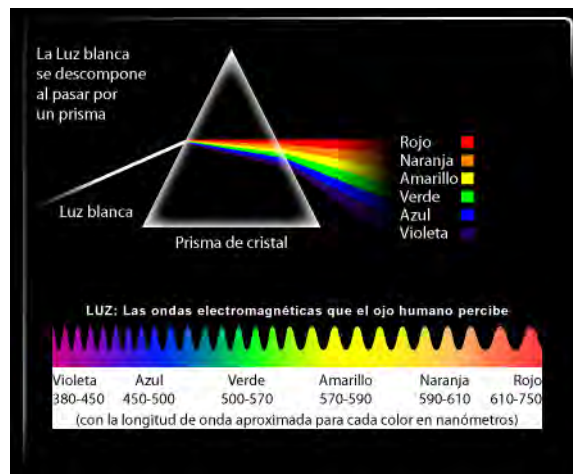
## 1.2. La luz

La luz es un fenómeno electromagnético cuyo espectro varía de  $10^{-14m}$  (rayos gama) a  $10^{-6m}$  (ondas de radio), y sólo las variaciones de ondas

electromagnéticas en la escala entre 380 a 760nm son perceptibles al ojo humano.<sup>3</sup> Aunque este rango puede variar un poco según los diferentes autores. La región por debajo del espectro visible se denomina “ultravioleta” y la que está por encima “infrarroja”.

Es importante comprender que sólo es posible observar colores por la existencia de la luz reflejada en los objetos, este reflejo alcanza a los ojos y transmite señales al cerebro, el cual inicia el proceso de percepción de las imágenes.<sup>4</sup>

Un objeto se ve de cierto color, porque este absorbe todas las longitudes de onda, menos la específica para dicho color, quiere decir que esta onda es reflejada.



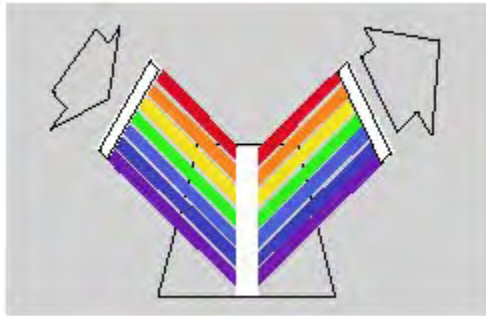
27

La emisión de la luz desde una fuente, sucede a través de un proceso químico o físico. Para crear una luz blanca, por ejemplo la emisión de ondas tendría que ser de la misma longitud. La percepción del color se ve afectada por las longitudes de onda ya que sólo algunas interactúan con los objetos.



### 1.2.1. Transmisión y absorción

La transmisión ocurre cuando la luz pasa a través de un material transparente o translúcido. Cuando la luz encuentra unas partículas más grandes en el material, algunas longitudes de onda se absorben, el número de longitudes de ondas que se absorben va depender de la densidad del material. La transmisión de las ondas componen el color que se percibe. Si el material es completamente transparente toda la luz se transmite y se ve de color blanco, pero si el material es opaco toda la luz se absorbe y percibimos el color negro.



28

Muchas veces algunas longitudes de onda se absorben y otras se transmiten, entonces el color del objeto corresponde a las ondas que se transmiten. Por ejemplo, si un material absorbe las longitudes de onda en rojo y transmite las longitudes de onda en verde y en azul, entonces se percibe una combinación de verde y azul (denominado cian).<sup>5</sup>

### 1.2.2. Refracción y reflexión

Cuando la luz incide en una interface, por ejemplo la transición entre el aire y el agua, o entre el aire y un material transparente como el vidrio, se produce la refracción. La refracción es la deflexión de los rayos de luz que pasan oblicuamente de un medio a otro con un cambio de la velocidad. El efecto

puede compararse con un carro en movimiento cuando una rueda se desliza del pavimento hasta la tierra. La rueda pierde velocidad en el terreno rugoso y el carro pierde su trayectoria por el efecto de frenado unilateral, es decir que cambia la dirección.<sup>6</sup>

La reflexión ocurre cuando los rayos de luz golpean un objeto sólido y luego rebotan desde él. Dependiendo de la estructura molecular del objeto, de la densidad, o del medio; algunas longitudes de onda pueden absorberse más que reflejarse. Las longitudes de onda que se reflejan componen el color que se percibe, un objeto que refleja toda la luz se percibiría como blanco y los que absorben toda la luz se vería negro, pero en la vida diaria los objetos solo absorbe algunas longitudes de onda y refleja otros, si esto sucede el objeto se percibe como el color de las longitudes de onda que se reflejan. Por ejemplo, un jitomate absorbe todas las longitudes de onda, pero refleja las longitudes de onda que corresponden al color rojo y al verde.<sup>5</sup>



29

### 1.3. Percepción del color

Las longitudes de onda que el ojo alcanza ya sea por emisión, transmisión o reflexión se reciben a través de las células sensoriales que se encuentran en la retina; estos son los conos y los bastones. Los bastones perciben la brillantes del color, es decir la intensidad de los rayos de luz que están alcanzando el ojo y los conos perciben el Hue, es decir el color.

### 1.3.1. Fisiología de la retina

Los receptores de la retina son los conos y los bastones. Ambos contienen pigmentos fotosensibles. El pigmento de los bastones es la rodopsina, formada por el aldehído de la vitamina A (11-cis-retinal) y una proteína llamada opsina. Los conos poseen pigmentos fotosensibles con 11-cis-retinal, aunque en este caso el aldehído está conjugado con diferentes proteínas fotorreceptoras que hacen que los distintos tipos de conos sean sensibles a luz de diferentes longitudes de onda.

Existen en la retina cerca de 100 a 120 millones de bastoncillos y 7 a 8 millones de conos. Los bastoncillos son responsables de la visión monocromática (en blanco y negro), conocida como visión escotópica. Su función básica, por lo tanto es observar la luminosidad y, por eso, son extremadamente sensibles, pudiendo sentir niveles bajísimos de luz. Los conos son responsables por la visión cromática, conocida como visión fotópica. Infelizmente su sensibilidad es mucho menor comparada con los bastoncillos y sólo se sensibilizan en niveles altos de iluminación.

Para formar nuestra visión colorida tenemos tres tipos de conos.<sup>3</sup>

CONOS	SENSIBILIDAD	COLOR	CANTIDAD
Tipo S	380-439nm	Azul-violeta	2%
Tipo M	490-539nm	Verde	32%
Tipo L	650-760nm	Rojo	64%

3

Los conos estimulados en forma individual no transmiten información referida a la longitud de onda, su respuesta eléctrica es siempre la misma.

El encéfalo procesa la percepción el color comparando la respuesta de los conos estimulados por el color del objeto, con la respuesta de todos los conos de la retina.

En síntesis la visión del color no se basa solamente en parámetros físicos de la luz que refleja el objeto iluminado, sino que implica un complejo proceso de abstracción en el que el cerebro, analiza el objeto en relación con su fondo. Variando este, la percepción del color será diferente.<sup>2</sup>

#### 1.4. Los diferentes sistemas del color

Podemos mencionar dentro de estos el sistema aditivo, sustractivo, partitivo y el sistema psicológico del color.

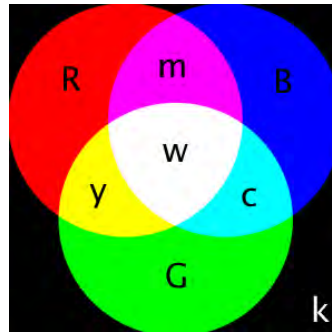
##### 1.4.1. Sistema aditivo (RGB)

Como ya se mencionó anteriormente Isaac Newton (1642-1727) con su experimento del prisma y la parte visible del espectro electromagnético (luz solar), pudo descomponer la luz natural en seis colores y desarrolló el sistema aditivo.

Los medios electrónicos como las computadoras y las televisiones crean el color a través de emitir longitudes de onda que son mezcla de rojo, verde y azul (RGB) para estimular los conos en el ojo, tales medios pueden producir un espectro de color que incluya casi todos los colores en el espectro visible. De esa forma, esos tres colores se denominan colores-luz primarios y, cuando son combinados en proporciones variables, producen todos los colores del espectro visible. No obstante, no hay como obtener esos tres colores mediante cualquier combinación de colores del espectro, y la síntesis aditiva de la mezcla de esos colores primarios es la luz blanca.<sup>3</sup> Es importante resaltar que el sistema aditivo sólo es aplicable a la luz, y no a los pigmentos. Si se añade rojo al verde se advertirá cómo se obtiene un segundo color, el amarillo. De forma similar el verde y el azul producen azul cian, mientras que el azul y el rojo producen magenta. Amarillo, azul cian y

magenta son los colores secundarios del sistema aditivo.<sup>8</sup> Cuando se mezclan los colores secundarios con su primario directamente opuesto, es decir, amarillo y azul, magenta y verde, o azul cian y rojo; se obtiene como resultado lo que serían los colores complementarios.

El proceso de captura de imágenes por medio de una cámara digital es similar al del ojo humano. Una cámara digital recoge pequeños pixeles de color rojo, verde y azul y estos se combinan en diferentes intensidades para crear colores diferentes. Una cámara digital no siempre es un medio preciso para evaluar la sombra del diente del paciente.



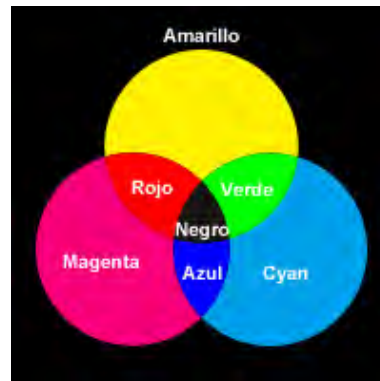
30

#### 1.4.2. Sistema substractivo (CMY)

Johan Wolfgang Goethe (1749-1832), descubrió en un viaje que los rayos solares, al atravesar el tupido follaje, eran diferentes según la hora del día: azules en la mañana, naranjas y rojos al atardecer. Así publicó en 1810 su teoría del color, dando nacimiento al sistema substractivo del color; el cual es opuesto totalmente al sistema aditivo, pues los colores primarios substractivos son el cian, magenta, amarillo (CMY), y los secundarios son rojo, verde y azul.<sup>9</sup>

Medios tales como materiales impresos y fotografías se consideran reflectivos y los medios como diapositivas y transparencias se consideran transmisivos porque respectivamente se visualizan a través de la reflexión de

la luz que se refleja a partir de las superficies y la transmisión de la luz a través de sus superficies. La reproducción del color en medios reflectivos y transmisivos se basa en las cualidades de absorción del color de los materiales tales como tintas. Estos materiales son formulados para absorber algunas longitudes de onda y reflejar o transmitir otras para crear colores específicos. Los colores primarios en este sistema de color son aquellos creados por la absorción de algunas longitudes de onda RGB y la reflexión y transmisión de otros. Son referidos como cian, magenta y amarillo. El cian se produce cuando el rojo se absorbe y el azul y verde se transmiten o reflejan, el magenta se produce cuando el verde se absorbe y el rojo y el azul se reflejan o transmiten, el amarillo se produce cuando el azul se absorbe y el rojo y el verde se reflejan o transmiten. La substracción de estos tres colores significaría que ninguna longitud de onda puede absorberse y por lo tanto todas las longitudes de onda se reflejarían resultando el color blanco. La presencia de los tres colores (CMY) nos daría negro ya que todas las ondas se absorberían pero las imperfecciones de la tinta hace que se vea café lodoso por lo que se le agrega negro para crear una mejor densidad de sombra, por eso el procesamiento de cuatro colores es el que se utiliza en las impresiones a todo color.



31

### 1.4.3. Sistema partitivo del color

George Seurat (1859-1891), pintor francés, desarrolló el estilo puntillizo y como muestra sus dos más grandes obras: La Grande Jatte y Les Poseuses. Aquél consiste en aplicar pequeños puntos de diferente color sobre la tela y cuando se observan a cierta distancia, los puntos emergen combinando su diferente longitud de onda y dando otro color y la forma deseada. De esta manera los colores complementarios substractivos son mezclados aditivamente por el ojo, y siguen las reglas de la mezcla partitiva del color.<sup>9</sup>

### 1.4.4. Sistema psicológico del color

Cada color transmite una emoción. El color negro es la negación. El blanco la luz total. El rojo nos da sensación de pasión, amor y coraje. El naranja nos puede transmitir sensación de apetito, confort, etc. El amarillo en el sol, inteligencia, alegría. El verde nos recuerda a la naturaleza, vida, fertilidad. El color azul nos podría hacer pensar en inmensidad, realeza, frialdad. El violeta en sensualidad, clero, inmadurez. Todos estos colores se utilizan en la vida diaria para diferentes fines.

## 1.5. Dimensiones del color

Al principio del siglo XX el profesor Albert H. Munsell describió tres dimensiones del color, que permiten la evaluación y descripción de los colores. Por su formación artística Munsell eligió las dimensiones de matiz (largura de onda), croma (conocido también como saturación o pureza del color, se relaciona a la cantidad de colorante presente en el pigmento) y valor (luminosidad o brillo, se relaciona a la cantidad de claro, lightness o de oscuro, darkness, de un color). Él concibió las relaciones como un árbol cuyo

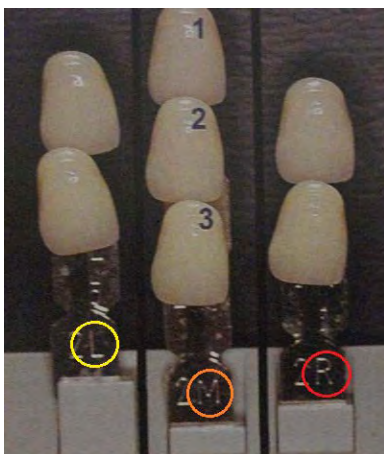
tronco representa el valor, las ramificaciones en varios ángulos, los matices y la distancia a lo largo del eje de cada ramificación, el cromatismo.<sup>3</sup>

### 1.5.1. Matiz

Es, lo que llamamos propiamente color, son las longitudes de onda reflejadas; también se le conoce como tono, Hue o tinte. Ejemplos de Hue son el rojo, azul, amarillo, naranja, etc. digamos que aquí podrían encajar todas las franjas del arcoíris.

En odontología el matiz es la dimensión más fácil de entender. En el diente natural el tono está en la dentina y la gama cromática gira en torno al amarillo.

En los colorímetros clásicos como VITAPAN classical de Vita, los tonos se agrupan bajo las letras A, B, C y D. La letra A corresponde a las tonalidades amarillo-anaranjadas. Este tono es frecuente en jóvenes y se encuentra en el 65% de los pacientes. La B nos indica tonalidad o hue amarillas y estas las encontramos en pacientes de mediana edad. La C son las tonalidades amarillo-grisáceas y son propias de pacientes de edad adulta y vejez. La D corresponde a tonos rojo-grisáceos.



En la escala 3D-Master hay variaciones de matices. Los rojos (paletas R), los amarillos (paletas L), y los colores intermedios (paletas M).



### 1.5.2. Valor

A esta dimensión del color también se le conoce como brillo, luminosidad o claridad. Esta tal vez sea la más importante para el odontólogo. Es una propiedad acromática carente de todo hue y puede ser descrita simplemente como el grado de blanco o negro. Cuando se dice que determinado color es más oscuro que otro, quiere decir que tiene menor valor, es decir, menor cantidad de luz reflejada. Cuanto más gris es un color menor será su valor; cuánto más se aproxime al blanco será más brillante, reflejando más luz, mayor valor.

Aspectos: la fuente de luz, el observador y el objeto.

La humedad influye en la reflexión de la luz e interfiere en el valor y la translucidez de los dientes naturales. La pérdida de humedad hace que el valor aumente y la translucidez disminuya. Por ejemplo, el secado de un diente natural con un chorro de aire de tan sólo 10 segundos reduce la translucidez del esmalte en casi un 80%.

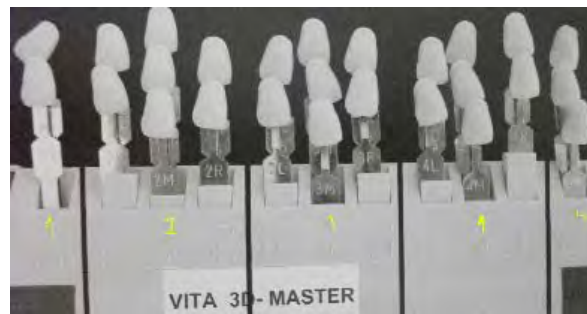
Los dientes naturales tienen zonas con diferentes grados de translucidez y, en consecuencia, diferentes valores. La región del tercio incisal, por ser más transparente, presenta el valor más bajo, mientras que el tercio medio presenta el valor máximo, lo cual nos indica que en esta zona existe una mayor reflexión de la luz.

En la escala Vita Classical, la numeración 1, 2, 3, y 4 se refiere a dientes más claros (1) para ir progresivamente hacia los más oscuros (4). Es decir que el 1 corresponde a un valor más elevado y el 4 un valor bajo.

En la escala 3D-Master se manejan grupos del 1 al 5, siendo el 1 el más claro (valor más alto) y progresivamente son más oscuros (valor más bajo).<sup>10</sup>

Todavía según YAMAMOTO, el valor es cerca de tres veces más importante de ser correctamente seleccionado, comparado con el matiz y dos veces más importante que el croma.

El croma puede variar pero el valor no. Diferentes matices es decir, diferentes colores, pueden tener el mismo valor. Uno de los recursos, del que los odontólogos nos podemos valer para seleccionar el valor, es el uso de una cámara digital, podemos tomar una fotografía en blanco y negro: cuanto mayor es el valor se observarán zonas más claras y las zonas que se ven más oscuras nos indicarán un menor valor.



10

### 1.5.3. Croma

La dimensión croma, se define como el grado de intensidad, saturación o pureza de los pigmentos de un determinado matiz o la cantidad de pigmento en una escala de matiz.

Cromas más claros u oscuros de un mismo matiz pueden ser obtenidos (con alteración del valor) con la adición de blanco y negro, produciendo colores más empaldecidos u oscurecidos, formando el Universo de los Cromas.

Con respecto a la saturación, es extremadamente importante comprender que:

- En los cuerpos translúcidos, como en el caso del esmalte, la dentina y la gran mayoría de los compuestos a menor espesor es significativamente menor la saturación.
- En la dentina, la saturación en general disminuye desde el tercio cervical con el tercio incisal, mientras que hay aumento de la translucidez.

- La saturación cromática de los dientes naturales aumenta con la edad en función del aumento del grosor de la dentina.
- Croma de tonalidades diferentes no deben ser comparados.
- Los materiales opalescentes pueden proporcionar un croma más elevado, incluso con poco espesor.<sup>11</sup>

10



En la escala Vita Classical solamente existen las dimensiones de matiz y valor, pero en la escala 3D-Master el

croma si existe. Dentro de cada grupo de 1 a 5, que representan valores iguales, hay numeraciones de 1 a 3 que identifican cromas poco intensos (1), cromas intermedios (2) y cromas intensos (3).

#### 1.5.4. Translucidez

Con respecto a los dientes, se podría decir que existe una cuarta dimensión y esta sería la translucidez. Digamos que es lo que se encuentra entre el opaco que bloquea totalmente la luz y lo transparente que permite el paso total de la luz. La translucidez es la dimensión que percibe la vitalidad y profundidad del diente. Un cuerpo translúcido cuando es iluminado deja pasar parcialmente la luz incidente. En una restauración es la que le proporciona mayor realismo.

La dentina posee cerca del 70% de estructura inorgánica y 30% de contenido orgánico. Este contenido orgánico es el principal responsable de la mayor opacidad presentada por la dentina. Con el transcurrir del tiempo, la dentina pasa a tener su opacidad disminuida y su croma (saturación) aumentado debido a la acumulación de dentina secundaria altamente mineralizada en el

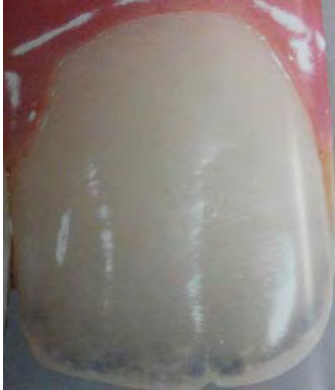
interior de los túbulos dentinarios. El esmalte es el tejido más mineralizado, tiene un 95% de componente inorgánico y 5% de materia orgánica. La elevada concentración de componente inorgánico le confiere al esmalte mayor translucidez con relación a la dentina. Al recubrir toda la dentina, esta termina siendo el modulador final del color del diente. La diferente conducta óptica del esmalte en las distintas regiones del diente está determinada por su espesor variable. El esmalte es opaco en dientes jóvenes debido a que poseen menor contenido mineral. Con el envejecimiento, el esmalte se vuelve más mineralizado y delgado, lo que aumenta su translucidez así como los efectos de la opalescencia.<sup>12</sup>

Según Sekine, hay tres tipos diferentes de translucidez (tipo A, B y C). El tipo A: los dientes presentan poca translucidez y esta es distribuida al azar. Estos dientes no dan la impresión de transparencia. La translucidez tipo B: aparece en forma de bandas y sólo en la región incisal. Tipo C: es la que se encuentra en las regiones incisales y en las crestas proximales.

Para facilitar la comprensión y la identificación de los diferentes tipos de translucidez es recomendable prestar atención a los siguientes datos:

- La translucidez está íntimamente relacionada con el grosor y el objeto y es, en general, inversamente proporcional a ella.
- A pesar de que el esmalte es transparente en el borde incisal, éste se observa opaco.
- Una forma práctica de visualizar mejor la translucidez de un diente anterior es posicionar la lengua, con una cantidad suficiente de saliva, contra la superficie palatina y observar de cerca.
- La translucidez de los dientes varía de un individuo a otro y está fuertemente influenciada por la edad.
- La transparencia del esmalte aumenta con la edad debido a la reducción de su espesor y al aumento de su contenido mineral.

- El esmalte es más transparente en la región cervical, donde es más delgado, pero las áreas transparentes de un diente anterior son más



fáciles de identificar en el tercio incisal, donde la dentina es inexistente o mucho más delgada.

- Para facilitar la identificación del diferente tipo de translucidez, los dientes deben ser observados desde diferentes ángulos y con diferentes fuentes de luz.<sup>11</sup>

32

## 1.6. Propiedades ópticas

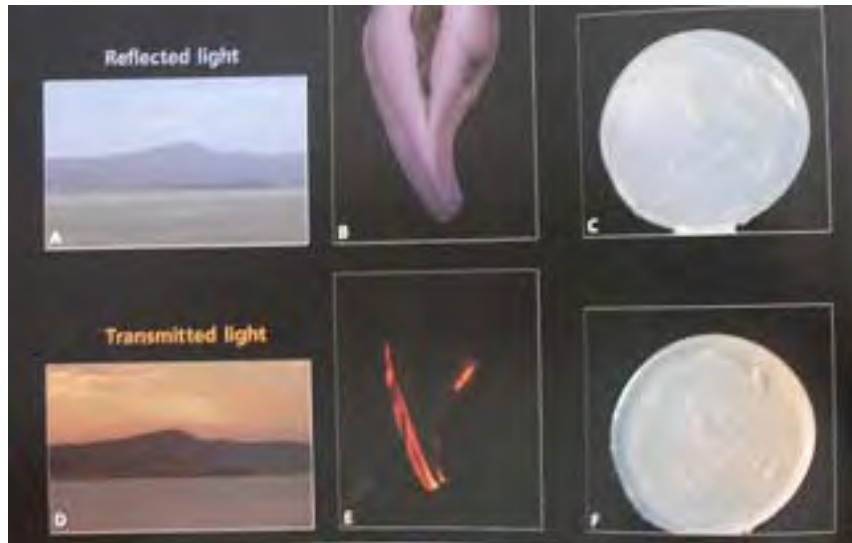
Además de las dimensiones del color antes citadas, la incidencia de más de dos fenómenos nos caracteriza incluso más la complejidad de la dinámica de la luz al interactuar con el esmalte y la dentina. Estos son la opalescencia y la fluorescencia.<sup>12</sup>

Un fenómeno al cual se le debe tomar suma importancia es el matemerismo, ya que comprendiendo este fenómeno podemos evitarnos el tener un paciente inconforme con su restauración y sus visitas constantes al consultorio dental.

### 1.6.1. Opalescencia

Esta se caracteriza por la capacidad del esmalte de reflejar ondas cortas de luz (azul) y transmitir ondas largas de luz (naranjas). Cuando el observador está del mismo lado que la fuente lumínica, el esmalte refleja una luz azulada y una luz amarilla-naranja cuando la fuente de luz está de lado opuesto al observador. Digamos que es un fenómeno de refracción, difusión e interferencia luminosa simultáneas en una suspensión coloidal, emitiendo

colores brillantes y vivos. Cuando un cuerpo opalescente recibe luz, funciona como una especie de filtro, reflejando las ondas cortas de luz visible (cerca de 380nm, y espectros de colores fríos, tonos de violeta y azul) y transmiten ondas largas de luz visible (cerca de 780nm, espectro de colores calientes, rojo y amarillo).



11

### 1.6.2. Fluorescencia

Esta, está relacionada a la luminiscencia no incandescente. La fluorescencia es la capacidad que tienen algunos elementos de transformar los rayos UV, invisibles para el ojo humano, en rayos visibles, ondas mayores de 400nm (azul). Esto ocurre cuando cuerpos fluorescentes (que poseen fluróforo) son expuestos a rayos excitantes (rayos de alta energía), tales como los rayos ultravioleta. Como característica de la fluorescencia, el fenómeno de la luminiscencia empieza y acaba instantáneamente junto con la excitación, diferente de la fosforescencia, en que la foto irradiación persiste un lapso incluso después de la excitación.

En las estructuras dentarias, la dentina posee excelentes características de fluorescencia, mientras el esmalte dental sólo demuestra discreta fluorescencia. Se debe poner mayor importancia a este fenómeno en pacientes que suelen visitar ambientes que utilizan la fluorescencia para efectos luminosos en lo oscuro a través de luz negra, que tiene la capacidad de excitar a los cuerpos de fluorescentes.<sup>3</sup>



3

### 1.6.3. Metamerismo

Las fuentes de luz pueden ser clasificadas en primarias y secundarias. Las primarias son aquellas que emiten luz propia como el sol, fuego, velas y lámparas incandescentes. Las secundarias son los cuerpos iluminados o que permiten la luz proveniente de una fuente primaria. La luna es un ejemplo de esto.

El metamerismo es un fenómeno que ocurre cuando los objetos coloridos y diferentes producen una misma sensación de color en determinado ambiente, y colores diferentes en otro. En las restauraciones estéticas se puede presentar el metamerismo; una restauración puede presentar un color

satisfactorio en determinado ambiente y, en otros, bajo diferentes fuentes e intensidades lumínicas, aparentar una tonalidad diferente.

Existen más de una forma de obtener el color, podemos obtenerlo puro o mezclando dos colores. Por ejemplo, naranja puro o una mezcla de rojo con amarillo. El naranja puro refleja la luz de la banda naranja, mientras que la mezcla refleja simultáneamente la luz de la banda roja y la banda amarilla. Si se exponen ambos colores a una luz de espectro completo, presentarán un aspecto muy parecido. Sin embargo si se exponen a un espectro de luz que no contenga la banda roja, ambos colores parecerán distintos. El naranja puro seguirá pareciendo naranja, pero la mezcla parecerá amarilla debido a que en ausencia de la banda roja, el ojo no podrá ver el componente rojo de la mezcla.



5

Para evitar el metamerismo se puede realizar la evaluación de color con distintas fuentes de luz, pero se le debe explicar al paciente que la restauración se puede apreciar diferente bajo diferentes fuentes de luz.

## 2. ELEMENTOS QUE AFECTAN EL COLOR

Existen muchas variables que afectan la percepción del color. Por ejemplo los espectadores, cada persona ve el color diferente, ya sea con mayor valor o menor valor o con un croma mayor o menor. Las condiciones de iluminación, el ambiente y el observador son elementos que se involucran en la percepción del color.



## 2.1. Iluminación

El color no puede evaluarse adecuadamente sin la iluminación adecuada. La intensidad de la luz es el regulador del diámetro de la pupila, este es un factor crucial para la determinación de la sombra. La identificación precisa del color solamente se determina en el centro del campo visual, lo que se percibe a través de la fovea. Esta se localiza en el centro de la retina y contienen una gran cantidad de conos por eso es más precisa la identificación de color, mucho del resto que se percibe es sintetizado por el cerebro. Esto se lleva a cabo manteniendo una intensidad de iluminación adecuada.

El tipo de iluminación puede impactar la percepción del color. Un sistema creado en 1931 por la Comisión Internacional de l'Éclairage (CIE; se traduce como Comisión Nacional de Iluminación) categorizó los iluminantes basándose en sus efectos en la percepción de color. La CIE designó tres iluminantes estándar A, B y C, después añadió una serie D, un iluminante hipotético E y una serie de fluorescentes F, esta de manera no oficial.<sup>5</sup> También creó el diagrama de cromaticidad o triángulo de color, que permite la determinación matemáticamente exacta de cualquier color mediante dos coordenadas de cromaticidad. Estas coordenadas, especificadas por el fabricante para cada tipo de lámpara, han sido calculadas valiéndose de la distribución de su energía espectral y la respuesta de un observador colorimétrico patrón, establecido por la CIE, ante los tres colores primarios rojo, azul y verde.<sup>15</sup>

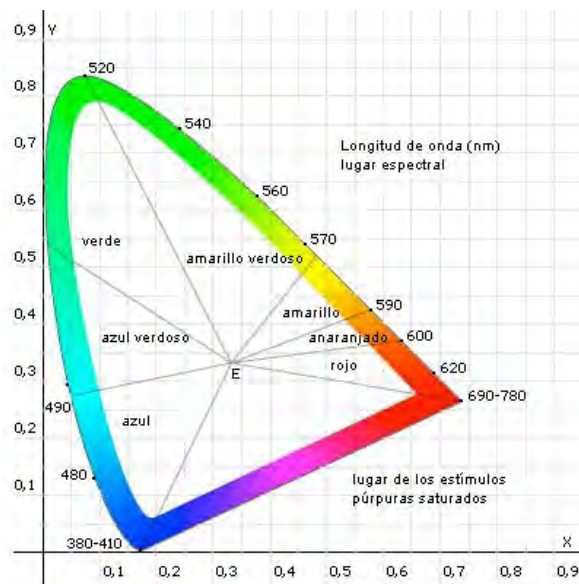
Las diferentes fuentes de luz son:

A: Fuente de luz de tungsteno con una temperatura de 2,856 K que produce una luz amarillenta rojiza. Utilizadas para simular condiciones de visión incandescente un ejemplo de esta luz serían los focos de uso común.

B: Fuente de luz de tungsteno, junto con un filtro líquido para simular la luz directa del sol con una temperatura de alrededor de 4,874 K. Ya casi no se utiliza.

C: Una fuente de luz de tungsteno junto con un filtro líquido para simular la luz solar indirecta, con una temperatura de 6774 K. Se utiliza en muchos cuartos debido a que la luz solar indirecta se considera una condición de visión común. Sin embargo, iluminante C no es una simulación perfecta de la luz solar, ya que no contiene mucha luz ultravioleta y esta se necesita para la evaluación de la fluorescencia.

D: Una serie de iluminantes que representan las diferentes condiciones de luz de día según lo determinado por la temperatura del color. Los iluminantes  $D_{50}$  y  $D_{65}$  (llamados así porque están relacionados con una temperatura de color de 5,000 y 6,000 K) esta iluminación se utiliza para las exposiciones de arte, tiene una reflexión de la luz



33 azulada. El iluminante  $D_{65}$  es parecido a la clasificación C, pero está es una mejor simulación de luz indirecta porque incluye un componente de luz ultravioleta para mejor evaluación de colores fluorescentes.

E: Hipotético, herramienta útil para los teóricos del color.

F: Serie de luces fluorescentes. No son oficialmente iluminantes estándar pero el uso de las luces fluorescentes son comunes.

Cuando se lleva a cabo la selección del color en el consultorio dental, deberíamos utilizar una fuente de luz con corrección del color  $D_{50}$ ,

aproximadamente 5, 500 K ya que esta es la más próxima a la luz de día natural.

## 2.2. Efectos de contraste

Estos son fenómenos visuales que pueden alterar la percepción del color así como su evaluación ya que se crean ilusiones ópticas.

Efecto de contraste	Efecto Clínico	Aplicación clínica
Valor	Va estar relacionado al color de encía, cabello, piel, color de ojos y al color del periodonto. Un medio obscuro hará a un diente parecer más luminoso y viceversa.	Seleccionar los tonos más claros para los pacientes con tonos claros y los tonos más oscuros para las personas con tonos más profundos en el área dentofaciales. Poco valor si la dentición es oscura, de gran valor si la dentadura es clara.
Hue	El color complementario del fondo que lo rodea o el medio ambiente es más evidente en el diente.	Utilizar una tarjeta de color azul claro o un gris neutral como fondo cuando estemos seleccionando el color para eliminar distracciones del medio y precondicionar a los ojos para una mejor selección de color.
Croma	Un fondo menos cromático hará parecer al diente más intenso y viceversa. Un fondo de Hue y croma similar al del diente hará difícil discernir las sombras del diente.	Utilice tarjetas de fondo con un croma ligero como un gris para hacer las sombras del diente más intensas y así discernirlas más fácilmente.
Tamaño	Dientes largos parecen más luminosos y los dientes pequeños parecen más oscuros.	Si una restauración es muy grande, tenga en cuenta la disminución del valor a la mitad de la sombra.
Posición	Dientes apiñados aparentan ser más oscuros y los proinclinados aparentan ser más luminosos.	Dientes apiñados hacerlos más luminosos. Dientes proinclinados se pueden hacer más oscuros. Considerando la condición ortodóntica o blanqueamiento dental.
Sucesivos	Cuando un color se ve inmediatamente después	Haga pausa entre cada color que se observa para

	de otro una imagen posterior aparecerá y afectará la percepción del segundo color.	evitar los efectos en las imágenes posteriores.
--	--	---

14

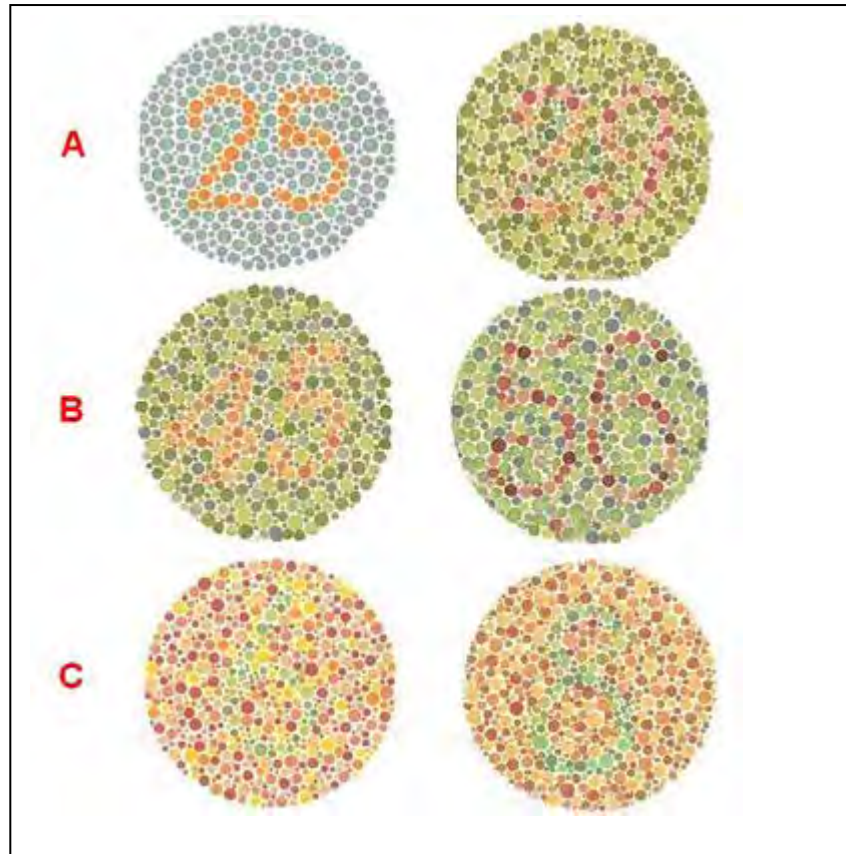
### 2.3. Ceguera al color

Los seres humanos detectamos el color mezclando las proporciones adecuadas de luz roja, verde y azul. No obstante, algunas personas, en su mayoría varones, sólo pueden representar cualquier color con dos colores. Estos individuos son dicromáticos y no tricromáticos como la mayoría de la población. Podemos clasificar a los individuos con defectos para percibir el color como:

- a. Tricromáticos anómalos: son aquellas personas que si combinan los tres colores pero lo hacen en proporciones anómalas. Por lo general representan el 6% de la población.<sup>7</sup>
- b. Dicromáticos protánopos: aquellos que tienen insensibilidad relativa al rojo. Representan al 1% de la población masculina.
- c. Dicromáticos deuteránopos: insensibilidad relativa al verde. Representan 1% de la población masculina.
- d. Dicromáticos tritánopos: insensibilidad relativa al azul. Son excepcionales de encontrar.

El test de Ishihara consiste en distintas láminas con muchos puntos en donde se representan en el fondo, algunos números y figuras de distintas tonalidades de colores primarios para la luz. Las personas daltónicas no pueden reconocer algunos números y figuras que aparecen en el test, o bien visualizan diferentes notaciones de acuerdo al tipo de defecto.

El siguiente es un ejemplo del test de Ishihara:



16

	Visión normal		Ceguera para el rojo o el verde		
	Izqda.	Dcha.		Izqda.	Dcha.
<b>Arriba</b>	25	29	<b>Arriba</b>	25	Nada
<b>Centro</b>	45	56	<b>Centro</b>	Nada	56
<b>Abajo</b>	6	8	<b>Abajo</b>	Nada	Nada

17

## 2.4. Edad

El envejecimiento es perjudicial para las habilidades de identificación de colores debido a que la córnea y el cristalino del ojo se vuelven amarillos con la edad, dificultando la diferenciación entre el blanco y amarillo. Este proceso se inicia a los 30 años, se hace más notorio después de 50 años de edad, y tiene importancia clínica después de 60 años. Después de 60 años de edad,

muchas personas tienen dificultades significativas en la percepción de los azules y morados.<sup>5</sup>

## 2.5. Fatiga

Los ojos cansados no pueden percibir los colores con una buena precisión. Esto se debe a la fatiga sistémica, locales y / o mental. La imposibilidad de determinar con precisión el tono y la saturación es más evidente en momentos de fatiga y, además, el color puede ser percibido como apagado o borroso. La observación sucesiva de varios tipos de tonos, para pacientes que requieren de cierta evaluación, puede ser una de las principales causas de la fatiga. La fatiga es la causa más común de una selección de tono impreciso.

Al evaluar los múltiples tonos consecutivos, el odontólogo debe tomar un breve descanso entre las restauraciones. Esto ayudará a evitar los ojos cansados y con ello garantizar un mayor éxito en la selección de tono.<sup>5</sup>

## 2.6. Nutrición

Los hábitos alimenticios, juegan un papel importante en la salud del ojo. Algunos científicos han sugerido que existe una asociación entre la degeneración macular (que causa la pérdida gradual de la visión) y un consumo elevado de sustancias de alto contenido de grasas saturadas. El consumo de frutas frescas y verduras de hoja verde fuerte pueden retrasar o reducir la gravedad de la degeneración macular. Además el consumo de antioxidantes como las vitaminas C y E han demostrado tener efectos positivos en la detención de la progresión de la enfermedad en algunos casos. Otros oligoelementos y nutrientes como el zinc y la luteína son también importantes para la salud de los ojos. La nutrición de un individuo es un factor esencial en la salud general del cuerpo, y el ojo no es la excepción.

## 2.7. Medicamentos

Se debe evitar en lo posible el consumo de sustancias que puedan modificar la percepción del color, como el alcohol y la morfina, que aclaran los colores cálidos ( amarillo, naranja, rojo) y oscurecen los fríos ( morado, verde, azul), la cafeína que oscurece los colores cálidos y aclara los fríos, o en el caso de fármacos como viagra, que modifica la percepción cromática, dando un tinte azulado a los colores, o los anticonceptivos, que pueden inducir en ocasiones dificultad para discriminar rojo-verde o azul-amarillo. Los efectos secundarios muchas veces no son ni predecibles ni evidentes para el individuo. Como resultado de estos hallazgos, la Administración Federal de Aviación ahora requiere que todos los pilotos de líneas aéreas comerciales se abstengan del consumo de viagra 12 horas antes del tiempo del vuelo.<sup>18</sup>

## 2.8. Diferencia ocular

La diferencia ocular es la diferencia entre la percepción del ojo derecho y del ojo izquierdo. A menudo se hace evidente durante el examen de la vista y cuando una persona puede ver mejor la tabla de visión con un ojo que el otro. Si hay diferencia ocular, cuando dos objetos se colocan uno junto al otro bajo una iluminación uniforme, pueden parecer diferentes. Por ejemplo, el de la derecha puede parecer un poco más ligero que el de la izquierda.

## 3. PROTOCOLO SUGERIDO PARA LA TOMA DE COLOR

El color que se observa en la dentición es la luz reflejada, que va a estimular a la retina, y la luz que se absorbe parcialmente. Por esta razón es de suma importancia que la iluminación del cubículo donde se va a tomar el color,

aporte todos los colores del espectro de luz, evitando decorados con tonalidades intensas.<sup>2</sup> Las paredes deben ser de colores claros, de preferencias blancas ya que el reflejo de la luz en paredes u objetos de colores muy fuertes se pueden reflejar en el paciente y alterar el color.

Si los pacientes tienen ropas de colores fuertes estas se deben cubrir con delantales claros, de la misma forma el operador deberá utilizar ropas claras y las mujeres se deberán retirar el lápiz labial para que este no influya en la selección de color.<sup>4</sup>

La iluminación es de suma importancia para la toma de color. Lo mejor sería contar con un ventanal amplio con orientación norte y las horas recomendadas para la toma del color serían tres horas después del amanecer y tres horas antes del anochecer ya que en estos horarios los rayos solares tienen todas las longitudes de onda visibles. La toma de color en días nublados se debe evitar, ya que las nubes seguramente filtrarán parte de la luz y se observarán colores más grises.<sup>4</sup>

Existen también luces artificiales que disimulan la luz del día, las cuales tienen todas las longitudes de onda, así como una temperatura de 4, 500 y 5, 500 grados Kelvin. Un ejemplo de esta luz sería la lámpara Eye color Arc-Ra 96 MT-150 FSWE-27 (220V).

Una vez que se cuenten con estas características lo primero que debemos hacer es la limpieza del diente que va ser comparado; después colocamos un abrebocas para que el cromatismo no se altere por los colores del entorno de la boca. Detrás de los dientes se coloca un cartón negro o el dique de hule para mejorar la percepción de los colores por aumento de contraste. Se debe humedecer los dientes y las muestras de la guía de colores que se vayan a utilizar. El diente debe estar húmedo ya que la deshidratación aumenta el valor y el cromatismo. Debemos sostener la guía de color cerca del diente a comparar con una disposición adecuada es decir, cervical con cervical y borde incisal con borde incisal. La distancia adecuada para la observación es de unos 30cm para focalizar los rayos luminosos sobre la fovea. Primero



tenemos que determinar el valor, el cual de preferencia lo aremos con la comparación de la guía de color con el tercio medio del diente de referencia.

El valor es el más importante a determinar, ya que es lo primero que notamos ya que la retina humana tiene una capacidad superior de detección para el valor gracias a las células especializadas para este fin ya que son más abundantes (bastoncillos). Las cámaras digitales cuentan con la modalidad de tomar fotografías en blanco y negro, lo cual puede ser un auxiliar para poder comparar el valor de la escala con el valor del diente.

Luego se va a determinar el croma, solamente son comparables los cromas del mismo valor.

Después de que se ha evaluado el valor como el croma, tendremos que evaluar el hue. El diente no se debe mirar más de 5 segundos ya que se dificulta el reconocimiento del color, por una adaptación de la sensibilidad de la retina. Para evitar esto se debe mirar intermitentemente un papel color azul.

Si se llegara a tener duda sobre el color elegido, es recomendable elegir un color de valor elevado y de croma bajo, ya que el valor se puede disminuir y el croma aumentar, ya que de lo contrario sería muy difícil modificarlos.<sup>19,2,4,8</sup>

Según Yamamoto el valor es tres veces más importante que el hue y 2 veces más importante que el croma.

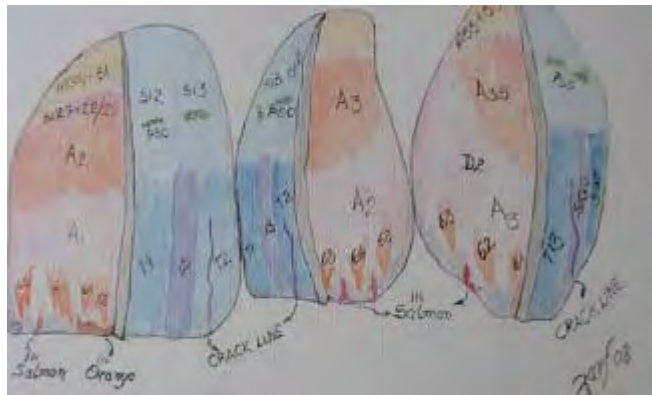
Una vez que se ha elegido el valor, el croma y el hue, tenemos que fijarnos en el grado de translucidez, la ubicación y la extensión. Se debe analizar el espesor del esmalte y sus características, ya que este da la translucidez al diente.

En el proceso de toma de color, intervienen cuatro personas; las tres primeras son el profesional, el paciente y el técnico. El cuarto personaje viene siendo el familiar más cercano al paciente, ya que la opinión de estos influye de manera significativa en la aceptación del paciente. Cuando ya se halla elegido el color, esta información debe ser transmitida al laboratorio con todo detalle, es decir, no limitarse a una descripción verbal sino que

podemos realizar un mapeo y una fotografía. En los casos difíciles se le puede pedir al técnico que venga al consultorio.<sup>20</sup>

#### 4. COMUNICACIÓN CON EL LABORATORIO DENTAL

Nuestro técnico dental debe estar capacitado para poder reproducir las peticiones del profesional. Para lograr una adecuada reproducción de la restauración, el técnico dental puede asistir a la consulta de nuestro paciente para que el mismo vea las características del paciente, pero si esto no es posible entonces podemos auxiliarlo con un mapeo, lo cual consiste en dibujar y representar las características del diente como lo pueden ser sus diferentes coloraciones, así como su textura, ubicación de mamelones (si es que los hay), manchas blancas, halos, zonas de translucidez, etc. El mapeo se debe realizar en el área cervical, tercio medio y área incisal.



Para una mayor precisión podemos mandar la fotografía inicial de la dentición acompañada de la escala de color básico incluida en la foto, además de la fotografía con la escala del color cervical y la fotografía del borde incisal con un fondo coloreado para observar el grado de translucidez del diente.<sup>10</sup>

## 5. COLORIMETROS

Hoy en día existen varias guías de color pero las que más se utilizan son:

- Vitapan Classical, antes Vita Lumin Vacuum, en donde el hue está clasificado por las letras A (amarillo-amarronado), B (amarillo), C (gris), D (rosa grisáceo). El valor se indican con números, 1 para indicar un mayor valor y 4 para un menor valor, no hay una definición clara de la dimensión croma.<sup>10</sup>



3



3

- Chromascop, de la casa comercial Ivoclar Vivadent. Este está dividido en 5 matices a los cuales se denominan: 100 (blanco), 200 (amarillo), 300 (naranja), 400 (gris) y 500 (marrón). El croma se define por valores numéricos crecientes de 10 (los de menor saturación) a 40 (mayor saturación).



34

- Vita 3D-Master, este es el único colorímetro que representa las tres dimensiones del color, es decir valor, croma y matiz.

El colorímetro 3D-Master está dividido en 5 grupos según el grado claro u oscuro, es decir el valor.

Cada uno de estos grupos (1,2,3,4,5) se subdivide en sus diferentes matices R (colores más rojos), L (colores amarillos) y M (colores intermedios). Cada matiz se subdivide en sus diferentes cromas 1 para cromas pocos intensos, 2 para cromas intermedios y 3 para cromas intensos.<sup>10, 3</sup>



10

## 6. COLORIMETROS DIGITALES

La comunicación del color es muy importante para lograr una armonía estética y un resultado exitoso.

Los colorímetros convencionales que utilizamos en la actualidad nos han provisto de excelente información para reproducir nuestras restauraciones;

pero la tecnología no se queda atrás y es por eso que existen en el mercado colorímetros digitales.

Los colorímetros digitales nos permiten determinar el color con una precisión incrementada. Muchos estudios han confirmado que esta forma de evaluación del color, es más precisa y más consistente que la evaluación del color con la vista humana. Unas de las ventajas de determinar el color basada en esta tecnología es, que no va existir influencia ambiental, ni de iluminación y los resultados son reproducibles.

### 6.1. Sistemas tecnológicos del color

La determinación del color para restauraciones directas e indirectas siempre ha sido un reto. Por años los expertos en la ciencia del color como: Bergen, Preston, Miller y Yamamoto, han intentado encontrar maneras de cuantificar el color más objetivamente. Bergen experimento con su espectrofotómetro y sus computadoras en un esfuerzo para estandarizar el análisis de la profesión. Miller utilizó un espectrofotómetro de un solo punto de origen en sus investigaciones sobre la correlación entre los colores de los dientes naturales con la de los dientes de las guías de colores. Preston identificó la calidad y la cantidad de la luz requerida para determinar el color adecuadamente, así como las inconsistencias en la fabricación de los colorímetros. Yamamoto fue esencial en el desarrollo del sistema del concepto de color natural.<sup>5</sup>

A finales de los 90 surgió la empresa Cortex Machina, esta compañía se dedica a las tecnologías artificiales de visión. Denis Robert, un técnico dental, explicó a esta empresa el problema que se tenía para seleccionar el color así como el valor dental, además de los problemas de comunicación entre el clínico y el técnico. Más tarde la compañía desarrolló la tecnología para el análisis del color sobre toda la superficie del diente. Este utilizaba la tecnología RGB que infería las propiedades del color. Los primeros sistemas

de medición de análisis que mapeaban la superficie del diente fueron los sistemas espectro-color (espectrofotómetro), por ejemplo el MHT Optic Research en el 2001 y el sistema Shade Vision en el 2002.<sup>5</sup>

Los sistemas digitales buscan imitar el sistema visual humano pero la ventaja que tienen es que estos eliminan todos los factores externos que pudieran intervenir en la selección del color, esto permitirá reproducir de manera precisa las restauraciones.

Para estos colorímetros digitales, existen dos sistemas de medición. Los dispositivos puntuales (SM), miden una pequeña área del diente, estos tienen una apertura del dispositivo óptico de 3mm, se deberían realizar varias mediciones para tener un mapeo completo. Ejemplos de sistemas SM son el sistema Shofu ShadeEye-NCC y el sistema Easyshade de VITA. El Easyshade es un espectrofotómetro modificado, ya que los espectrofotómetros convencionales trabajan bajo un sistema llamado óptica esférica en el cual el objeto se coloca dentro del espectrofotómetro y se expone a la luz desde diferentes ángulos y direcciones. Los espectrofotómetros para uso dental se modificaron ya que el diente no puede ser colocado dentro de estos aparatos. El Easyshade es un instrumento que mide los componentes de reflexión espectrales de un color cuyas mediciones son convertidos a un valor numérico internacionalmente reconocido.<sup>2</sup>

Los dispositivos de medición del diente completo (CTM) miden el diente completo y brindan un mapa de color topográfico del diente en una sola imagen, Esto le da al técnico mayor información y facilidad para reproducir las



restauraciones adecuadamente ya que tiene suficiente información sobre la estructura del diente.

35

Estos dispositivos ofrecen datos más confiables que los dispositivos SM. Con estos sistemas o colorímetros basados en la tecnología la comunicación con el laboratorio dental mejora bastante, pero además de mandar la información que nos proporcione, nuestro colorímetro digital, también es importante mandar las fotos orales de nuestro paciente.

## 7. CARACTERÍSTICA DE LOS DIENTES NATURALES

El color del diente muchas veces está determinado por las combinaciones de las propiedades del esmalte y la dentina, es decir de cómo la luz se refleja, dispersa, absorbe o transmite, además de que este puede estar alterado por caries, esclerosis, pigmentaciones, etc. Así como también es de suma importancia la textura y forma del diente.

Según Montagna y Barbesi podríamos decir que un 76%-86% de los dientes pueden ser reproducidos con tintes amarillo-marrón, el 14% con tintes amarillos, mientras que es menos frecuente la utilización de los colorantes gris y gris-rosado.<sup>19</sup>

Para obtener el matiz básico del diente, nos podemos basar en el tercio medio, ya que en esta zona es donde existe un mayor equilibrio de dentina y esmalte en cuanto su espesor y hay una mayor reflexión de luz ya que el área se presenta casi plana.

Podemos dividir a los dientes en tercio medio, gingival y cervical. En el tercio medio la disposición de los prismas del esmalte dejan pasar la luz con una mínima interferencia. El tercio gingival presenta una mayor acentuación de tono, así como una mayor opacidad, debido que en esta zona el esmalte esta disminuido y la dentina es más abundante por lo que hay una menor

transmisión de luz y el croma se encuentra aumentado. El borde incisal presenta un tono gris-azulado ya que este está libre de dentina y refleja las ondas cortas de luz, lo mismo sucede en las zonas interproximales.<sup>12</sup>

El diente está conformado por pulpa, dentina y esmalte. La pulpa dental tiene una pequeña manifestación en el color del diente. Esta ocupa un mayor espacio en dientes jóvenes y conforme aumenta la edad esta se va disminuyendo.

### 7.1. Características del esmalte

El esmalte dental es muy mineralizado y presenta una alta dureza. Tiene un 5% de materia orgánica y 95% de materia inorgánica por lo que es muy translúcido. El esmalte permite el paso de la luz en un 70%. La translucidez va depender del grado de calcificación del diente, ya que al atravesar la luz esta se encuentra con cristales de hidroxiapatita. En dientes jóvenes hay un mayor espesor de esmalte y una menor calcificación. El esmalte se presenta opaco y lechoso. La superficie es irregular, la translucidez es más baja que un diente adulto, debido a su menor calcificación. Presenta un color claro con alto valor.<sup>2</sup>

En las personas mayores el esmalte disminuye su espesor, aumenta la calcificación por lo tanto vamos a tener un esmalte más mineralizado pero más delgado por lo cual se va a presentar una mayor translucidez y mayores efectos de opalescencia en donde la luz reflejada va presentar coloración azul y la transmitida coloración naranja. La superficie va estar pulida y va presentar una mayor reflexión de luz.

El esmalte va aportar brillo si la luz se refleja en su superficie y translucidez si esta penetra y difunde en su interior.



## 7.2. Características de la dentina

La dentina tiene un gran peso para el color del diente. Esta es opaca por su 30% de materia orgánica, 70% es materia inorgánica. En una persona mayor la calcificación aumenta debido al acumulo de dentina secundaria mineralizada en los túbulos dentinarios por lo que su opacidad disminuye y se vuelve más translúcido, su croma aumenta. Una de las propiedades que posee la dentina es la fluorescencia, es decir la dentina emite alta luminosidad, cuando esta es expuesta a rayos UV los cuales excitan la fotosensibilidad de la dentina. La dentina contiene mayor cantidad de pigmentación orgánica fotosensible a los rayos UV. Esta se manifiesta con una banda de emisión de espectro que va desde blanco intenso hasta el azul claro (400-500nm). La dentina permite un 30% el paso de la luz. Cuando hay aumento de la mineralización de la dentina esta disminuye su fluorescencia ya que esta depende en gran parte del 30% de la materia orgánica.<sup>2</sup>

## 7.3. Dientes viejos

Dentro de las características que podríamos mencionar en forma general es que los dientes de personas mayores son más lisos, más oscuros (valor bajo), tienen un croma elevado, más pequeños, presentan mayor desgaste, están más caracterizados, los incisivos inferiores suelen presentar bordes anchos y planos. Además de que ya se menciona que presentan mayor translucidez y menor fluorescencia.<sup>1</sup>

#### 7.4. Dientes jóvenes

Los dientes jóvenes presentan mayor textura, no son tan translúcidos, son más claros es decir tiene un valor alto, su croma es menor, presentan mamelones, su esmalte es opaco o lechoso, poseen menor contenido mineral.

#### 7.5. Dientes femeninos

Los dientes femeninos suelen ser más redondeados en sus ángulos, los bordes incisales son más translúcidos, troneras incisales amplias y centrales dominantes.



37

#### 7.6. Dientes masculinos

Los ángulos son más rectos, las troneras incisales son pequeñas y centrales y laterales son dominantes. En los hombres mayores el croma es mayor y el color del cuerpo suele extenderse hasta los bordes incisales. La caracterización suele ser más acentuada, incluyendo líneas de agrietamiento más oscuras.<sup>1</sup>



36

## 8. EL COLOR EN LAS RESINAS

Realizar una restauración con alto nivel estético, es resultado de un extenso conocimiento y de la habilidad de cada profesional de manejar los diferentes materiales restauradores estéticos.

Cuando vamos a restaurar un diente, debemos conocer el espesor del diente, su anatomía, morfología, textura, las características de su color, pigmentaciones, opacidad, etc. Para realizar un buen trabajo debemos seleccionar resinas con características ópticas semejantes a la de los dientes.

La gran mayoría de las resinas que existen en el mercado , utilizan la escala de color Vitapan Classical, antes Vita Lumin Vacuum, donde, como ya se ha mencionado anteriormente la letra A corresponde al amarillo-amarronado, B al amarillo, C al gris y D al rosa grisáceo. Estos matices están indicados en los tubos de resinas.



## 8.1. Clasificación de las resinas compuestas

Por lo general podemos clasificar a las resinas compuestas por el tamaño de sus partículas.

Las resinas de micropartículas contienen partículas de sílice pirogénico de 0.04 micrómetros de diámetro, 50% de carga, las cuales pueden estar dispersas o aglomeradas en la matriz polimérica. Estas son extremadamente pulidas, vítreas y estéticas pero no son muy resistentes. Estas micropartículas otorgan la propiedad de translucidez, ya que los haces de luz pueden pasar a través del cuerpo de la resina entre las partículas de carga. Ejemplos de estas resinas son: Renamel Microfill (Cosmodent), Heliomolar (Ivoclar Vivadent), Durafill VS (Heraeus Kulzer), Heliophil (Vigodent), Amelogen Microfill (Ultradent) y A110 (3M). Pero estas también se pueden comportar como cuerpos opacos si se les incorpora pigmentos blancos como el dióxido de titanio, el cual no va permitir el paso de luz. Ejemplo de estas resinas son los opacos del Silux Plus (3M).<sup>12, 4, 2</sup>

Las resinas híbridas combinan partículas de vidrio con sílice pirogénico para su manipulación. Tienen un 70 al 90% de carga. Se requiere un poco más de trabajo para su pulido. Estas se pueden comportar como cuerpos parcialmente translúcidos cuando sus partículas son regulares, ejemplo de estas son: Tetric-Ceram e Inten-S (Ivoclar Vivadent), Herculite XRV Enamel (Kerr), Carisma (Heraeus Kulzer), Z-100 y Z-250 (3M), Amelogen Universal (Ultradent). Otras resinas híbridas pueden ser opacas relativamente por la disposición irregular de sus partículas y su tamaño medio, ligeramente un poco más grandes que las híbridas translúcidas, ejemplo de estas son: Herculite XRV Dentin (Kerr), Tetric Ceram e InTen-S Dentina (Ivoclar Vivadent), Charisma Opaque (H. Kulzer), Z-100 y Z-250 UD (3M).<sup>12, 4</sup> El tamaño promedio de las partículas de las resinas híbridas van de 0.4 y 3 micrómetros de diámetro. A estas resinas híbridas se les puede llamar

también como resinas microhíbridas (1 micrómetro de diámetro) o de uso universal.

La nanotecnología ha logrado reducir aún más la partícula de 1 micrómetro a dimensiones nanométricas. El primer material con nanotecnología lo presentó la empresa 3M con el nombre de Filtek Supreme, hoy Filtek Suprime Plus, la cual tiene una combinación de partículas de zirconio, sílice silanizada y partículas aglomeradas de zirconia. Las partículas de zirconio miden 40nm y el tamaño de las aglomeradas oscila entre 0.5 a 2 micrómetros de diámetro. También se les podría llamar nanohíbridas, lo cual significaría nanopartículas dentro de un material microhíbrido.

Resina compuesta	Partícula	Tamaño de Partícula	Marca
Micropartículas	Sílice pirogénico	0.04 $\mu\text{m}$	Durafil VS, Renamel Microfill.
Híbridas: - Convensionales - Microhíbridas	Vidrio Vidrio	5 $\mu\text{m}$ 1 $\mu\text{m}$ o menos	Esthet-X, Vit-I-escence, 4-Seasons, Point-4.
Nanopartículas	Sílice pirogénico y Zirconia silanizada	20-60 nm	Filtek Supreme XT

Clasificación de las resinas compuestas según el tamaño de sus partículas de relleno.<sup>2</sup>

## 8.2. La fluorescencia, un fenómeno importante para lograr el objetivo

No debemos olvidar que constantemente los seres humanos estamos expuestos a diferentes fuentes de luz, las cuales presentan diferentes distribuciones espectrales, por lo cual una restauración se puede apreciar de un color bajo un tipo de luminosidad, pero al ser apreciadas en diferentes fuentes, este color puede variar (metamerismo).

En la vida diaria este fenómeno se puede dar por los rayos UV de la luz solar. Como ya se ha mencionado la luz solar penetra en el esmalte y al

alcanzar la dentina se excita la fotosensibilidad de la dentina. La dentina tiene mayor fluorescencia que el esmalte ya que esta contiene los pigmentos orgánicos fotosensibles a los rayos UV. Los rayos UV tienen longitudes de onda entre 350-400nm al igual que algunos flashes de fotografía, lámparas de luz negra y lámparas de UV, por lo que la percepción de la fluorescencia está altamente influenciada por estas luces. Estas longitudes de onda de 350-400nm, invisibles para el ojo humano, al ser absorbidos por la dentina las convierte en longitudes de onda visibles y el diente se convertiría, por decirlo así, en una fuente de luz, como un foco, lo cual se denomina fluorescencia dental.

Por lo tanto, para reproducir este fenómeno en una restauración debemos contar con pigmentos fotosensibles al espectro UV para que la luz se emita. Pero esta propiedad no solo se debe encontrar en la capa externa sino que debe emanar desde el interior.

En la actualidad existen una gran variedad de resinas compuestas (híbridas, microhíbridas, micropartículas) que presentan cuerpos opacos, dentinas y esmaltes, cada una con grado de translucidez diferente pero no todas presentan la propiedad de fluorescencia. En el 2004 se evaluaron una serie de resinas comerciales las cuales se clasificaron según el grado de fluorescencia ya sea en esmalte o dentina.

Cuando en los materiales restauradores no existe esta propiedad de fluorescencia o es muy baja y se está expuesto a luz UV o negra, es muy fácil darse cuenta que la persona tiene alguna restauración en boca.

Podemos restaurar ya sea con una resina de dentina que tenga fluorescencia, pero no debemos colocar una resina de esmalte sin esta propiedad ya que la fluorescencia no se apreciara o bien, si colocamos una resina de dentina sin fluorescencia pero encima se coloca una resina de esmalte fluorescente esta propiedad si se aprecia. Cuando se combinan resinas de esmalte y dentina y ambas cuentan con propiedades de fluorescencia, la fluorescencia va estar dada por la resina de dentina esto

porque la resina de esmalte presenta mayor translucidez. La resina de esmalte sólo actúa como modificador de la fluorescencia de la resina de dentina.<sup>4</sup>

MARCA COMERCIAL	DENTINA	ESMALTE
Glacier (SDI)	Baja	Baja
Esthet X (Densply)	Media	Alta
Vitalescence (Ultradent)	Alta	Alta
Miris (Coltene)	Alta	Alta
Synergy (coltene)	Media	*
Filtek Supreme (3M)	Baja	Baja
Tetric Supreme (ivoclar)	Media	Media
Concept (Vigodent)	Alta	Alta
Amelogen (Ultradent)	Alta	Alta
Filtek A110 (3M)	Baja	Baja
Charisma (Kulzer)	Baja	*
TPH spectrum (Densply)	Media	*
In Ten-S (Ivoclar)	Alta	*

\* No testadas. DETERMINACIÓN DEL GRADO DE FLUORESCENCIA DE LAS RESINAS COMPUESTAS SEGÚN SU VALOR DE COLOR.<sup>4</sup>

### 8.3. Estratificación con las resinas compuestas

Para poder reproducir una restauración de aspecto natural con resinas, debemos tener en cuenta cuatro factores básicos:

- a) La neutralización de tinciones, metales, defectos del desarrollo o intervenciones odontológicas antiguas.
- b) Transiciones multicromáticas de color a nivel cervical, cuerpo medio e incisal.
- c) Identificar áreas individuales con diferencias cromáticas.
- d) Caracterización con tintes: translucidez incisal, grietas, bandas y otras alteraciones.<sup>21</sup>

Además de esto debemos utilizar materiales con diferentes opacidades, equivalentes al esmalte y a la dentina. También necesitamos materiales translúcidos ya que los dientes tienen zonas translúcidas. Algunos dientes presentan halos en sus bordes o manchas blancas, estas se pueden reproducir con materiales blancos opacos. Los mamelones, por ejemplo, muchas veces se reproducen con materiales opacos y que tengan una alta cromaticidad, para realizar las caracterizaciones, también existen pigmentos, los cuales son resinas fluidas que contienen pigmentos vegetales. Con ellos podemos opacar superficies, esconder las líneas de unión entre resina y diente, opacar dentina oscurecida, esconder la base restauradora, homogenizar superficie a restaurar, reducir translucidez indeseada, aumentar el croma o disminuir el valor de la resina o el diente, crear ilusiones de translucidez incisal (azulada, grisácea, naranja y violeta), neutralizar pigmentaciones en dientes. Se debe tener en cuenta que un exceso de estos recursos provocará una restauración de aspecto artificial.<sup>12</sup>

Hoy en día existen varios sistemas de resinas los cuales cuentan con distintas tonalidades de dentina opaca, esmalte del cuerpo y colores incisales translúcidos y perlados los cuales nos van a servir para reproducir el borde incisal o como moduladores del color final del esmalte.

También existen resinas que pueden reproducir el efecto de opalescencia, manchas y pigmentaciones. La estratificación de estas diferentes resinas, policromáticas, nos permiten elaborar restauraciones con profundidad y naturalidad.

Primero que nada debemos tomar el color a nuestro paciente, esto puede ser con un colorímetro convencional, un colorímetro digital o espectrofotómetro, con escalas personalizadas (realizadas con la resina que utilizamos en la clínica) o bien fotopolimerizando un fragmento pequeño de resina sobre el diente sin grabar ni acondicionar a este; ya que muchas veces las resinas de micropartículas se tornan más claras después de la polimerización y las resinas híbridas suelen oscurecerse después de la polimerización.<sup>12</sup>



Debemos observar el tamaño, localización, y formato del área translúcida, así como la presencia del halo blanquecino opalescente en el borde incisal, presencia o no de mamelones. Todo esto debe ser antes de aislar el diente, ya que el aislamiento puede causar una deshidratación en el diente y se modifica el color y la translucidez. Después de haber obtenido el color, con la tarjeta gris detrás del diente, podemos tomar impresiones a nuestro paciente para realizar un encerado diagnóstico y poder obtener una matriz guía o matriz lingual.



11

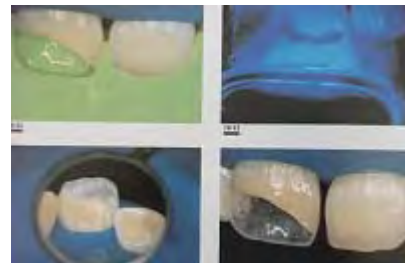


11

Ya en la clínica una vez aislado y que se haya realizado el acondicionamiento ácido y los demás procedimientos adhesivos, primero que nada debemos colocar resina de esmalte sobre el bisel palatino y posteriormente colocar nuestra matriz lingual y distribuimos el material sobre la matriz hasta formar una capa delgada, la cual debe abarcar toda la cara lingual 2mm antes del contorno del borde incisal.



11



11

Esta porción de resina se tiene que fotocurar y se retira la matriz. Después de fotocurar esta primera capa de resina de esmalte palatina se comienza a colocar el cuerpo con resina de dentina, la cual se tiene que colocar capa por capa de unos 2mm, las cuales se pueden fotocurar por 10 segundos con

lámparas que tengan potencia de  $400\text{mW}/\text{cm}^2$ . El cuerpo del diente debe ser confeccionado con más resina de dentina pero es aconsejable utilizarlas con diferentes grados de saturación. Se continúa colocando la resina en el borde incisal (los 2mm libres antes citados) la cual puede ser T1 transparente del Point 4 (Kerr) presenta un aspecto translúcido levemente blanco, Incisal Medio (Herculite XRV) que tiene un aspecto translucido blanco más suave, el GT (3M) transparencia gris (pacientes adultos), Incisal Light (Herculite XRV) transparente azulado (pacientes jóvenes), y T2 (point 4/ Kerr) o YT (3M) es un transparente con pigmentos saturados.



11

Esta resina incisal se debe colocar como una cinta de resina de 1mm de diámetro y el otro 1mm restante es donde reproduciremos la línea blanca en el borde incisal, el cual en la dentición natural está dado por la proximidad de los prismas del esmalte de la cara vestibular con los de la cara palatina, los cuales tienen diferentes direcciones.<sup>4</sup> Esta línea se puede realizar con resinas blancas como B1 o con pigmentos blancos como los que maneja la casa Kerr. Se coloca la ultima capa que vendría

siendo una resina de esmalte y nos podemos ayudar con una cinta tipo Mylar. Esta capa <sup>11</sup> debe ser aplicada en una sola intensidad y



debe ser delgada, ya que si es gruesa se provocará un efecto grisáceo con luminosidad disminuida. Una vez terminados todos estos pasos se fotopolimeriza por vestibular y lingual. Se prosigue a pulir la restauración.

### 8.3.1. Pigmentos

Si es necesario caracterizar se pueden utilizar kits como el Kolor plus de Kerr y el Creative Color de Cosmodent. Por ejemplo el ocre, rojo y rosa pueden ser aplicados en cervical; el violeta o lavander en tercio medio; gris y azul en tercios incisales y colorantes opacos en áreas de mamelones. Las pigmentaciones pueden ser realizadas de forma extrínseca o intrínseca; estos últimos se tienen que colocar sobre la penúltima capa de resina, la cual se va a recubrir con una capa fina de resina translúcida. Estos pigmentos se pueden colocar con pinceles finos. Los pigmentos extrínsecos no se mantienen en las superficies lisas y planas por lo que estos se colocan en surcos o depresiones.

Cuando se utilizan pigmentos la capa de resina se debe fotocurar un poco más, ya que las partículas pigmentadas u opacadores dificulta la absorción de la luz fotoactivadora.<sup>4, 12, 2</sup>

## 9. CERÓMEROS O POLIVIDRIOS

Estos son un material híbrido compuesto que contienen partículas de cerámicas finas tridimensionales, homogéneas y de un tamaño submicroscópico las cuales están mezcladas con una matriz orgánica mejorada la cual se polimeriza con luz y calor. Su fase orgánica contiene moléculas polifuncionales las cuales crean una estructura polimérica más compleja y resistente. Estos materiales absorben un 57% del impacto de la masticación y no abrasionan al diente antagonista.

Los cerómeros o polividrios como sistemas resinosos y materiales para trabajar sobre modelos, comercialmente, se presentan en jeringas dispensadoras donde se indica el color del cerómeros, muy parecido a la presentación de resinas en jeringas. Al igual que las resinas las

caracterizaciones de las restauraciones elaboradas con este material, se pueden realizar con pigmentos.<sup>22</sup>

## 10. CARACTERIZACIÓN EN PORCELANA

Las porcelanas son materiales sintéticos formados por una matriz vítrea con minerales cristalizados. La matriz vítrea va ser la que le de la transparencia a la porcelana, la parte estética, y los minerales serán los que la hagan resistente. Químicamente podemos clasificar a las porcelanas como feldespáticas, aluminosas y circoniosas.<sup>23</sup>

### 10.1. Cerámicas feldespáticas

Sus elementos básicos son el feldespato, cuarzo y caolín. El feldespato cuando se convierte en vidrio le proporciona a la porcelana su translucidez, el cuarzo le constituye la fase cristalina y el caolín le da plasticidad, es el que facilita el manejo de la porcelana cuando todavía no está cocida. Se le agregan fundentes para disminuir la temperatura necesaria para su sinterización. A esta porcelana se le agregan pigmentos para obtener las diferentes tonalidades. Estas porcelanas son frágiles por lo que se recomienda utilizarlas sobre una estructura. Los avances tecnológicos y la demanda de una mejor estética han provocado una mejora en estas porcelanas creando las porcelanas feldespáticas de alta resistencia. Esta tiene la misma composición que la antes mencionada la diferencia es que a esta se le agrega leucita, la cual se encuentra en una forma uniforme en la matriz vítrea y se contrae al sufrir enfriamiento y así se generan tensiones residuales lo que evita que se formen grietas. Aumentan su resistencia a 100-300 Mpa.<sup>24</sup>

## 10.2. Cerámicas aluminosas

En 1965 se incorporó una gran cantidad de óxido de aluminio a las cerámicas feldespáticas y se redujo la porción de cuarzo teniéndose como resultado una microestructura mixta en la que la alúmina permanecía en suspensión en la matriz por su alto punto de fusión. Esto mejoró las propiedades mecánicas de la cerámica por lo que se podían realizar coronas totalmente cerámicas pero la gran cantidad de óxido de aluminio redujo su translucidez por lo que actualmente estas porcelanas solo se reservan para núcleos y se recubren con porcelanas de menor cantidad de alúmina para alcanzar una buena estética.

Más adelante a estas cerámicas se les incorporó Magnesio (28%) que junto con el óxido de aluminio (72%) se forma el compuesto llamado espinela ( $MgAl_2O_4$ ) lo cual le confiere mayor translucidez pero presenta una menor resistencia que la alúmina por lo cual se les infiltra vidrio tras su sinterización para aumentar la resistencia, estas estructuras están indicadas para los núcleos de coronas de dientes anteriores.<sup>24</sup>

Un ejemplo de estas porcelanas son las In-Ceram Zirconia (Vita): Estas restauraciones se caracterizan por una elevada resistencia, ya que sus estructuras están confeccionadas con un material compuesto de alúmina (67%) reforzada con circonia (33%) e infiltrado posteriormente con vidrio.

## 10.3. Cerámicas circoniosas

La resistencia se eleva ya que están compuestas de un 67% de alúmina y 33% de circonia y posteriormente se infiltran con vidrio. Para este sistema se emplea alúmina con una densidad mayor a 99.5 % y los bloques de circonia son elaborados bajo un prensado isostático en frío y se sintetiza a 1550° C.

Se podría decir que son las cerámicas de última generación, su estructura es altamente cristalina y posee una alta tenacidad. Las cerámicas de circonia

tienen una resistencia a la flexión entre 1000 y 1500 MPa por lo que es considerada “el acero cerámico”. Debido a que estas cerámicas no contienen fase vítrea son muy opacas por lo que se utilizan sólo como núcleos y se recubren con porcelanas convencionales para lograr una buena estética.<sup>24</sup>

#### 10.4. El color en las porcelanas

Existen varias presentaciones comerciales de las porcelanas dentales, dentro de las cuales encontramos el polvo líquido que son para modelar; las inyectadas, coladas y las que se presentan en bloques, que son talladas por una máquina asistida con computadora.<sup>22</sup>

La mayoría de las porcelanas para estratificación se proveen en forma de polvo, el cual se obtiene industrialmente calentando los componentes que conforman la porcelana. Cuando la masa fundida se enfría se obtiene la “frita”, la cual se va a moler con los pigmentos y opacificadores correspondientes. Es así como se obtiene el polvo de la porcelana dental.

Algunos de estos polvos contienen gran cantidad de cristales de alúmina para poder realizar las cofias o núcleos y los que no cuentan con cristales o la cantidad está disminuida se utilizan para recubrir estos núcleos y obtener las propiedades ópticas correspondientes; además de que si contienen opacificadores nos van hacer útiles como cuerpos dentinarios y los que no contengan o estén disminuidos, nos servirán como esmaltes.<sup>25</sup>



39

Cada uno de estos polvos es provisto con distintos pigmentos e identificados con algún código que corresponde a una guía de colores. Los pigmentos que se agregan a la mezcla de porcelana se añaden en pequeñas cantidades para obtener las tonalidades de color que nos van hacer útiles para imitar a los dientes naturales. Los pigmentos metálicos utilizados son el óxido de titanio que nos van a proporcionar las tonalidades marrón-amarillentos, el óxido de uranio que nos dará un color amarillo-naranja, el manganeso para color grisáceo y el óxido de hierro para el marrón, el cobalto nos dará azul, óxido de cobre para el verde, óxido de níquel para el marrón y óxido de cromo para el verde. La fluorescencia antes se daba a través del óxido de uranio, pero debido a la radiación ha sido substituido por tierras lantánidas para conseguir el mismo efecto. El óxido de estaño se utiliza para aumentar la opacidad.

Para confeccionar las restauraciones, el polvo se mezcla con agua destilada y así obtenemos una pasta que podremos modelar. También se pueden mezclar con líquidos orgánicos especiales que van a facilitar la manipulación. Estos líquidos no generan ningún tipo de reacción, solo se utilizan para poder manipular la porcelana. Estos se van a evaporar al momento de la cocción, lo que nos generará una pequeña contracción, la cual se va compensar realizando la cocción por etapas.

Para lograr realizar una restauración semejante a lo natural se deben utilizar técnicas de estratificación de dentinas y esmaltes con grosores adecuados. Actualmente los hornos de porcelana, cuentan con un sistema de vacío lo cual nos proporciona una porcelana más compacta con mejores propiedades ópticas y mecánicas.

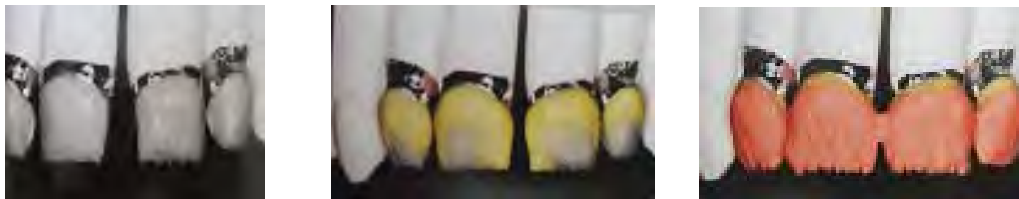
40



Una técnica de estratificación estándar sería colocar de primera instancia el opacador, seguido de una dentina y por último los esmaltes y transparencias, pero el clínico o el técnico dental puede jugar con estas capas y realizar combinaciones de las diferentes masas.

Para la selección de dentinas, tenemos que tener en cuenta que el espesor del material influencia en la dimensión del color. Si el espesor a reproducir es delgado pero es opaco, entonces se pueden utilizar dentinas opacas con cromas fuertes. Para lograr un borde incisal menos saturado que el cuello, se pueden ir colocando capas superpuestas progresivamente de dentinas menos saturadas. Una restauración con matiz amarillo va intensificar su croma si le agregamos pigmento amarillo, pero si el matiz es rojo y se le agrega este pigmento se obtendrá una restauración de aspecto anaranjado.

Si se quisiera disminuir el valor de una restauración con matiz naranja, pero sin alterar su matiz, le podríamos agregar un pigmento azul y para un matiz amarillo se le agregaría pigmento morado.



32

Se podría decir que el esmalte es la luz, por lo tanto cuanto más extenso sea este, creara una sensación de profundidad. Los esmaltes siempre se deberán utilizar con dentinas opacas, pero si la dentina es translúcida, tal vez se pudiera omitir el uso de esmalte. Una buena luminosidad, es decir un valor elevado, se puede obtener si se utilizan dentinas poco saturadas, dentinas opacas (color opaco, refleja luz blanca) y superficies vestibulares brillantes y lisas y también dentinas con fluorescencias. Si se utiliza en mayor



cantidad esmaltes y transparencias el valor disminuye, ya que estas son masas grises y translúcidas.

El valor de una restauración ya no se puede aumentar por lo que se aconseja siempre comenzar con un valor elevado y así disminuirlo si es necesario. Un diente con un valor elevado se verá más grande.

Si queremos reproducir una capa de esmalte con masas de dentina, se le pueden agregar a estas pigmentos como azul, morado, grises para caracterizaciones incisales.



32

Podríamos tener en cuenta que un espesor elevado de esmalte nos va a disminuir el croma pero también el valor (profundidad y transparencia) ya que aumenta la transmisión de luz, esmaltes coloreados (gris, morado, azul) se traducen en una mezcla sustractiva del color y modifica el matiz. Un esmalte azul sobre un diente amarillo, crea un diente verde. Para aumentar la saturación de un color dominante se tienen que colorear el borde incisal con su color complementario respectivamente. Por ejemplo: para aumentar el croma del color naranja se pintará el borde con azul, para aumentar el amarillo utilizamos un violeta y para incrementar un rojo pintaremos el borde de verde.

La translucidez de los bordes incisales, se obtiene por masas de esmalte, cuando este es escaso, se puede obtener por pigmentos gris, azul y morados. Los bordes incisales deben ser siempre contrastados con mamelones de dentina pigmentada y márgenes incisales blancos.

32



## 11. CONCLUSIONES

La comprensión de la teoría del color, tanto su sistema aditivo como sustractivo, es de suma importancia en odontología, ya que al comprender estos podremos realizar restauraciones con un alto grado de naturalidad.

La percepción del color puede variar de persona a persona así como de género a género, los hombres suelen presentar más ceguera a uno de los colores del sistema aditivo del color y reproducen los colores sustractivos con la percepción de dos longitudes de onda del sistema aditivo (ondas que corresponden a los colores rojo, verde y azul).

El color tiene tres dimensiones (matiz, croma, valor) de las cuales se podría decir que el valor es la más importante seguida del croma. Eligiendo adecuadamente estas dos dimensiones, la elección del matiz es más sencilla. La comprensión de estas dimensiones son de suma importancia para lograr una restauración altamente estética además de que debemos jugar con las propiedades ópticas, opalescencia y fluorescencia, que nos ofrecen los materiales restauradores hoy en día.

La toma de color en odontología se puede ver influenciada por la iluminación del consultorio, además de los diferentes elementos que pueden afectar el color siendo uno de los más importantes la fatiga visual. Los colorímetros con los que se cuentan en la actualidad nos facilitan la toma de color, siendo el 3D-Master, uno de los colorímetros más completos ya que representan las tres dimensiones del color. La tecnología ha ido avanzando y ya contamos con colorímetros digitales que hacen más fácil la reproducción del color en el laboratorio dental.

Una buena comunicación con nuestro laboratorista nos llevará a un éxito en nuestra restauración. Para lograr esto, podemos facilitarle al técnico un mapeo de las características dentales de nuestro paciente, así como el apoyo de fotografías digitales.

Para lograr estas reproducciones de naturalidad tenemos que ser sumamente observadores ya que cada dentición cuenta con diferentes características, las cuales tenemos que observar detalladamente para indicar al laboratorio la reproducción de estas. Los dientes de los ancianos suelen ser más translúcidos por su alto contenido mineral en los túbulos dentinarios, pero la fluorescencia disminuye por su bajo contenido orgánico en dentina. Las características femeninas y masculinas de los dientes son diferentes y por lo general siguen un estándar.

Para lograr los diferentes tonalidades en las restauraciones de resinas compuestas se emplean los sistemas que cuentan con cuerpo dentina, cuerpo esmalte y translúcidos. Si no se cuenta con ellas podemos reproducir las características y tonalidades de las restauraciones con los diferentes pigmentos que existen hoy en día, como también pueden ser utilizados en los cerómeros como en las porcelanas inyectadas, coladas o restauraciones elaboradas con sistemas asistidos por computadora.

Las porcelanas en polvo se estratifican para lograr los diferentes efectos.

Los pacientes con restauraciones altamente estéticas quedan satisfechos y contentos, lo que como odontólogos nos proveerá de más pacientes.

## 12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kenneth W. A., Dale B. G. ODONTOLOGÍA ESTÉTICA UNA APROXIMACIÓN CLÍNICA A LAS TÉCNICAS Y LOS MATERIALES. 2ª ed. Madrid: Editorial Elsevier Science, 2002.
2. Henostroza, G. Estética en Odontología Restauradora. 1ª. ed. Madrid: Editorial Ripano S.A., 2006.
3. Kina S., Bruguera A. Invisible- restauraciones estéticas cerámicas. 1ª.ed. Sao Paulo: Editorial Artes Médicas, 2008.
4. Miyashita E, Salazar A. ODONTOLOGÍA ESTÉTICA EL ESTADO DEL ARTE. 1ª.ed. Brasil: Editorial Artes Médicas, 2005.
5. Stephen J.C., Devigus A., Mieleszko A. Fundamentals of Color- Shade Matching and Communication in Esthetic Dentistry. 1ª.ed. China: Editorial Quintessence Publishig Co, Inc, 2004.
6. Cantú L. De Nuestros Lectores. Rev. Alta Técnica Dental 2002; 13: 27-30.
7. Pocock G., Richards C. FISIOLOGÍA HUMANA- La base de la medicina. 2ª ed. Barcelona (España): Editorial MASSON, 2005.
8. Scharer P., Rinn L., Kopp F. PRINCIPIOS ESTÉTICOS EN LA ODONTOLOGÍA RESTAURATIVA. 1ª ed. España: Editorial: DOYMA, 1991. Pág. 16
9. Cantú L. Estética dental-forma y color. Rev. Alta Técnica Dental 2000; 6: 4-7.
10. Salazar A. Odontología Estética- El arte de la perfección. 1ª ed. Sao Paulo: Editorial Artes Médicas, 2009.

11. Baratieri L.N., Araujo E.M., Monteiro S. Composite Restoration in Anterior Teeth: fundamentals and possibilities. 1ª ed. Brazil: Editorial Quintessence, 2005.
12. Marques S. ESTÉTICA CON RESINA COMPUESTAS EN DIENTES ANTERIORES- PERCEPCIÓN, ARTE Y NATURALIDAD. 1ª ed. España: Editorial AMOLCA, 2006.
13. Lopes S. ESTÉTICA CON RESINA COMPUESTAS EN DIENTES ANTERIORES- PERCEPCIÓN, ARTE Y NATURALIDAD. 1ª ed. España: Editorial AMOLCA, 2006.
14. Stephen J. C., Alessandro D., Adam M. Fundamentals of Color- Shade Matching and Communication in Esthetic Dentistry. 1ª.ed. China: Editorial Quintessence Publishig Co, Inc., 2004.
15. Jaureguiberry M. COLOR- Sistemas de determinación de colores. [http://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/segumar/Laura/material/Color\\_higiene.pdf](http://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/segumar/Laura/material/Color_higiene.pdf)
16. <http://hnnbiol.blogspot.com/2008/01/daltonismo.html>
17. [http://www.uam.es/personal\\_pdi/medicina/algvilla/fundamentos/nervioso/Daltonismo/ishihara.htm](http://www.uam.es/personal_pdi/medicina/algvilla/fundamentos/nervioso/Daltonismo/ishihara.htm)
18. Pascual A. Chromatic appreciation in the clinic and the laboratory. Rev. Med. Oral Patol Oral Cir Bucal 2006;11:E363-8. <http://scielo.isciii.es/pdf/medicorpa/v11n4/15.pdf>
19. Montagna F., Barbesi M. De la Cera a la Cerámica-conocimientos básicos para una colaboración eficaz entre técnicos dentales y odontólogos. 1ª ed. Colombia: Editorial AMOLCA, 2008.
20. Mallat E., Mallat E. Estética y función: Punto de encuentro de las rehabilitaciones protésicas. Rev. Alta Técnica Dental 2003; 17: 4-30.

21. Ronald J. GRABADO COMPUESTO ESTÉTICO – TÉCNICAS Y MATERIALES. 2º ed. España: Editorial Mosby, 1994.
22. Joubert R. ODONTOLOGÍA ADHESIVA Y ESTÉTICA. 1ª ed. España: editorial Ripano, 2010.
23. Martínez F., Pradés G., Suárez M., Rivera B. Cerámicas dentales: Clasificación y Criterios de Selección. RCOE 2007;12(4):253- 263.  
<http://scielo.isciii.es/pdf/rcoe/v12n4/revision1.pdf>
24. Equipo de Investigación Alta Técnica Dental. Rev. Alta Técnica Dental 2009; 53: 42-48.
25. Macchi R. L. Materiales Dentales. 4º ed. España: editorial Panamericana, 2007.
26. <http://historiadenuestroperuydelmundo.blogspot.com/2010/08/dibujos-de-isaac-newton.html>
27. <http://artysmedia.blogspot.com/2007/03/el-crculo-cromtico.html>
28. [http://www.electroindustria.com/aplicacion.asp?inf\\_id=1822](http://www.electroindustria.com/aplicacion.asp?inf_id=1822)
29. <http://www.abetoyarce.com/diccionario-de-lutheria-dicroismo/>
30. [http://foros.gxzone.com/109860-el\\_color\\_rgb\\_cmyk.html](http://foros.gxzone.com/109860-el_color_rgb_cmyk.html)
31. [http://valeriacamara.blogspot.com/2009\\_11\\_01\\_archive.html](http://valeriacamara.blogspot.com/2009_11_01_archive.html)

32. Terry D., Leinfelder K. Aesthetic y Restorative Dentistry- Material Selection y Technique. 1° ed. México: editorial Everest, 2009.
33. <http://arquitecturainteligente.wordpress.com/2007/06/13/lamparas-irc-indice-de-reproduccion-cromatica/>
34. <http://www.centradent.com/sp/Bilden/shadeguide01.jpg>
35. [http://www.imexdental.com/product.php?id\\_product=129](http://www.imexdental.com/product.php?id_product=129)
36. <http://lacomunidad.elpais.com/sorianoeliseo/tags/verdad>
37. [http://www.pulevasalud.com/ps/contenido.jsp?ID=57097&TIPO\\_CONTENIDO=Noticia&ID\\_CATEGORIA=-1&ACTUALIDAD=SI](http://www.pulevasalud.com/ps/contenido.jsp?ID=57097&TIPO_CONTENIDO=Noticia&ID_CATEGORIA=-1&ACTUALIDAD=SI)
38. [http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/es\\_HN/3M-ESPE-LA/profesionales/productos/productos-por-categoria/restauraciones-directas/filtek-z350-xt/](http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/es_HN/3M-ESPE-LA/profesionales/productos/productos-por-categoria/restauraciones-directas/filtek-z350-xt/)
39. <http://www.innovadent-ml.com/InnovaDent/productos2.html>
40. <http://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-22356696-horno-de-porcelanaceramica-edg-brazil-50-programas-dental- JM>