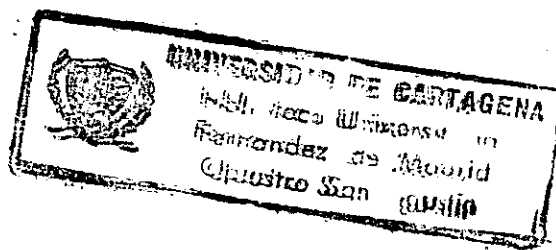


T. I.  
B. S.  
617.69  
L979



LA LUZ Y LOS FUNDAMENTOS DEL COLOR EN ODONTOLOGIA

TRADUCIDO DEL ORIGINAL POR EL PROFESOR RAUL SANTOS CALAO  
MAGISTER DE LA UNIVERSIDAD DE CHICAGO USA

COLABORACION Y SUPERVISION DE LA TERMINOLOGIA ODONTOLOGICA  
POR EL DOCTOR ANTONIO MANJARRES SALCEDO, INSTRUCTOR ASOCIA-  
DO II, FACULTAD DE ODONTOLOGIA, DEPTO. DE REHABILITACION  
ORAL.

S C I B

00026597

Fac. Odontologia

7991

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	3
OBJETIVOS	4
OBJETIVO GENERAL	4
OBJETIVO ESPECIFICO	4
1. LA LUZ Y LOS FUNDAMENTOS DEL COLOR	5
2. DISTRIBUCION DEL ESPECTRO DE ENERGIA	8
2.1 TEMPERATURA DEL COLOR	9
2.2 FUENTES	10
2.3 INDICADOR DEL COLOR OBTENIDO	10
2.4 EL COLOR Y LOS MODIFICADORES DEL COLOR	12
2.5 FACTORES DE INFLUENCIA	12
2.6 METAMERISMO	17
2.7 LOS COLORANTES	18
3. EL RECEPTOR	20
3.1 VISION ANOMALA DE COLORES. CEGUERA HACIA LOS COLORES.	21
4. ORDEN DEL SISTEMA DE COLOR	22
4.1 SISTEMA C.I.E.	22
4.2 SISTEMA DE COLOR MUNSELL	23
5. COLORES PRIMARIOS	25
5.1 CONTRASTES SIMULTANEOS	26
6. LUZ Y COLOR EN ODONTOLOGIA	28
6.1 FUENTES DE LUZ EN OPERATORIA DENTAL Y LABORATORIO	29
6.2 LUZ, MODIFICADOR Y OBSERVADOR	33
6.3 LOS COLORANTES USADOS EN PORCELANA DENTAL	38
6.4 LOS COLORANTES, SUPERFICIES DE TINCION	40
6.5 METAMERISMO (ELIMINACION)	42
7. DESARROLLO DE UN SISTEMA DE ORDEN DE COLOR DENTAL	45
8. UN SISTEMA DE GUIA DE SOMBRA TRIDIMENSIONAL	50
9. METODOS SUGERIDOS PARA LA MEZCLA Y SELECCION DE SOMBRA	54
BIBLIOGRAFIA	

I N T R O D U C C I O N

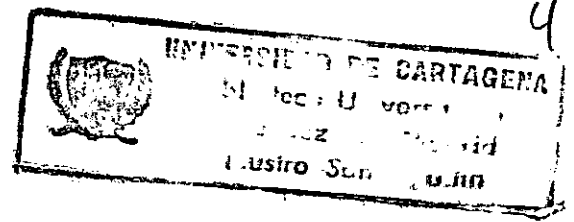
"Y la tierra no tenía forma y estaba vacía; y la oscuridad cubría toda la cara de la profundidad. Y dios dijo: Hágase la luz, y la luz fue hecha".

esta traducción del Inglés al Español se ha realizado por Raúl Santos Calao, profesor de Inglés de la Universidad de Cartagena, con Post - grado de Ciencias Administrativas aplicadas a la docencia y a la libre empresa. De la Chicago State University, U.S.A.

Teniendo en cuenta, que existe actualmente la necesidad en la facultad de Odontología, de hacer especial énfasis en la importancia que el profesional de Odontología debe tener al adquirir la habilidad apropiada de dar el matiz adecuado a la prótesis con relación al color natural de la dentadura del paciente.

Este concepto se traduce del Inglés al Español según los doctores Paul A. Lemire, Director Académico y Bruce Burk, Supervisor del proceso que se desarrolla con la cerámica en la firma americana J.M. Ney, en Hartford, Conn. U.S.A.

Esta traducción se ha hecho con el enfoque didáctico necesario y la supervisión constante del doctor Antonio Manjarrez, quien es el Secretario Académico de la Facultad de Odontología de la Universidad de Cartagena.



## O B J E T I V O S

### OBJETIVO GENERAL:

Todo odontólogo debe asegurar su éxito profesional a través de la adquisición de la destreza de lograr el matiz adecuado de la prótesis con relación al color natural de la dentadura del paciente.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS :

- Todo estudiante de Odontología debe tener un conocimiento adecuado de Física aplicada para lograr el matiz deseado en la prótesis de su paciente.
- Todo estudiante de Odontología debe tener un conocimiento de Química aplicada en el ejercicio de su profesión.
- Todo estudiante de Odontología debe tener en cuenta el control de calidad que debe aplicar en el ejercicio de su carrera profesional.

### 1. LA LUZ Y LOS FUNDAMENTOS DEL COLOR

Hablando científicamente, la luz se describe como una energía visible.

Con respecto al color podemos decir que no es una propiedad física del objeto, sino que más bien, es la capacidad que tiene el objeto de modificar la incidencia de la luz sobre el mismo objeto. Por lo tanto, el color observado está influenciado por las características de la fuente de luz en si misma y el grado al cual el objeto absorbe, trasmite y refleja o filtra esta fuente de luz.

El medio ambiente también juega un papel importante en la apariencia del color. Finalmente, el observador humano, principalmente su sistema visual determina la percepción del color. El color que nosotros vemos es determinado por la radiación de la fuente de luz, cuando es modificada por el objeto y es recibida e interpretada por el sistema visual humano, ver diapositiva No. 1.

La apariencia del color no es más que el resultado de la interacción de la fuente de luz, el modificador y el receptor. La luz es esa parte del espectro radiante de energía, que nosotros podemos ver. Sin la presencia de la energía visible no hay color. La luz puede ser natural o artificial y dentro de cada categoría hay grandes variaciones, tanto cualitativas como cuantitativas. La luz natural proviene del sol, bien sea directa e indirectamente como cuando es reflejada o filtrada. En intensidad esta fuente de luz varía virtualmente desde la luz enceguecedora del medio día hasta la casi ausencia de la luz en la noche. En calidad, el calor de la luz varía, desde el rojo del alba y del crepúsculo hasta el amarillo blancuzco de la luz del medio día, como también hasta el azul brillante de los cielos del norte. La luz natural provee energía en cada longitud de onda a través del espectro visible.

La luz artificial viene de gran variedad de fuentes. La quema de productos derivados del petróleo y todos los aceites naturales han sido grandes proveedores de iluminación por muchos siglos. La encandeciente luz eléctrica se originó en la época de EDINSON, mientras que las luces fluorescentes, de mercurio y de sodio para las lámparas prácticamente de fuentes más recientes. La mayor parte de éstas últimas fuentes contienen el espectro lleno de colores, mientras que otras fuentes solo emiten luz en ciertas longitudes de ondas. Cada tipo de luz tiene su propio distintivo color. Algunos están disponibles en variedad de colores, debido bien sea a la variación de la luz, producida por los elementos, tales como: El mercurio, las sustancias fluorescentes y demás, ó debido a la incorporación de elementos que sirven de filtro en la unidad productora de luz (medios encandecientes).

Toda fuente de luz se mantiene en constante mejoramiento de eficiencia para lograr más luz por unidad de costos, como también sacar más utilidad de las propiedades de los colores que manifiesta.

La diapositiva No. 2, nos muestra una variedad de fuentes de luz, que se emplea en la iluminación de calles y para la iluminación comercial. El estímulo para el desarrollo de nuevas fuentes de iluminación ha sido el deseo para impulsar la mayor eficiencia y para reducir el costo de la tasa y también para proporcionar un ambiente iluminado más placentero.

La luz por sí misma pertenece a los electromagnéticos, radiante y energético. Una de las características de la energía radiante es la longitud de la onda y nosotros usamos este atributo en la especificación de la energía visible, ó luz.

7

En la diapositiva No. 3, podemos observar que la unidad de longitud, para tal medida se denomina "El Manómetro" (nm); un milímetro contiene un millón de nanómetros. Las longitudes de ondas más cortas que la energía visible se denominan: Rayos ultravioletas, Rayos X, Rayos Gamma y Rayos Cósmicos. Un Rayo Cósmico tiene una longitud de onda de 0001 nm. Las longitudes de ondas más largas que las que la energía visible incluye las siguientes: Infrarrojos, micro-ondas, televisión, radio y energía eléctrica. La electricidad, la cual tiene la longitud de ondas más extensa tiene 3.100 millas o 5.000 km. de longitud.

Ver diapositiva No. 4

## 2. DISTRIBUCION DEL ESPECTRO DE ENERGIA

La curva de distribución del espectro de energía (SED) de una fuente específica de luz, puede ser derivada a través del uso de un espectrodiómetro. Este muestra en una forma de gráfica, una curva, la cual está indicando la cantidad relativa de luz emitida en cada longitud de onda, por la fuente de luz. Esta medida se usa para determinar la cantidad del color de una fuente de luz y su habilidad de producir una luz similar a la luz natural del día o a otras fuentes standard. Existen ciertas fuentes de luz, que parecen ser mejores adecuadas para trabajar en el color que otras, a pesar de que nosotros no comprendemos totalmente el porque de esto. Desde hace mucho tiempo la fuente de luz del día es nuestra fuente de luz favorita, la cual es la fuente debajo la cual se desarrollan nuestros sistemas visuales.

Por muchos siglos, los artistas han preferido para sus trabajos la luz del día nortea, y hasta los días presentes planean sus estudios para admitir la luz del día del Norte.

Las diapositivas Nos. 5,6 y 7, muestran las curvas de distribución del espectro de energía, para unas fuentes típicas de luz en el uso diario. La diapositiva No. 5 nos muestra la curva de la luz del día del Norte. esta muestra, una alta energía relativa en la región azul, con sustancialmente menos, en las regiones rojas y amarillas, por lo cual ésta aparece azul. En contraste directo está la curva que representa la luz encandeciente de color rojo amarillento. La diapositiva No. 6 nos muestra la curva con muy poca energía en el rango azul (el término "encandeciente" quiere decir que emite la luz visible como una resultante de ser sometido a fuego).

Las luces fluorescentes se encuentran en diferentes tipos de colores, dependiendo de la clase de fósforo que se usó al manufacturarlas. La diapositiva No. 6 es un clásico ejemplo de como una lámpara fluorescente de color blanco, ilumina diferentes ambientes para hacerlos agradables.

Este color se define como el intermedio entre la luz del día del norte y la luz encandeciente.

La diapositiva No. 7 muestra las curvas de distribución del espectro de energía, para lámparas de mercurio y de sodio a alta presión utilizados como fuentes de luz. Estas lámparas son las que se usan en alumbrados públicos.



Las lámparas fluorescentes utilizan dos medios, para producir luz, bien sea por emisión de fósforos o a través de tubos de mercurio. Las líneas verticales de la diapositivas 5 y 6, respectivamente, son líneas del espectro de mercurio y representa una gran cantidad de energía dentro de una banda de ondas muy angostas. Tales bandas de ondas, pueden ocasionar distorsión en el color, cuando los objetos tienen altas reflexiones en estas mismas posiciones del espectro.

**TEMPERATURA DEL CALOR**

La calidad del color se expresa en términos "Kelvin" (K, es símbolo) en la escala de temperatura. La expresión Kelvin se consigue, al tomar la temperatura standard de la región negra provocada por el fuego en grados celcius e incrementarle 273. Si usted somete una varilla de hierro a fuego intenso, primero se tornará rojo brillante, luego color naranja, más tarde color amarillo y por último un color blanco azulado a medida que la temperatura se va incrementando. Los siguientes son ejemplos de como, el color varía al cambiar la temperatura: 1800' K - rojo: 2800' K - amarillo - rojizo: 5.000' K - blanco y 8.000' K - azul pálido.

Por favor ver la diapositiva No. 8

El filamento tungsteno en las lámparas encandecentes tienen una curva de energía similar a aquellas de la región negra, provocada por el fuego y puede ser categorizada a través de la escala Kelvin, para medir grados de temperatura. Algunas otras fuentes de luz tales como las lámparas fluorescentes no pueden ser fácilmente identificadas; estas fuentes se les conoce comúnmente a través del término "temperatura de color aparente". La temperatura de color de una fuente de luz se expresa usando la escala Kelvin. Sea este absoluto o aparente. A pesar, de que dos fuentes de luces tienen la misma temperatura del color, ellas tienen importantes curvas de diferente distribución del espectro de energía. Las fuentes de luz para comparar colores deberán ser seleccionadas a través de la curva de distribución del espectro de energía y la escala Kelvin de temperatura (diapositivas 8 y 9 respectivamente). Lo anterior hay que tenerlo en cuenta, para obtener lo mejor del color deseado, interpretación y traducción de las fuentes de luz y la escala de temperatura Kelvin.

**FUENTES**

**ESCALA KELVIN**

- a) Sunlight at sunrise = luz del sol al amanecer 1.000 K
- b) Furnace at melting point of gold= horno a punto de derretir el metal oro 1.300 K
- c) Encandecente (tungsten lamp) = lámpara con filamento de tungsteno en estado encandecente 3.000 K  
Warm - White Fluorescent = luz fluorescente de color blanco cálido 3.000 K
- d) Cool White fluorescent = luz fluorescente de color blanco refrescante 4.200 K
- e) Daylight fluorescent = luz fluorescente del color del día 6.500 K  
Overcast SKY = color de cielo nublado 6.500 K
- f) Clear blue SKY = color de cielo azul claro 25.000 K

**INDICADOR DEL COLOR OBTENIDO**

(Color rendering index = CRI)

La información relacionada con las propiedades del color específico de varias fuentes de luz es muy importante, cuando se trata de desarrollar un sistema de luces para combinar colores.

La ciencia ha sido prodiga con nosotros, al darnos un método para determinar, para cada fuente un indicador que identifica el color. El indicador del color obtenido, en una escala de 0 a 100, muestra como de bien una determinada fuente, indica el color, cuando se compara con una fuente específica y común. Las luces comerciales se les identifica a través de sus indicadores de colores. Los avisos comerciales con luz fluorescente tienen un estimado de rango entre la escala de 50 y 80. Las lámparas fluorescentes de color de la luz del día más modernas tienen un estimado sobre los 90.

Cuando necesite seleccionar una fuente de luz, tenga presente tres factores: La temperatura de color, las curvas de distribución del espectro de energía y el indicador del color deseado. Cuando se requiere una combinación de color exacta

11

con el objetivo de comunicarlo, se debe estandarizar la fuente de luz, para que todas las personas interesadas puedan comunicar y duplicar el mismo color.

Existen varias fuentes de luces estandarizadas que se han desarrollado específicamente para trabajar con los colores. Estas fuentes se han designado como: fuente A, B, C, Y D. La fuente "A", es encandecente ó es la que tiene un filamento de tungsteno, y 'son lámparas que tienen una temperatura de color de 4.870 K; la fuente "B", se produce pasando la luz de la fuente "A" a través de un filtro líquido, lo cual resulta en una luz que tiene una temperatura de 4.870' K; la fuente "B", se especifica como el duplicado de la luz de medio día; la fuente "C", también se produce al pasar la fuente "A" a través de un filtro que aumenta su temperatura del color a 6.770' K, a esta se le conoce como el average ó promedio de la luz del día en el norte. La fuente "D", es un recurso nuevo de luz común que tiene una temperatura de color de 6.500' K, la cual duplica el promedio de la luz del día. De todas las fuentes la más disponible comercialmente son: "C" y "D". Ellas existen desde pequeñas unidades portátiles hasta compartimientos del tamaño de una cabina telefónica.

Si nosotros tratáramos de ver la luz al mirar directamente a la fuente de esa luz, nosotros estamos en la capacidad de ver sus distintos colores. Un tubo de luz fluorescente no tiene el mismo color que una bombilla encandecente y ambos difieren del color rojizo del crepúsculo. Algunas fuentes de luz son de colores brillantes, tales como: rojo- amarillento que da la fuente de luz que tiene sodio, y otras son rojas, verdes y azules como las que observamos en la luz de NEON. La luz de NEON se usa mucho para avisos y otros efectos especiales.

La mayor parte de la luz que nosotros vemos, ha sido modificada desde la fuente de origen hasta nuestros ojos. Por ejemplo a veces hay dos o más fuentes de luces combinadas las cuales las apreciamos todas integradas entre si mismas, otro ejemplo es, la resultante de los enfoques de los proyectores de un teatro, concentrados en su solo lugar de la pantalla, o del escenario, para producir un impacto visual en el público, como resultado de la combinación o suma de todos los componentes donde ha balanceado el color y la intensidad. La mayor parte de las modificaciones son de tipo substractivo o de eliminación, donde la incidencia de la luz ha sido disminuida o eliminada, debido a la selección de las características reflectarias del objeto.

Debemos concentrarnos en ambas características tanto en las cualitativas (cuales longitud de ondas están presente), como las cuantitativas (cantidad de energía presente en cada longitud de onda), cuando la luz se desvanece sustancialmente

antes de alcanzarnos. Teniendo en cuenta que si la luz en su paso tropieza algún objeto brillante, esto afectará su apariencia física.

## **EL COLOR Y LOS MODIFICADORES DEL COLOR**

Como los objetos modifican a la luz ? Consideramos dos objetos opacos los cuales están reflejando la mitad de la fuente de incidencia. El primer objeto esta reflejando la mitad de la energía de todas las longitudes de ondas, mientras el segundo objeto está reflejando toda la energía para la mitad del espectro y absorbiendo toda la energía para la otra mitad. Ambos objetos están reflejando la mitad de la luz que le esta enfocando. El primer objeto aparece gris (mire "A" en la diapositiva No. 10) y el segundo objeto que esta solamente reflejando las longitudes de ondas mas largas, aparece amarillo brillante (mire "B" en la diapositiva No. 10). El color no se determina por el total de energía radiante, sino como el producto final de deficiencia de energía en cada longitud de ondas como la sección reflectiva.

El color de un objeto se determina por la capacidad que tiene ese objeto de selectivamente modificar la luz que le esta enfocando. En nuestro ambiente encontramos gran variedad de ejemplos de objetos y algunos animales que tienen la capacidad de modificar la incidencia de la luz que les enfoca. Esta es una de las consideraciones importantes que hay que tener en cuenta en el desarrollo de un producto, cuando se requiere combinar colores de diferentes materiales. En cada material, el producto existente y/o el producto nuevo debe modificar la luz en la misma manera.

## **FACTORES DE INFLUENCIA**

El color aparente de un objeto se determina por la combinación de la luz bajo de la cual se está mirando dicho objeto, las características del objeto por si solo, el medio ambiente y la calidad de interpretación que el observador pueda proporcionar. Como usted debe comprender, el color es apenas uno de los segmentos de la descripción total de un objeto. Referente a comunicación, la descripción de un objeto incluye el color como elemento auxiliar para construir una fotografía de dicho objeto. Ejemplos: Un carro Sport color rojo recientemente adquirido, la instalación total de una alfombra azul, la compra reciente de un vestido entero café claro; a pesar de haberse incluido el color en las operaciones anteriores, para que el mensaje este claro, el color no es parte física del material. En la diapositiva No. 11, se ilustra fotográficamente un automóvil a colores y otro

en blanco y negro. Los colores mencionados serán determinados por la capacidad modificadora de los colorantes usados en los objetos. La energía que alcanza a los ojos del observador, después de las modificaciones respectivas, producirá en la visión del individuo la sensación de los colores incluidos en la descripción del objeto.

Todos los objetos tienen la capacidad de modificar las longitudes de ondas que le hace visible. Estos procesos modificadores son los siguientes: Dispersión, transmisión, absorción, brillantéz, reflexión y refracción.

Cada vez que un objeto se hace visible, dos o más de estos procesos están presentes (ver diapositiva No. 12).

La luz natural del sol está sujeta a una gran variedad de dispersión, debido principalmente a las partículas de polvo y al vapor de agua que se encuentra en la atmósfera. (ver la diapositiva No. 12). Cuando la luz del sol nos alcanza en un ángulo muy cerrado con respecto al horizonte, en el amanecer y en el crepúsculo, la luz esta pasando a través de una de las capas de la atmósfera, la cual se está incrementando en grosor, produciendo más dispersión que la que ocurre al medio día. Los efectos de dispersión se extienden considerablemente, por ejemplo: Las longitudes de ondas de colores azul y verde, son más cortas al amanecer mas temprano o al anochecer más tarde; por tanto podemos observar, como el sol se nota más deficiente en las primeras dimensiones de los colores: rojo, verde, azul y amarillo, según el sistema de colores de Munsell y el resultado es que la luz aparenta un color de naranja rojiza.

La refracción, como la dispersión está íntimamente relacionada con la longitud de las ondas, en el proceso de la refracción, la longitud de ondas más cortas se doblan mucho más, por ejemplo: cuando observamos, que la luz se dobla cuando pasa a través del prisma de cristal, al entrar al prisma de cristal y al salir de él. Al doblarse varias longitudes de ondas en diferentes cantidades. La luz blanca se separa en sus diferentes componentes, para dar formación al espectro (ver diapositiva No. 13). Cuando la luz pasa a través de materiales esencialmente transparentes (aire, agua, vidrios etc.), la luz se refracta o se dobla, al interferir este material en su enfoque, debido a las diferencias físicas entre estos medio, lo cual se conoce como indicadores de refracción.

La cantidad de ondas que se doblan dependen de la cantidad de ondas que indica la diferencia. (ver diapositiva No. 14), en esta figura se ve un ejemplo de refracción, como resultante de la aparente doblada de la barra, al estar ella parcialmente sumergida en el agua.

El indicador de refracción, es la razón de la velocidad de la luz en el aire a la luz en diferente medio ambiente, por ejemplo: en el aire o el vacío.

La luz tiene una velocidad de 186.000 millas (300.000 Km.) por segundos. En otro medio ambiente, tal como el vidrio, la luz viaja más lentamente, la luz viaja a través del vidrio a una velocidad de 124.000 millas (200.000 Km) por segundos. Su indicador de refracción se determina al dividir la velocidad de la luz en el aire por su velocidad en el vidrio, 186.000 millas (300.000 Km) dividido por 124.000 millas (200.000 Km), el indicador de refracción resultante es de 1.5 la luz transmitida cambiará de dirección o se doblará (ver diapositiva No. 14), dependiendo por su puesto del ángulo de incidencia y de los indicadores de refracción.

El color violeta que se ve en el espectro no se debe confundir, con los colores rojo púrpura (o morado) profundo o el morado. Estas primeras dimensiones de los colores rojo, verde, azul y amarillo descritos por el sistema de colores del señor Munsell, no aparece en el espectro y se le conoce como colores que no pertenecen al 1. Al espectro. Varias de las combinaciones del violeta y el rojo se forman con las longitudes de ondas tanto largas como cortas, en un estado visible del espectro, formando las primeras dimensiones de los colores rojo, verde, azul y amarillo según el sistema de colores de Munsell (Hues) expresión en Inglés.

Los objetos que permiten el paso de la luz se denominan transparentes e incluye materiales que se describen como "claros", como también aquellos que se les conoce con el nombre de "coloreados" (vidrios, varias clases de plásticos, el agua y otros líquidos ). El material que puede servir de transmitir o aquel transparente, como también aquel que goza de reflexión, normalmente absorben cierta cantidad de luz en todas las longitudes de ondas. En caso que sean bastantes coloreados, la luz se transmite en forma selectiva, esto quiere decir que la luz pasa mucho más en ciertas ondas que en otras. Las ondas de luz transmitida le dan al material el color aparente. Los colores transmitidos se pueden observar, al colocar el material, entre el ojo del observador y la fuente de luz (ver diapositiva No. 15), el material se denomina translucente, cuando parte de la luz que la enfoca está abajo el proceso de dispersión y la parte restante es absorber, pero no pueden transmitir ninguna clase de luz. La cantidad de sustancias que hace al material opaco es determinada por la combinación de ambas propiedades, la dispersión y la de absorción (ver diapositiva No. 15), en realidad, es imposible determinar la cantidad absoluta o completa. De las propiedades de dispersión y de absorción, la propiedad que tienen algunos materiales de refractar la luz, lo cual contribuye a la capacidad de opacar, podría ser

aumentada a través del uso de aditivos y colorantes con un indicador de refracción diferente al de la base del material.

Los materiales también poseen una gran variedad de características en sus superficies, tales como el brillo, la textura y la curvatura (ver diapositiva No. 17). Estos factores integrados con los colorantes y otros modificadores, determinan la apariencia total del material en cuestión. El brillo está íntimamente relacionado con lo brusca o lo suave que sea la superficie del material señalado. Las superficies suaves, tal como la que da la pintura, varia de brillo intenso o a una suave superficie uniforme pero sin brillo alguno (expresión en inglés matte finish). El grado de brillantes se controla por medio de la fórmula de materiales con colorantes específicos, la aplicación del método respectivo, la suavidad y la capacidad de substracción de dicho material.

Acerca del 4% de la incidencia de la luz, en los objetos se refleja desde la superficie exterior de todos los materiales, sin ninguna otra modificación que la dirección de la luz. Esta reflexión de la superficie primaria de un objeto, se denomina en inglés, SPECULAR REFLECTANCE, la cual no está influenciada, por alguna propiedad específica de reflexión del material (tal como el color). La reflexión de la superficie primaria de un objeto y su brillantes son del mismo color de la fuente de la luz que lo este enfocando. La reflexión de la superficie primaria de un objeto, cuando su superficie es altamente brillante, se denomina en inglés GLARE (ver diapositiva No. 18) donde no se trata del color del objeto, pero si de la incidencia de la luz en si misma. Si la superficie del objeto es muy suave, la incidencia de la luz, se refleja en un cono angosto centrado cerca del ángulo de reflexión, el ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia, pero en el lado opuesto línea perpendicular a la superficie. Cuando el rayo de reflexión de la superficie primaria, está concentrado dentro del cono angosto, o dentro del ángulo, produce un gran impacto en los ojos del observador. Nosotros estamos acostumbrados a ver este tipo de reflexión, cuando un rayo de luz choca contra un vidrio o contra una superficie suave, lo cual molesta nuestra visión esto lo evitamos al mover o al apartar la vista, en una forma ligera, para escapar del impacto color de la fuente de la luz que lo este enfocando. La reflexión de la superficie primaria de un objeto, cuando su superficie es altamente brillante, se denomina en Inglés GLARE (ver diapositiva No. 18) donde no se trata del color del objeto, pero si de la incidencia de la luz en si misma. Si la superficie del objeto es muy suave, la incidencia de la luz, se refleja en un cono angosto centrado cerca del ángulo de reflexión, el ángulo de reflexión es igual a ángulo de incidencia, pero en el lado opuesto línea perpendicular a la superficie primaria,

está concentrado dentro del cono angosto, o dentro del ángulo, produce un gran impacto en los ojos del observador. Nosotros estamos acostumbrados a ver este tipo de reflexión, cuando un rayo de luz choca contra un vidrio o contra una superficie suave, lo cual molesta nuestra visión esto evitamos al mover o al apartar la vista, en una forma ligera, para escapar del impacto.

La diapositiva No. 19, demuestra gráficamente el efecto de tres superficies diferentes con la incidencia de la luz, observe nuevamente como una superficie altamente brillante, refleja la luz dentro del rayo de luz o en el cono angosto. Tan pronto se haga la superficie más brusca, la reflexión solo se registra individualmente, en los segmentos de los diferentes ángulos y por supuesto el grado de brillantez se reduce, entre más se subentienda la reflexión de la luz en una superficie, mayor será el ángulo sólido. Por lo tanto, el impacto visual desde cualquier posición angular, será mucho menos que cuando toda la superficie es altamente brillante, porque al tomarse diferentes ángulos de incidencia, la reflexión se dispersa en diferentes direcciones, eliminando lo que interpreta en Inglés, con el nombre de GLARE, o sea la reflexión de la superficie primaria de un objeto altamente brillante. Esta realidad se denomina difusión de reflexión.

Cuando una superficie es gradualmente más ruda, con figuras geométricas diferentes y bien definidas, esta característica denomina: textura, estas características de diferencias, puede por efecto de coincidencia o puede ser prediseñada. Una superficie texturizada tiene elementos individuales que pueden presentar diferentes grados de brillantez y no brillantez, desde muy brillantes hasta la ausencia absoluta de brillantez en apariencia, a causa de la flexibilidad que puede presentar al dejarse manipular.

Las superficies curvas que tienen un alto grado de brillantez reflejará la superficie primaria de un objeto en los ojos del observador, pero solamente aquella porción de la curvatura que proporciona las condiciones geométricas exactas para formar los ángulos de incidencia y reflexión. La localización del punto o línea de la reflexión primaria de la superficie del objeto puede variar en los límites de la curvatura, al menor movimiento de la fuente de luz, del objeto, u observador. Superficies que se acomodan usando elementos individuales y cada uno con su curvatura, como formando grupos adheridos como, el caso de las bolas de cristal, en el cual cada bola de cristal mostrará su propia reflexión, como destellos en vez de presentarse en conjunto como la reflexión primaria de la superficie de todos esos objetos. La "Specular Reflectance" o sea la primera reflexión de la superficie de un objeto al enfocar la luz,



desde su superficie como material transmisor, es la misma que presentan los materiales que tienen la propiedad reflexiva. Si la configuración de la superficie de un material opaco es de considerable tamaño, entonces hay una excesiva dispersión en esta superficie y una gran reducción de luz transmitida a través del material del objeto. Esto se puede apreciar en el vidrio congelado, cuando la superficie es tan ordinaria hasta tal punto que la dispersión de la luz previene el mirar a través del vidrio. Una modificación a esta superficie ordinaria sería, cubriéndola con una capa fina, como el agua, o una cinta plástica clara, para mejorar sus características transmisoras (ver diapositivas Nos. 20 y 21).

#### METAMERISMO = METAMERISM

Metamerismo, es el fenómeno de tener dos muestras combinadas bajo la condición de una luz, pero no bajo otras fuentes de luz. Las muestras de este tipo, tendrán las mismas coordenadas del color, pero para la combinación de fuentes de luz, tendrán curvas de reflexión diferentes en el espectro.

En la diapositiva No. 22 muestra unos ejemplos de reflexión en el espectro o curvas espectro fotométricas de varios colores contenido en las frutas que se ven en la diapositiva No. 23. La misma captación asociada se nota en el sistema de colores del señor MUNSELL.

Equivalencias lingüísticas entre el español e inglés en metamerismo.

OBJECT OBJETO	HUE PRIMERA DIMENSION DE COLORES EN EL SISTEMA MUNSELL.	VALUE VALOR	CHROMA LA TERCERA DIMENSION DEL COLOR EN EL SISTE MA MUNSELL.
Banana	3.1 Y	7.5	10.7
Banana	3.1 a.m.		
Orange	5.2 YR	6.7	11.9
Naranja	5.2 a.m. Ro		
Apple	3.8 R	3.5	7.3
Manzana	3.8 Ro		
Lemon	3.2 Y	10.1	10.1
Limón	3.2 a.m.		
Lime	5.8 GY	5.2	5.2
Lima	5.8 Ver am.		

Cuando un objeto de un solo color se divide en dos partes y simultáneamente se mira bajo fuentes de luces diferentes,

una parte con el ojo derecho y otra con el ojo izquierdo, cada uno dará la impresión como si no tuviera el mismo color. Lo que sucede es que se tiene el mismo color, el mismo observador, pero el tener diferentes fuentes de luces, se puede producir una diferencia de percepción de colores. También se da el mismo fenómeno, cuando a dos ó más observadores se les pide que combinen colores iguales bajo las mismas fuentes de luces, generalmente las resultantes son diferentes porque están basadas en las diferentes percepciones de los observadores.

Dibuje la figura "A - B" de la página No. 29 y luego adhiera retazos del mismo color en la parte "B" respectivamente.

Si el color da unas muestras tienen diferentes curvas espectrofotométricas, pero aparenta ser la combinación perfecta. Esta combinación será perfecta solo bajo la determinada fuente de luz y para los ojos del individuo que realizó dicha combinación. ( Ver diapositiva No. 24); muestra unas curvas para dos colores, se realizaron a través de la combinación de pigmentos específicos, los cuales fueron seleccionados por sus diferencias importantes en las curvas espectrofotométricas. Bajo la luz natural de la luz del día en el norte, estos ejemplos son mas deficientes para combinar colores, lo contrario sucede si se trata de estar bajo la luz normas de la oficina, o sea la luz fluorescente de color blanco fresco. Usted puede apreciar de inmediato que no se realizó una combinación adecuada y satisfactoria.

La resultante de combinación de dos colores bajo la misma fuente de luz se denomina en inglés Metamerism, ó sea en español Metamerismo, a propósito, la absoluta eliminación de problemas de combinación de este tipo, puede resultar frustrante y difícil de lograr cuando las muestras de colores han sido formuladas previamente, con colores que son espectrofotométricamente diferentes de lo anterior podemos concluir, que es importante hasta donde sea posible seleccionar colorantes que tengan el mismo tipo de curva, con respecto al color que se quiere combinar, para obtener, lo que se denomina en inglés invariant color MATCH lo que quiere decir es español, dos muestras que presentan una combinación de un color, bajo todas las fuentes de luces y bajo toda clase de observador y no una variable que depende de una iluminación específica.

### LOS COLORANTES

Todos lo colorantes, no importa su forma, tamaño ni propiedades químicas son capaces de cambiar el color de la luz. Los colorantes tienen la capacidad de absorber, dispersar,

es decir tienen la capacidad de modificar la luz que les enfoca. Ello se usa como aditivo a la base material del objeto, en la forma de pigmentos orgánicos e inorgánicos, o de tintes para producir el color deseado y otras características aparentes.

El instrumento fundamental para medir el color, se denomina el espectrofotómetro. (the recording Spectrophotometer) este es un instrumento que mide la capacidad de reflexión y transmisión de un objeto, como una función de la longitud de ondas, por supuesto, esto se relaciona con un standard o patrón común. Este instrumento proporciona la información necesaria, la cual se convierte más tarde en coordenadas cromatizadas, para el uso de los trabajos que se hacen con los colores. Rutinariamente en máquina curva como la que podemos observar en la diapositiva No. 26. El gráfico de la diapositiva No. 25, muestra las curvas de colores que "no son selectivas", esto quiere decir que no reflejan la misma cantidad de luz en cada longitud de ondas. Ellas se presentan neutrales en los siguientes colores: blanco, gris y negro, como también tienen el mismo color de su fuente de luz. Observemos que la curva superior está reflejando aproximadamente 90 ° de la incidencia de la luz, la cual es relativa al blanco absoluto, este representa un blanco porcelana o el blanco, muy blanco del papel.

La curva del medio, la cual refleja aproximadamente el 20% de la incidencia de la luz, está representado un medio gris; que tenga en cuenta que, un medio gris, visualmente se define como un color entre el negro y el blanco y este no refleja la mitad de la luz, sino solamente el 20% de ella. La curva inferior solo afecta el 3% de la luz, y este está representado por un color negro.

OBJECT OBJETO	HUE PRIMERA DIMENSION DE COLORES EN EL SISTEMA MUNSELL	VALUE VALOR	CROMA LA TERCERA DIMENSION EN EL SISTE MA MUNSELL
Purple Flower	2.5 P.	3.7	11.0
Flor Violeta ó Púrpura	2.5 F:V:	3.7	11.0
Orange	4.7	5.6	12.3
Red Rose	4.7	5.6	12.3
Rosa Color	4.7	5.6	12.3
Rojo Anaranjado			
Red Rose	0.8 R	2.2	16.0
Rosa Roja	0.8 RR	2.2.	16.0
Pink Rose	3.2 R	6.5	7.8
Rosa Rosada	3.2 RR	6.5	7.8

20

En la diapositiva No. 26, se muestra las curvas espectrofotométricas de las flores, en la diapositiva No. 27 se demuestra la absorción y reflexión selectiva. La captación asociada muestra los colores según la notación del sistema MUNSELL.

### 3. EL RECEPTOR

Es el tercer componente de la fuente de luz en la tríada modificadora del receptor requerida para ver que el color es una combinación ojo - cerebro que recibe el estímulo físico y lo convierte en una entidad significativa y reportable (informable).

La luz incidente en nuestro sistema visual es transmitida a través de mecanismos ópticos y cae sobre la retina donde es recibida por los conos y bastones que forman el componente principal del complejo receptor de la retina. Los bastones son los responsables de la habilidad que tenemos de ver claridad o brillantez, mientras que los conos controlan la respuesta al color. Sus localizaciones retinales varían con conos dirigidos hacia el área central de la fovea, mientras que los bastones aparecen en la periferia; solamente, los bastones son capaces de responder a niveles muy bajos de luz, teniendo en cuenta el hecho de que en la oscuridad vemos solamente diferentes sombras de neutros grises y negros. "En la noche, realmente, todos los gatos son grises", como dice el viejo refrán.

El ojo humano es un excelente juez de pequeñas diferencias de color. Cuando tiene suficiente luz y las muestran de color están apropiadamente ubicadas para juzgamiento crítico; sin embargo, no se le pueden asignar valores numéricos a tales diferencias sin tener disponibles estándares referenciados de valor conocido (patrones), o algunas otra métrica visual. Sin tales herramientas visuales, el ojo puede ser engañado por ciertos fenómenos fisiológicos como contrastes simultáneos.

La función de interpretar las señales producidas por la retina es influenciada no solamente por fenómenos mentales, sino por ciertos factores como experiencia y memoria. Artículos familiares tienden a continuar a ser reportados con el énfasis en colores recordados. Una manzana roja vista bajo una fuente de luz que es deficiente en energía roja, solamente aparecerá levemente en su color usual, todavía será a menudo reportada como roja. Nuestra memoria tiende a prolongar lo que realmente vemos, a menos que encontremos alguna razón para cuestionarlo.

Otros fenómenos psicológicos pueden causar "confusión" y

error en la percepción visual, cuando patrones referenciados adecuados no son disponibles, con todas las limitaciones que afectan el sistema visual humano, éste funciona excelentemente para trabajo de color dando juzgamiento completo, con buena reiterabilidad en un período más corto que cualquier instrumento.

**3.1 VISION ANOMALA DE COLORES. CEGUERA HACIA LOS COLORES.**

La visión anormal de colores, generalmente, es transmitida genéticamente. La ceguera a los colores que va desde la pérdida total de la percepción del color a una confusión selectiva de colores. La ceguera total a los colores es rara, afectando solamente a tres de cada 100.000 personas; el 7 a 8% son hombres y menos del 1% son mujeres con alguna anomalía visual de los colores. Hay varios tipos distintos y un amplio margen de grado de anomalías en cada tipo. Las personas afectadas con estas anomalías tienen dificultad en la distinción de ciertos matices relacionados. La anomalía puede ser limitada a colores de baja saturación, o en casos más severos pueden extenderse a colores vivos.

Personas expertas en relacionar colores deberían ser examinados por anomalías a la visión de colores para que las limitaciones existentes puedan ser diagnosticadas. Mientras estas anomalías no puedan ser remediadas, conocimientos de su existencia pueden aminorar errores debidos a las limitaciones fisiológicas en la percepción de colores.

#### 4. ORDEN DEL SISTEMA DE COLOR

Un ejemplo típico de un sistema ordenado es un mapa. Usando datos longitudinales y latitudinales en que el viajero puede perfectamente localizar determinado punto en un mapa. Este mapa es un simple sistema de orden bidimensional. Si las dimensiones de una habitación; longitud, ancho y altura, son especificadas, se necesita muy poca información adicional para localizar cualquier punto dado dentro de la habitación. Este es un sistema de ordenamiento tridimensional.

Debido a que el color es tridimensional (matiz, valor y croma), el último ejemplo mas bien define la información necesitada para desarrollar el orden de un sistema de color.

La ventaja de un sistema de orden de color es permitir que todos los colores sean colocados en una relación adecuada. Esto permite al usuario localizar fácilmente un color en el sistema sin tener en cuenta su forma de origen.

Hay dos patrones internacionales de sistema de orden de color aceptados para especificar y comunicar datos de color. Ellos son: El C. I. E. (Comisión Internacional en Iluminación) y el Sistema Munsell.

##### 4.1 SISTEMA C. I. E.

Este sistema fue desarrollado en 1931 como el patrón internacional para la especificación de color. La información en la medida de color es rutinariamente convertida en datos C.I.E., en cuya forma son fácilmente usados para grabados, formulación colorantes e igualación de color.

El C.I.E., es un sistema psicofísico al cual está incorporado un observador patrón y un sistema coordinado. (Véase diapositiva No. 28).

Hemos aprendido que color incluye fuentes de luz, modificadores y receptores. El sistema C.I.E., incluye fuentes de luz estándar: A, B, C y D que cubre un amplio margen en la temperatura del color. También incluye un observador patrón que es una descripción matemática del promedio de la visión normal humana en respuesta a una estimulación de color. El C.I.E., estandariza tanto la fuente de luz, como la respuesta visual humana (receptor),

eliminando estas variables. Este sistema ha sido aceptado universalmente como un sistema de especificación de color.

El concepto básico del C.I.E. es que todos los colores pueden ser igualados por algunas mezclas para especificar cantidades relativas de las tres luces primarias; Rojo (X), Verde (Y) y Azul (Z), que son requeridos para igualar el color de una muestra. Estos datos (X,Y,Z) son llamados Valores Triestímulos. Pueden ser convenientemente convertidos a coordenadas de cromaticidad.

El C.I.E., no es un sistema visual y requiere instrumentación adecuada. Es usada principalmente en procedimientos de manufacturas donde el control de la calidad de la igualación del color es visual para el éxito del producto.

Ha sido aceptado desde mucho tiempo por organizaciones de patrones americanos e internacionales.

#### 4.2 SISTEMA DE COLOR MUNSELL

Albert H. Munsell nació en Bostón, Massachusetts en 1858, fue un artista, profesor e inventor. Desde muy temprano siendo estudiante tuvo un agudo interés en los problemas de los colores. La dificultad que encontró como profesor, para grabar y comunicar la información de color de una manera objetiva, lo llevó a crear un método aceptable para el arreglo de colores que le permitió describirlos en términos definidos.

El sistema de color Munsell es el más usado en el mundo. Es extremadamente flexible e incluye un lugar para todos los colores presentes y futuros. Define los tres atributos de color, como matiz, valor y cromo. (Véase diapositiva No. 20).

Provee un sistema de notación decimal mediante el cual cualquier color puede ser fácilmente grabado, especificado y comunicado. Supera barreras de lenguaje y geografía y, permite la especificación de color en términos de la manera como lo vemos.

El orden y la simplicidad del Sistema Munsell es la razón para su extenso uso en el arte, la ciencia, industria y educación.

Matiz es el nombre dado a colores, tales como: rojo, amarillo y verde. Hay 10 clases básicas de matices o rangos en el Sistema Munsell, cada uno de los cuales pueden ser más fraccionados en una base decimal a 100 o incluso 1.000 matices diferentes necesitados. El sistema utiliza símbolos

del caso superior para identificar cada una de las familias básicas como sigue:

R Rojo  
AR Amarillo Rojo  
A Amarillo  
VA Verde Amarillo  
V Verde

AV Azul Verde  
A Azul  
PA Púrpura Azul  
P Púrpura  
RP Rojo Púrpura

Valor indica la claridad u oscuridad de un color en una escala de 10, para blanco absoluto en el límite de la escala, cero (0) para el negro absoluto en el comienzo de la escala; intermedio entre blanco y negro están grises neutros, y todos los colores tienen un valor o notación de claridad con respecto a su posición de claridad en esta escala de blanco y negro.

Cuando se especifica el valor de un color, éste se indica en términos del gris que tiene la misma claridad correspondiente. Palabras tales como "Tinte" o "Sombra" se refieren al valor de los niveles de los colores cromáticos.

La tercera dimensión del color en el Sistema Munsell es cromo, y se define la fortaleza o debilidad del color. Es el grado de desviación de un gris neutro del mismo valor en cualquier matiz dado.

Las escalas que ilustran cada uno de estos atributos del color están en términos de intervalos iguales de visión y facilitan la localización y comunicación de muestras desconocidas. Es un acercamiento lógico para la selección visual del color y especificación, y mejora inmensamente la calidad total de la comunicación y de la información del color.

La diapositiva No. 30 es un ejemplo de valor, mientras que la diapositiva No. 31, incluye matiz, valor y cromo. La diapositiva No. 32, también demuestra las dimensiones de matiz, valor y cromo, sin embargo, en estas circunstancias el cromo no ha sido incrementado.

El Sistema C.I.E., usa instrumentos y matemáticas, ha ayudado inmensamente en la medida y especificación del color. El juicio final en la aceptabilidad todavía deber ser hecho por el hombre. Esta decisión involucra expresiones visuales en la relación de colores y tolerancias permisibles al color que son fundamental al sistema de orden de color visual. El ojo humano entrenado es extremadamente eficiente cuando es retado a distinguir pequeñas diferencias de color y describirlas relativamente a su carácter y magnitud. Cuando esta



capacidad es aumentada por un sistema de orden de color visual, puede producir resultados muy completos.

Mientras las escalas de color Munsell son espaciadas a su apariencia bajo la luz del día en el Norte, ellas pueden ser usadas fácilmente bajo otras fuentes de luz.

El Sistema Munsell es muy útil y de completa ayuda para todos los trabajos de color visual, porque especifica el color en términos de como lo vemos.

Planos y escalas comercialmente disponibles son simplemente para propósitos de representar e ilustrar el concepto. Otras escalas designadas para aplicaciones específicas pueden ser reproducidas fácilmente.

**5. COLORES PRIMARIOS**

Son un grupo de colores que cuando son selectamente combinados dan como resultado un nuevo rango de colores.

Hay tres clasificaciones de los colores primarios:

- **Primarios de mezcla clara**
- **Primarios de mezcla pigmentada**
- **Primarios psicológicos.**

Los primarios de mezcla clara son las tres bandas grandes de color observadas cuando un haz de luz blanca pasa a través de un prisma. Estos tres matices (rojo, verde y azul) cuando son adicionados selectamente producen todo los demás matices restantes. No pueden ser creados por procedimientos de adición usando otros matices. Cuando relativamente combinados producen nuevos colores que son siempre más claro o más brillantes que cualquiera de los colores originales.

Los primarios de mezclas pigmentada son: rojo, azul y amarillo. Tintas de impresión que son también primarios de mezcla de pigmento, a menudo se usan los términos azul verdoso, azul rojizo y amarillo para la vista. Esta clasificación se refiere a subtractivos primarios y en mezcla producen los otros matices. La mezcla de pigmentos primarios (pintura o tintas) cuando son usados selectivamente producen nuevos colores que son generalmente más oscuros que los originales. La combinación aditiva primaria de rojo y verde dará amarillo, rojo y azul producirá violeta. Azul y verde

darán azul verdoso. Si se mezclan los tres colores primarios el resultado será un balanceado claro (blanco) como la luz natural del día (Véase diapositiva No. 33).

Cuando dos de los colores primarios rojo, verde o azul se combinan o mezclan se producen subtrativos primarios.

Los primarios de mezcla pigmentada o aditivo son capaces de producir un cambio de color absorbiendo longitudes de onda selectiva. (Véase diapositiva 34).

Un filtro amarillo absorbe rojo y permite que pasen las longitudes de onda del azul y el verde. El filtro del azul verdoso absorbe el rojo y deja pasar las longitudes de onda del azul y el verde.

El uso del filtro violeta (azul más rojo da rojo púrpura profundo) permite que pasen el azul y el rojo y que sean observados por absorción de la longitud de onda del verde. La combinación de un azul verdoso con un filtro amarillo permitirá pasar solamente el aditivo primario común verde, mientras las longitudes de onda del rojo y el azul son absorbida. Cuando los filtros amarillos y violeta se usan, rojo sería la longitud de onda realmente visible.

Los filtros violeta y azul verdoso sólo permiten que las longitudes de onda del azul sean visibles al observador. El esparcimiento o combinación de los tres substrativos primarios: azul verdoso, violeta y amarillo absorben toda la energía visible resultando en un negro.

La diapositiva No. 35 demuestra la absorción substrativa por el paso de luz a través de varios filtros de vidrios coloreados.

Los primarios psicológicos juegan un papel importante en nuestro mundo del color. Sin embargo, esta clasificación primaria del color no será discutida debido a que tiene poco efecto en este estudio.

**5.1 CONTRASTE SIMULTANEO**

Cuando dos o más colores son vistos simultáneamente en el campo de visión, se afectan mutuamente, particularmente cuando estos son adyacentes. (Véase diapositiva No. 36). En general, los colores adyacentes tienden a parecer mucho más diferentes de los que realmente son.

Cuando el blanco y el negro están unidos, el blanco se ve más blanco, y el negro más negro. Cuando el gris tenue es visto

tanto en un fondo negro como en uno blanco, aparecerá más claro en el negro. El efecto psicológico es el mismo con los colores cromáticos. El azul y el amarillo del mismo valor, juntos cada uno se ve más vivo que como se vería individualmente en un fondo gris.

## 6. LUZ Y COLOR EN ODONTOLOGIA

Del primer esfuerzo del que se tenga datos para producir porcelana para dientes artificiales, fue hecho en 1598 por Jacques Guillermau en París, Francia.

Marfil, huesos de animales y dientes preservados son el sustituto más popular para el reemplazo natural de dientes y permanece como tal por otros 250 años. El primer diente de porcelana comercialmente disponible apareció en 1822, en Filadelfia, Pensilvania. A comienzos del siglo XX la Compañía Suministradora de Dentistas de York, Pensilvania presentaron su primera dentadura en dientes de porcelana.

Desde entonces la investigación y desarrollo han dado como resultado grandes mejoramientos en el fortaleza y apariencia de la dentadura de porcelana. Los cambios en la anatomía de los dientes en porcelana han aumentado la eficiencia masticadora y brindó comodidades más grandes.

A pesar de estos avances no ha habido mayor empeño para organizar sombras de porcelana dental en un orden lógico de color. El Dr. E. Bruce Clark, en 1930 citó que los problemas encontrados, su mezcla de sombra fueron primordialmente causados por una inadecuada selección de color y sugirió una posible solución; desafortunadamente sus ideas no fueron aceptadas. Periódicos publicados en los siguientes 40 años indica la continua preocupación del odontólogo, pero no ofreció respuestas a esta perpleja situación.

Finalmente, en 1973 y 1974, Robert C Sproull, D.D.S. publicó en su diario de la Odontología Prostética (Vol. 29, número 2, 4 y 5) sus esfuerzos investigativos, hallazgos y la reiteración de la validez de los enunciados originales como verdades básicas.

Los tres periódicos del Dr. Sproull detallan la importancia y la extrema necesidad de una guía tridimensional de sombra de color, ordenado y compañero de material de porcelana.

El basó este análisis en la aceptación y éxito realizados por mezcladores profesionales de color, que rutinariamente usan los sistemas de orden de color como una ayuda para ver, identificar y comunicar la información de color.

### 6.1 FUENTES DE LUZ EN OPERATORIA DENTAL Y LABORATORIO

La población dental de hoy es consciente de la necesidad y de la disponibilidad de modernos servicios de reparación. El énfasis se refleja en prótesis que restauran estéticamente, así como también funcionalmente. Debido a una demanda incrementada, sombra de mezclas y selección es a menudo, un reto diario, tanto en la operatoria dental como en laboratorio dental.

Secciones previas de este texto han llamado la atención a la influencia importante que la luz tiene en cualquier ejercicio de sombra de combinación. Estas mismas influencias se aplican a la operatoria dental, y son dramatizados por los muchos problemas de color encontrados solamente en odontología. Las características de color de la fuente de luz usada y como la radiación es modificada antes de alcanzar al paciente debería ser conocida.

De manera tradicional, la luz del Norte ha sido la fuente de luz preferida para trabajos de color.

La ciencia también acepta la luz del Norte como la fuente óptica para trabajos de color y la especifica como patrón. Debido a que la luz natural del Norte varía importantemente con las condiciones atmosféricas, la ciencia ha adoptado fuentes patrones hechas de luz artificial. El patrón es filtrado en luz incandescente. Una fuente completa de espectro irradia luz a todas las longitudes de onda, y con una curva de radiación espectral aproximada a luz natural del día del Norte. (Véase diapositiva No. 37), a través de esta diapositiva se demuestra el efecto de varias fuentes de luz en tres muestras de idéntica porcelana coloreada. Incandescente, la luz fluorescente y la luz científica producen sus resultados.

La mezcla de color desarrollada bajo fuentes de luz artificial menos apropiadas producirá un menor resultado satisfactorio.

Aunque el filtrado incandescente es la fuente del patrón C.I.E., comercialmente hay lámparas fluorescentes disponibles con índice de radiación de color hasta de 94. El índice regulador de color (C.R.I.) es una medida de cuan bien una fuente de luz arregla los colores.

En una escala de 1 a 100 en comparación con una fuente estándar, la cantidad de luz es una consideración más lejana, mientras que los requerimientos para la mayoría de las tareas visuales, raras veces excede 100 foot - candle (Unidad de Iluminación equivalente a un pie cuadrado), la mezcla de

color en odontología es preferiblemente desarrollada bajo un mínimo de 200 foot - candles.

Las estaciones de trabajos de laboratorios muestran en la diapositiva No. 38, dos ambientes, la luz a la izquierda es fluorescente (4.500 °K). La diapositiva No. 39 muestra comparaciones hechas bajo iluminación fluorescente y con la ayuda de una fuente de luz del día diseñada para odontología. Como es anotado arriba, fuentes fluorescentes también están disponibles con altos porcentajes de índice regulador de color (C.R.I.)

La operatoria dental mostrada en la diapositiva No. 40 tiene 6.500 °K de luz del día científica en las instalaciones del techo. La pequeña fuente de filtrado incandescente (derecha de la unidad) diseñada para odontología (6.500 °K) es usada mezcla de sombra y selección.

La temperatura del color de la fuente de luz y sus características de rendición de color, es cierto sólo para aquella porción de luz que irradia directamente de la fuente del objeto, en este caso el paciente y el guía de sombra e la operatoria, o la guía de sombra y la restauración del laboratorio dental. Cuando se usa una fuente de punto (incandescente), especialmente muy cerca, la mayor cantidad de alcance de luz, su blanco hace lo mismo sin modificación. Sin embargo, con fuentes de área como las fluorescentes, la mayor parte de la luz cae sobre su blanco, después de haber sido reflejada primero de la luz de la pared, techo u otros objetos en la habitación.

La luz del día proveniente de afuera está sujeta a modificaciones por reflexión de objetos exteriores (de un ladrillo de la pared), por transmisión de cortinas coloreada, y por reflexión de superficies internas.

La operatoria en la diapositiva No. 41 utiliza luz de techo fluorescente; la pared opuesta a la unidad es un amarillo verdoso brillante. Algo de luz golpea sobre esta pared que la modifica absorbiendo más el rojo, naranja, azul, porciones de violeta de la luz y refleja los remanentes de amarillo verdoso impartiendo todo lo que cae sobre el objeto, incluyendo el color de la piel del paciente para determinar el color deseado.

Esta disposición obvia del color en su contenido, afecta totalmente la incidencia de radiación en el proceso de combinación de color. La influencia de los colores brillantes de la pared u otros artículos coloreados en la habitación, pueden ser atenuados al usar interruptores de luces opacas. Esta es una forma eficiente y de bajo costo para eliminar los efectos negativos que produce la luz

ambiental en el trabajo dental. Una luz correctora de color portátil mostrada en la diapositiva No. 42 es usada más tarde para la selección de color.

Un gris neutro, N7/ a N9/, es recomendado por la ASTM (American Society for Standard Testing and Materials) y la ISCC (Inter - Society Color Council) como el fondo ideal de color donde la mezcla de color es cumplida. La operatoria dental en la diapositiva No. 43 sigue esta sugerencia y usa artefactos y una cabina modular para lograr acentos agradables de color.

Donde no es posible encontrar esta recomendación, un segundo intento sería el uso de un blanco amarillento, o un gris de estas mismas características. Un problema surge en la oficina con la luz brillante del día pasando a través de las cortinas marrón - anaranjadas en las ventanas. La temperatura Kelvin de la luz del día que entra en la habitación a través de la ventana era de 7.000 °K. Después de haber pasado a través de la cortina tenía una temperatura de color de 3.300 °K.

Reflexiones sutiles de la servilleta protectora dental y la bata operatoria del odontólogo, puede ampliamente modificar el color aparente del ambiente bucal y la muestra de guía de sombra. La diapositiva No. 44 muestra como el rojo es reflejado sobre el paciente, la mano del odontólogo y la guía de sombra; con la misma fuente de luz, la fotografía adyacente (diapositiva No. 45) ilustra como la servilleta gris neutra no causa cambios aparentes de color o modificación.

La operatoria dental típica y los colores típicos y los colores del laboratorio dental fueron usados como fondo para mostrar sus efectos modificadores en una guía de sombra. (Véase diapositiva No. 46). La fuente de luz en cada fotografía es luz científica fluorescente del día. El color del área que rodea el objeto que está siendo apareado, debe ser seleccionado para permitir al observador hacer una selección de sombra exacta.

La combinación del gris neutro de la pared y la iluminación fluorescente científica en cantidad apropiada reduce la fatiga del ojo que puede causar la inadecuada mezcla de sombra. En este laboratorio, particularmente, diapositiva No. 47, cuando estos cambios fueron adoptados, el técnico inmediatamente notó un mejoramiento en la calidad y calidad del trabajo que era capaz de producir.

Una fotografía de una de las estaciones de trabajo del laboratorio, diapositiva No. 48, muestra como este gris fue incorporado en superficies de trabajo junto con la

iluminación de otros colores innecesarios. El resultado fue un área casi ideal para la mezcla de color y la fabricación.

La diapositiva No. 49, ilustra otro laboratorio que usa gris neutro en color de las paredes y luz científica del día fluorescente de iluminación por encima de la cabeza. La mezcla de sombra de este laboratorio es llevada a cabo usando una unidad con la luz de costumbre, empleando tubos de luz fluorescente. (Véase diapositiva No. 50). Cuando se usa un tinte de superficie en la restauración, este tipo de aparato ayudará al técnico en la determinación si ha habido un aumento o disminución en metamerismo entre la guía de sombra y la restauración.

Ambientes incorrectos de color y luz pueden reducir la eficiencia visual sin el observador se percate de que un cambio en la percepción ha tomado lugar. Superficies con alta brillantez reflejan la fuente de luz de un rayo muy delgado, y cuando este rayo coincide con la línea visual produce un resplandor indeseable dando como resultado una fatiga visual. Los colores con alta brillantez reflejan un alto porcentaje de la luz incidente que interfiere con la exactitud visual. Altos colores de la tercera dimensión del Sistema Munsell (croma) predispone nuestros sistemas visuales para ver sus componentes.

Cuando ocurre fatiga ocular, es difícil para el observador identificar diferentes colores diminutos. Diapositiva No. 51, muestra problemas de reflexión causados por la influencia de un fuerte matiz en un ejercicio de mezcla de pseudo - sombra.

La luz de dos colores corregidos de una lámpara de tungsteno fueron dirigidas separadamente a una superficie amarilla y a una blanca en un ángulo de 45°.

Guía de una sombra idéntica fueron colocadas en la superficie que recibía la luz reflejada. La luz reflejada de la superficie blanca y amarilla sobre la guía de sombra cambian su color aparente. El observador consideraría todavía que ambos caen dentro del margen del color natural del diente.

La diferencia de color aparente de las guías de sombra en esta instancia es una función de luz reflejada, debido a que ambas fuentes de luz usadas poseen un contenido de color idéntico.

Una selección de sombra hecha bajo la influencia de una distorsión de color de este grado podría resultar una inadecuada mezcla. El mismo error podría ser creado si el observador que hace la selección de mezcla estuviera vistiendo una camisa amarilla. Tanto la guía de sombra como



la del diente natural sería influenciada por el amarillo reflejado; la restauración fabricada no siempre sería bajo similares condiciones de iluminación, y cuando la sombra es comparada con la muestra natural del diente original, una inadecuada mezcla sería fácilmente detectada.

La calidad de la luz y el efecto de los colores reflejados debe ser considerada en cada ensayo de mezcla, incluso cuando el observador es consciente de tales factores influyentes y el color no es capaz de compensarlo. Los éxitos pueden ser solamente alcanzados cuando cada consideración ha sido dada para establecer una mezcla de color apropiada y un real ambiente de selección.

## 6.2 LUZ, MODIFICADOR Y OBSERVADOR

La aceptación estética de una restauración fabricada para reemplazar o restaurar un faltante, o un diente enfermo es influenciada por un gran número de factores. La prótesis, es confinada a un pequeño área del ambiente oral, se recibe una escasa iluminación posterior. Una mezcla de color, o un apareamiento con los dientes naturales adyacentes, u otras restauraciones deben ser empleadas. El color resultante de la restauración será afectado por una gran variedad de fuentes de luz con muchas distribuciones espectrales de energía diferentes.

El sol es la fuente primaria de luz natural y es aceptada como patrón. La pregunta surge teniendo en cuenta la hora exacta del día, bajo ciertas condiciones atmosféricas el sol se convierte en patrón. El sol de las tardes y las mañanas son radicalmente diferentes en color cuando son comparadas al sol del medio día; tanto las nubes como la contaminación del aire influyen ampliamente en la calidad de la luz recibida del sol.

La luz del cielo del Norte a las 12 del día está considerada en promedio patrón para la mezcla de color.

Desafortunadamente, es poco práctico y casi tan imposible de usar como la única fuente de luz patrón para la mezcla de color en Odontología. Una aceptable mezcla de color puede ser solamente lograda cuando la luz incidente es modificada en la misma forma por ambas, tanto la restauración como los dientes adjuntos.

La textura de la superficie, condición presente en la restauración y en los dientes naturales, controla el grado de reflexión o esparcimiento de la luz que incide en ellos. Hay muchas variaciones de texturas posibles en dientes naturales.

Esto debería ser considerado como parte vital de cualquier comunicación, o una petición de orden de trabajo, teniendo en cuenta la fabricación de una restauración destinada a restaurar, reemplazar o estar adyacente a la condición observada de la superficie. (Véase diapositiva No. 1).

Las superficies de los dientes en la diapositiva No. 2 fueron secadas antes de que la fotografía fuera tomada.

Cuando la saliva se deja en los dientes, mucha de la irregularidad de la superficie y asperezas se llenan, resultando en un resplandor más intenso. La diapositiva No. 3 es una fotografía de estos dientes, sin embargo, en esta instancia, la saliva no fue removida. Esto causó una disminución en el esparcimiento de la luz, dando como resultado una superficie de gran resplandor.

Este aumento en resplandor o reducción de esparcimiento, puede también ser logrado en una restauración con el uso de materiales de cristal con superficie de baja fusión de porcelana. La selección de sombra debería ser hecha habiendo secado previamente los dientes para permitir que la textura y el color sean vistos.

El humedecimiento de la superficie de una restauración o de un diente natural incrementará el resplandor o brillo de éste. El líquido es una caja separada y tiene la primera superficie de reflexión de la luz incidente (de 4 a 5%).

La luz remanente choca luego contra la superficie del cuerpo de porcelana y se presenta de nuevo una primera superficie de reflexión. Esta se presenta en cada interfase, sin tener en cuenta los materiales de estas interfases. No existe diferencia en la cantidad de primera superficie de reflexión y una alta o baja superficie de resplandor en una restauración.

Cuando la mezcla de sombra o selección es causada en una superficie de alto resplandor en el mismo ángulo como en el ángulo reflejado de la luz, es difícil o casi imposible ver el color. En esta situación, el color observado es el color de la luz de la misma fuente. Una corrección puede ser hecha cambiando el ángulo de la unidad hasta que el resplandor es eliminado y el color puede ser visto.

Las restauraciones mostradas en la diapositiva No. 4 fueron fabricados usando el mismo cuerpo opaco y la misma sombra del cuerpo de porcelana, estructuras metálicas idénticas y espesor, así el proceso de porcelana fue fuertemente controlado.

La única variación permitida fue la condición de la

superficie (notese que parecen ser matices diferentes). Esto es una muestra de cuan arbitrariamente la caracterización de la superficie puede dramáticamente cambiar el color aparente de la restauración, que de otra forma pudo haber sido aceptable. Esto no implica que una caracterización especial sería eliminada; donde la edad y los hábitos, han alterado la superficie, el color y la forma del diente, condiciones similares a éstas podrían ser incluidas como parte de cualquier esfuerzo restaurador.

Estos efectos especiales o costumbres influyen en la habilidad del observador para ver el color como una mezcla de sombra satisfactoria. La restauración debería tener el mismo resplandor y textura de superficie, igual a la de los dientes naturales secos. Una vez que ambos son humedecidos con saliva reflejarán la misma cantidad de luz.

El resplandor es determinado por la textura de la superficie del objeto.

Un espejo tiene un brillo máximo debido a que refleja el 100% de la luz incidente a un ángulo muy estrecho. Donde la textura de la superficie natural de los dientes, y la restauración no son la misma habrá una diferencia en la cantidad de brillo. Esta diferencia es causada por variaciones en el esparcimiento de la luz, y la restauración aparecerá como una mezcla inadecuada.

Cuando la luz entra al cuerpo de porcelana es inmediatamente esparcida en todas las direcciones. El esparcimiento es causado por la refracción de la luz dentro de la porcelana. La energía u ondas luminosas cambia de dirección hacia cada uno de los límites del vidrio, colorante y fase cristalina. Esto es causado por diferencias en el índice de refracción de cada material.

Cuando la luz es esparcida de manera incontrolada, se le ha permitido pasar a través del material, éste se conoce como translúcido. Es imposible ver claramente a través de materiales translúcidos la luz que está siendo esparcida y reflejada internamente, mientras que, la luz entra a una restauración de porcelana un gran porcentaje de la energía es reflejado a la superficie y nunca alcanza la capa opaca.

La porcelana dental modifica la luz en tres formas primarias:

- Transmisión
- Reflexión
- Absorción

La transmisión describe aquella porción de la luz que alcanza

S C I B  
00026597

o pasa a través de la porcelana translúcida a la capa opaca.

La reflexión involucra tanto la primera superficie de reflexión, como la reflexión interna.

Las dos causas principales de la luz visible que se pierde por absorción son: La capacidad propia de la porcelana para absorber, y la habilidad de absorción de los colorantes usados en el material.

Cada colorante tiene una capacidad diferente para absorber longitudes de onda específicas. La porcelana dental translúcida que no contiene colorantes, absorbe cantidades iguales de cada longitud de onda a través del espectro visible, excepto una leve y más alta absorción en la región azul del espectro.

La espesura de la porcelana dental translúcida es una variable que aumenta o disminuye los factores de transmisión, reflexión y absorción. Esta propiedad o peculiaridad como resultado de diferencias de color, mientras que la espesura de la porcelana es alterada. Dos muestras de dentadura de porcelana comercialmente disponibles fueron procesadas de acuerdo a las direcciones del manufacturero. La sombra usada fue de rango medio en la guía de sombra. La espesura de la muestra No. 1 era 1 mm., mientras que la muestra No. 2 se hizo más espesa, 1.8 mm. (Véase diapositiva No. 55).

Debido a que la muestra No. 2 tenía un contenido de colorante conmensurablemente más grande. Ambas muestras fueron medidas en un espectrofotómetro para determinar la diferencia de transmisión, reflexión y absorción.

La diferencia de espesor dio como resultado una variación de color. La diapositiva muestra las curvas (transmisión, reflexión y absorción), obtenidas de ambas muestras de porcelana. La segunda muestra (1.8 mm) tiene menos transmisión de luz debido al volumen más grande del material y absorción de colorantes y la reflexión de luz internamente. El aumentado número de interfases resultó en esta muestra de una reflexión de luz más alta.

Las curvas TRA muestran más absorción en el área azul del espectro visible y disminuye la absorción en la región roja debido a un alto contenido de partículas de colorante naranja amarillento.

Todos los cuerpos translúcidos de porcelana, sin tener en cuenta la sombra, reaccionan de esta forma: A medida que el espesor es aumentado, la absorción y la reflexión interna se vuelve más grande y la cantidad de luz transmitida alcanza la zona opaca.

El valor del color en la Escala Munsell puede también cambiar mientras el espesor aumenta o disminuye.

Las muestras usadas en la diapositiva No. 55 permiten apreciar este fenómeno. La muestra de 1 mm tiene un valor de 6.73, mientras que la muestra más espesa tiene un valor de 7.12. Esta diferencia en valor es debida a un cambio de espesor y variará con cada sombra usada de acuerdo a los colorantes contenidos en la formulación. La muestra más espesa tiene una cantidad más grande de esparcimiento interno, dando como resultado una mayor reflexión de luz hacia el observador. Además del colorante blanco usado en esta sombra, también aumenta la reflexión y explica por qué la segunda muestra tiene un valor más alto y aparece más iluminada. Con las sombras más esparcidas el valor será más bajo, mientras que la espesura aumenta.

La diapositiva muestra la curva de reflexión para el opaco específico sugerido por el manufacturero para ser usado conjuntamente con el cuerpo de porcelana seleccionado. (Véase diapositiva No. 55). Esta muestra opaca es de 3.2 mm de espesor para alcanzar una opacidad absoluta. En la diapositiva No. 56 tiene un valor de 7.85 que lo hace más claro que las dos muestras de cuerpo de porcelana.

Uno de los problemas más serios encontrados con algunas dentaduras de porcelana, es el hecho de que opacos y materiales de cuerpo de chapas no son combinados por matiz, valor y croma.

Esto da como resultado en fabricación de mezcla de sombra una tarea difícil, y es la razón para que cambios notables de color se presenten como ocurre en cambios de espesor. Esto reducirá la aparición de lugares brillantes de muestras de opaco a través de áreas delgadas de cuerpo de porcelana; ayudaría también a eliminar algún cambio en las tres dimensiones de color entre muestras espesas y delgadas.

Los usuarios de estos materiales pueden ajustar el color del opaco para aproximar una mezcla al cuerpo de porcelana, utilizando modificadores de opaco y tinte. Los ajustes en información de color en datos personales resulta en la acumulación eventual de un número suficiente de experiencias que permiten modificaciones al opaco para compensar las variaciones anticipadas de espesura.

Los cambios pueden ser fácilmente hechos a un valor de color más bajo. Es, sin embargo, imposible aumentar el valor del color sin aumentar la opacidad y la vitalidad restante.

Los procedimientos técnicos usados en el proceso de porcelana afectan la translucencia de la prótesis final. La transmi-

si3n, reflexi3n y absorci3n son diferentes con cada sombra. Adem3s de estas variables la calidad y condensaci3n alcanzada cuando se aplican los polvos de porcelana determinar3n la cantidad de espacio abierto o vaci3s presentes que caliente la restauraci3n. En cada interfase entre el vaci3o y la porcelana hay una diferencia en el 3ndice de refracci3n que hace que la luz cambie de direcci3n, lo que resulta en un esparcimiento. Como ya fue citado anteriormente, el esparcimiento aumenta la opacidad.

El esparcimiento que resulta por falta de condensaci3n hace que la porcelana aparezca algo parecido a la tiza "Chalky" o m3s blanco. Un t3pico ejemplo de esta opacidad aumentada o falta de translucencia pueden ser observadas cuando se hacen adiciones de porcelana sin remojar la superficie del cuerpo de porcelana o la condensaci3n adecuada del nuevo material agregado.

La duplicaci3n de la textura de la superficie o brillo de los dientes adyacentes a la restauraci3n es importante porque determina la exactitud con la cual una mezcla puede ser efectuada.

Despu3s de la reflexi3n de la "Primera superficie", el esparcimiento y la reflexi3n interna toma lugar una porci3n de la luz que alcanza la zona opaca y puede ser absorbida o reflejada.

La porci3n reflejada sigue el mismo proceso de esparcimiento, tal como se hizo al penetrar la porcelana. Un alto o bajo resplandor en la zona opaca da como resultado un cambio en el valor del color en la restauraci3n. Mientras m3s alto es el resplandor de la capa opaca, mayor es el valor del color. Un brillo bajo en la zona opaca, har3 que el cuerpo de porcelana aparezca m3s oscuro.

Este factor es una consideraci3n importante, donde la espesura anticipada del cuerpo de porcelana es m3nima. Una cantidad mayor de esparcimiento ocurrir3 cuando la luz llega sobre el brillo m3s alto de la zona opaca, y proveer3 de mayor vitalidad al cuerpo delgado de porcelana.

**6.3 LOS COLORANTES USADOS EN PORCELANA DENTAL.**

Los colorantes o pigmentos usados en porcelana dental son los 3xidos met3licos. Dichos colorantes son hechos oxidando metales espec3ficos en combinaci3n con una base de vidrio.

Estos colorantes son disponibles en gran variedad de matices, teniendo en cuenta que todos poseen croma muy fuerte.

Los óxidos metálicos usados en porcelana dental se caracterizan porque se queman cuando son expuestos a alta temperatura. La temperatura exacta a la cual esto ocurre varía según el colorante, dependiendo del elemento usado para producir el pigmento. Esto limita el número.

La diapositiva No. 60, muestra cuatro colorantes típicos de óxidos metálicos. Ellos son:

- Anaranjado. Vanadio, Zirconium e Indio.
- Negro. Cobalto, Hierro y Magnesio.
- Amarillo. Vanadio y Zirconium.
- Azul. Vanadio, Sílice y Zirconium.

Cada colorante debe tener un resistencia de temperatura más alta que la temperatura de la porcelana de la cual son parte, esto para asegurarse de que no van a sufrir alteraciones. Pigmento rojo de un croma tiene más baja resistencia de temperatura que todas las temperaturas límites de la porcelana dental. El único colorante disponible en él es el color rosa de bajo croma.

Esta limitación (resistencia de temperatura) de pigmento es una razón para la desaparición aparente o debilitamiento de colores, cuando la porcelana es expuesta exageradamente al fuego, o se logra por períodos largos de alta temperatura. Cuando ocurren estas violaciones técnicas, se dan cambios en una o más de las tres dimensiones de color.

Los pigmentos usados en la coloración de la porcelana dental son básicamente aquellos que son usados en las baldosas de cerámica comercial.

Los fabricantes que producen este tipo de productos usan estos pigmentos en superficies que reflejan materiales, y compran en grandes cantidades para asegurar la consistencia del color. Hay, por eso, poca necesidad de horneamiento extenso, y así dar un control de colorantes.

El volumen relativamente pequeño de material necesitado para el color de la porcelana dental impide el privilegio de exigir a los productores de pigmentos de óxido metálico para incorporar en sus procesos de control especificaciones rígidas, teniendo en cuenta el tamaño de la partícula y la mezcla de color.

Los colorantes usados en porcelana dental oscilan en un tamaño de 2 a 8 micrómetro (0.001 mm). Esto son añadidos a la porcelana básica y mezclados suficientemente para garantizar una distribución uniforme.

Este procedimiento de manufactura coloca a los colorantes

entre las partículas de la porcelana. Cuando esta mezcla es llevada a su temperatura máxima, las partículas de porcelana se funden para formar un sólido. Los colorantes son dispersos independientemente a través de la porcelana fundida.

La diapositiva No. 61 es una fotografía obtenida de un microscopio electrónico con un aumento de 5000 x de una sección de porcelana dental fundida. Si los colorantes fueran llevados a un temperatura que permitiera fusión con la porcelana, todos los colores serían eliminados.

La sombra de la restauración depende del esparcimiento de la luz a través de la porcelana y reflejándola de las superficies de los colorantes dispersos independientemente.

En cada interfase, o punto de contacto, una porción de la luz es absorbida y la remanente es reflejada. Cualquier efecto que prevenga la luz antes de entrar en la porcelana disminuye la translucencia del material, eliminando el proceso de esparcimiento y absorción descrito anteriormente.

**6.4 COLORANTES. SUPERFICIES DE TINCION.**

La habilidad de llevar a cabo una combinación de color usando sombras básicas en los utensilios de la porcelana es la meta de la mayoría de los ceramistas dentales. Sin embargo, es a menudo necesario modificar una restauración terminada con superficies de tinción para obtener una mezcla de colores más satisfactoria o crear una caracterización especial.

El aparato de comunicación ideal o referencia sería una muestra real que duplica el color, detalle necesitado en la restauración propuesta. Una fotografía a color provee de excelente registro de manera existente el colocamiento de tintes y ofrece la oportunidad de registrar la necesidad de adición o alteración. Aunque el color en la fotografía es raras veces exacto, a menudo mostrará la distribución de color gingival tercio medio e incisal.

Otra alternativa es un diagrama como el que se aprecia en la diapositiva No. 62, permitirá ver el detalle del rango y espaciando las sombras requeridas, la localización exacta de caracterizaciones especiales y la inclusión de información adicional, teniendo en cuenta la anatomía de cada unidad involucrada en la restauración.

Los tintes de superficie pueden realizar la apariencia de una restauración, solo cuando el ceramista tiene un completo



conocimiento de la alteración de los colores. Los utensilios de tinción, usualmente, incluyen los colores primarios (marrón rojizo, amarillo y azul); de estos se obtienen los colores secundarios naranja, verde y púrpura.

Cualquier combinación de colores complementarios del marrón - verde - rojo, azul - naranja - amarillo púrpura producirá varios valores del gris. Variando la combinación de los colores básicos en los utensilios de tinción, casi todos los colores pueden ser mezclados.

Cuando se ensayan cambios con el matiz, una atención especial debe ser dada al efecto de colores añadidos, o tintes, pues se combinará con colores ya existentes en la restauración. Un ejemplo de esta interacción de color puede ser ilustrado cuando se ensaya un cambio de gris amarillento por un matiz rojizo sin bajar agudamente el valor.

Un gris amarillento tiene un matiz verde y el rojo es el color complementarios del verde. El resultado de combinar los dos es la creación del gris. Disminuyendo el valor sin un cambio de croma o matiz puede ser logrado con la aplicación de un tinte a la superficie. La preparación de tintes grises es una consideración importante. Cuando el gris es hecho por combinación de colores que son complementarios al color principal en la restauración, puede presentarse el metamerismo.

Un tinte hecho de naranja y azul o rojo y verde cuando se aplican a una restauración con matiz naranja, parecería muy rojo bajo la luz incandescente. En este ejemplo, el tinte gris sería hecho por combinación de amarillo y violeta para obtener los resultados deseados.

Mientras sea posible aumentar el croma y disminuir el valor es extremadamente difícil disminuir el croma o aumentar el valor. Debido a que los tintes blancos no son transparentes, su uso aumenta la opacidad de la restauración. Este problema puede a veces ser resuelto creando la ilusión de un cambio en croma y valor.

Una restauración que es amarillenta puede ser más amarillenta cuando se añaden pequeñas cantidades de su color complementarios: El violeta. El violeta refuerza el amarillo, haciéndola aparecer aumentado en croma.

Tintes de superficies pueden ser usados para cambiar la anchura aparente o longitud de la restauración. El coloreo horizontal colocado en el área cervical, de calcificación disimulada o relleno y alteraciones al incisal tiende a crear la ilusión de una anchura más grande. Así mismo, adiciones de tintes similares colocadas verticalmente para su

visualización incrementará la longitud de la restauración.

El uso de tintes por su opacidad inmediata reduce la cantidad de luz que penetra la porcelana y disminuye la reflexión interna causando un cambio en el valor y una baja de la apariencia natural de la restauración.

### **6.5 METAMERISMO**

La eliminación del metamerismo en porcelana dental es básicamente un problema de manufactura. Las curvas de reflexión para ambos (los dientes de porcelana y los naturales) deben ser idénticas para garantizar de que aparecerá como una mezcla de color bajo todas las condiciones de luz.

Los colorantes usados en porcelana dental deben tener niveles específicos de temperatura para eliminar la posibilidad de perder su efectividad durante el proceso. Estos dos requerimientos automáticamente limitarán el número de colorantes o pigmentos disponibles para manufactureros de porcelana dental.

El procedimiento para manufacturar materiales que son capaces de alcanzar mezclas de colores invariables como sigue:

- a. Los materiales ópticamente similares deben ser usados tanto en el patrón como en la muestra.
- b. Los colorantes idénticos deben ser usados en la misma forma expresada anteriormente.
- c. El procedimiento del procesamiento de colores similares, debe ser usado del igual forma.

Cada vez que el hombre intenta duplicar los colores presentes en la naturaleza, las tres reglas de mezclas exactas de color se rompen. Esto elimina la probabilidad de desarrollar materiales que permitirían mezclas de colores " perfectas " en todas las situaciones de luz.

La meta de la mezcla de color en Odontología es lograr una mezcla de colores que permita a las restauraciones ser estéticamente agradable.

Para determinar si un diente natural en una restauración muestran metamerismo, lo único necesario es verlos bajo diferentes fuentes de luz. Tanto los dientes naturales como la restauración deben ser comparados simultáneamente bajo cada fuente de luz. Si la restauración y el diente natural

(sombra de guía) se mezclan bajo una lámpara incandescente, un segundo chequeo de metamerismo bajo otra fuente de luz, como lámpara fluorescente deben ser hechos.

Donde la mezcla de color debe ser hecha bajo ambas fuentes de luz (incandescente y fluorescente) se puede suponer que las dos muestras se mezclarán en la mayoría de las situaciones de iluminación. Otras comparaciones usando otra fuente de luz que resultan otra mezcla de color, refuerzan la posibilidad de que una mezcla constante existirá bajo todas las fuentes de luz.

Cuando una mezcla de colores se logra solamente bajo una fuente de luz y una inadecuada mezcla bajo otra fuente de luz son llamadas Pares Metaméricos. Se debe decidir si se minimiza o se reduce el fenómeno. La selección de una sombra diferente que no exhibe el mismo grado de metamerismo, pero que todavía permite una mezcla agradable estéticamente, esto sería la solución.

Una inadecuada mezcla ocurre cuando una de las mezclas son vistas bajo luz incandescente y la otra es observada bajo una fuente de luz diferente. Esto no es metamerismo, pero es el efecto de diferentes espectros de distribución de energía de dos fuentes. Cuando las comparaciones de color se hacen a diferentes horas y la memoria es usada para relacionar la información de color sucede una inadecuada mezcla.

Debido a diferencias físicas y químicas entre el diente natural y el de porcelana, mezcla de color perfectas bajo condiciones de iluminación son virtualmente imposibles. En la mayoría de las veces, los dientes de cada individuo muestran una variedad de sombras. En la mayoría de las apariencias artificiales, la restauraciones suceden cuando cada diente es fabricado para tener la misma forma anatómica y color idéntico. Este tipo de esfuerzo restaurador es fácilmente reconocido como falso.

Todo diente natural tiene fluorescencia, el efecto es unos dientes más brillantes, más blancos. Los rayos ultravioletas emitidos del sol son la causa de este fenómeno. Un resultado similar se puede producir por fuentes de luz que producen radiaciones ultravioleta.

Los manufactureros son limitados en la selección de tales agentes por posibles efectos dañinos laterales en el ambiente oral donde eventualmente serán colocados.

La diapositiva No. 63 es una fotografía de un diente natural y la fluorescencia que sucede cuando el paciente es expuesto a la luz ultravioleta.

La diapositiva No. 64, muestra las variaciones producidas por varios agentes fluorescentes usados en las muestras de guía de sombra. Algunas porcelanas incisales mostradas en la fotografía indica que un agente no fluorescente fue usado. Esto es válido para algunas áreas gingivales. Dentro de la misma guía de sombra hay muestras que fluorescen y otras que no. Estas inconsistencias se añaden a las dificultades encontradas en la selección de sombra dental.

La diapositiva No. 65, muestra cuatro materiales de porcelana popular intentados para el uso en porcelana fundida a metales de restauración expuesta a la luz ultravioleta. Tres no contienen evidencia de un agente fluorescente, el cuarto en la posición más inferior de la fotografía tiene un agente fluorescente y ha sido incluida para propósitos comparativos. Dos de las guías de sombra son representativas de contener un material fluorescente.

Estas variaciones en la formulación entre los polvos de porcelana y sus guías de sombra representativas, complican los esfuerzos para realizar una mezcla de sombra apropiada.

## 7. DESARROLLO DE UN SISTEMA DE ORDEN DE COLOR DENTAL

Cuando una porcelana dental o utensilios de apariencia plástica están siendo introducidos, el manufacturero de estos materiales también provee una guía de sombra que presenta la sombra que está siendo ofrecida. Las guías de sombra son usadas por el equipo dental para seleccionar colores específicos que van a ser parte de la restauración del paciente. Cuando todos estos dientes de los pacientes van a ser reemplazados, el margen de sombra disponible no es de suprema importancia.

Cuando una restauración de dentadura parcial removible o flexible es construida y las guías de sombra son comparadas con un diente natural, la selección de sombras se convierte en una tarea más difícil.

La confusión y los obstáculos encontrados en este reto son el resultado de cuatro factores principales:

- a. Variación en los procedimientos de manufactura que tienen que ver con la química (porcelana o plástico), forman caracterización de tinte y distribución de color en las muestras de sombra.
- b. Las sombras de guía que representan la dentadura de porcelana, materiales de apariencia estética, no satisfacen el rango total de color (matiz, valor y cromo) contenido en el espacio de color ocupado por los dientes naturales. Los colores o sombras de dientes artificiales fueron desarrollados para producir una variedad de color agradable.
- c. Las muestras de guía de sombra no son presentadas en un orden de color visual. Sin un plan racional para mostrar el espacio de color, no es posible presentarlos en un orden lógico visualmente en el cual, el ojo es guiado naturalmente hacia el punto de mezcla.

Esto es cierto, bien en una muestra real que se une a los dientes naturales del paciente, o en una porción visualmente entre las muestras adyacentes que son por si mismas acomodadas de manera visualmente funcional.

En 1974, J.M. Ney Company aceptó el reto de una investigación y proyecto de desarrollo para solucionar muchas de estas

irregularidades, la meta era determinar la distribución y la frecuencia de los colores naturales del diente y producir un nuevo material.

Este esfuerzo fue acoplado con un programa para desarrollar ayudas de enseñanzas para el personal en la profesión dental que incluía la aplicación de los principios de la ciencia del color y proveía de una herramienta útil (guía de sombra) que permitiría al practicante seleccionar rápida y completamente la sombra correcta y comunicárselo al técnico.

Los dientes humanos o dientes artificiales no pueden ser considerados una muestras óptima para las mediciones del color. Esto debido a sus pequeñas dimensiones y deben modificarse la óptica en los instrumentos de medición de color. A menos que esto sea hecho, puede esperarse una disminución en la exactitud.

La superficie de un diente natural y uno artificial tienen brillo, textura y forma variable haciendo la postura de la muestra con respecto al rayo de medición de la luz, un procedimiento crítico.

La translucencia de la superficie puede ser una limitación más de la exactitud de las mediciones resultantes.

Las medidas originales de color fueron obtenidas de dientes naturales y muestras de guía de sombra obtenidas de un material blando. Luego fueron presentadas al instrumento en el cual se consideraba la relación para cada medición.

Para cada clase de medición adquirida, las muestras fueron puestas en el receptáculo en la manera como se describió, medido y removido del instrumento y el proceso repetido.

El dato de la diapositiva No. 66 fue estudiado detenidamente y se concluyó que las mediciones obtenidas indicaban ampliamente una expansión considerada aceptable. Como consecuencia se diseñó y manufacturó una muestra especial para receptáculos o poseores.

En la diapositiva No. 67 se compiló esta muestra de receptáculo o poseor. Los resultados de mediciones indicaron que se podía obtener mediciones exactas y confiables.

Los colores fueron medidos usando el General Electric Recording Spectrophometer, que se considera como el instrumento fundamental para mediciones de reflexión. El poseor mejorado fue usado en la postura de todas las muestras y fue incluido en esta medición un componente especular. La óptica de los instrumentos fue modificada para

que las áreas de 2 x 2 mm pudieran ser medidas en la gíngiva, en el tercio medio e incisal.

El dato CIE resultante fue computado para fuente C (luz del día) y luego convertido a Munsell para comparaciones visuales.

Análisis detallados de la medición tomados de estas tres áreas de cada muestra, reveló que estos cubrían esencialmente el mismo rango en espacio de color, mientras, habían ciertas tendencias aparentes, no se pudo establecer relaciones positivas entre las áreas. Los mismos colores se presentaron con limitadas excepciones en las tres áreas. Además, se determinó que el rango de color de cada muestra era más bien limitado. Por esta razón, la medición para cada muestra fueron promediadas y éste es el dato presentado en los diagramas y registros.

Como los dientes naturales fueron extraídos e inmediatamente fueron sumergidos en una solución de saliva sintética para así preservar y mantener el color de los dientes extraídos hasta que la medición pudiera ser cumplida.

Los dientes extraídos, obtenidos diariamente en cirugía oral, fueron primero limpios e inspeccionados visualmente. Un diente natural es observado de manera usual en una condición húmeda. Ha sido determinado que las medidas de color eran importantes diferentes en muestras secas. Las medidas eran, por eso obtenidas con las muestras algo humedecidas de la saliva artificial. El sexo, la edad mostraron asegurar que todos los segmentos de una población sería representada en el dato resultante.

La esfera en la diapositiva No. 69 es una representación gráfica del espacio total del color. Una porción del borde (línea punteada) removida de la esfera e ilustra una porción relativamente pequeña de espacio de color ocupado por los dientes naturales.

Las primeras mediciones de color fueron hechas en las tres guías de sombra tradicional. Dos eran porcelana y la tercera era una guía de sombra plástica. Las áreas medidas en estas guías de sombra fueron las mismas que las áreas en las muestras de dientes naturales.

La diapositiva No. 70 ilustra el espacio de color ocupado por las tres guías de sombras medidas.

Los parámetros del espacio de color ocupado por los dientes humanos fueron establecidos con los datos obtenidos de muestra de dientes naturales que van de la número 1 hasta la número 60. Las medidas de muestras de la 81 hasta la 120

fueron incluidas en el espacio planeado para indicar la densidad de posición. Los datos obtenidos de las muestras 121 hasta la 268 fueron también planeadas, sin embargo, como no influenciaron las dimensiones del espacio de color fueron eliminadas para reducir la confusión.

En la diapositiva No. 71 se representa el espacio de color ocupado por las muestras de dientes naturales de la No. 1 hasta la No. 120, se determinó no ser apropiados para instrumentos de medición.

En estas últimas diapositivas (70 y 71) se aprecia un ejemplo gráfico de una de las diferencias en la selección de materiales y procedimientos.

La diapositiva No. 72 es una mezcla de parámetros de espacio de color de dientes humanos y artificiales y guías de sombras plásticas.

El matiz, valor y croma son límites extremos o parámetros de espacio de color ocupados por los dientes humanos y las muestras de guías de sombra medida. Los rangos de matiz de las guías de sombra indican que ellos no se extienden mucho en la región amarillo - rojo. El valor de las guías de sombras no se extienden suficientemente bajo (oscuro) en sus medidas. El rango de valor de los dientes naturales era 5.81 a 7.98 como se ve comparó a la guía de sombra más oscura medida a un valor de 6.57. Esto sugiere que los ceramistas, a menudo, modifican sus resultados con superficies de tinte gris.

La deficiencia baja de valor encontrada en algunas guías de sombra son más populares y sus muestras son más frecuentemente seleccionada. Croma, la tercera dimensión de color, que medida de diente natural como 0.8, muestran la medida más baja en las guías de sombra era 1.5.

Esta falta de sombras de dientes artificiales más grises es una deficiencia seria. Las medidas obtenidas de las guías de sombras plásticas representa el color agradable del diente. Se están haciendo ensayos por manufactureros de dientes plásticos y de porcelana para extender hacia extremo final del color, por medio de la introducción de nuevas guías de sombra y la extensión de guías de sombra existentes.

Estos esfuerzos no han solucionado el problema porque las nuevas adiciones y la extensiones se basaban en una filosofía agradable del color y no en una natural medida del espacio de color del diente.

La diapositiva No. 73, muestra el color de el diente masculino y femenino natural y, separadamente, el color de un



diente masculino y otro femenino. Las medidas y datos de análisis indican que el espacio de color ocupado por los dientes naturales es más grande que el ocupado por las tres guías de sombra medidas.

## 8. UN SISTEMA DE GUIA DE SOMBRA TRIDIMENSIONAL

Un sistema lógico de orden para los colores dentales con materiales representativos necesitan de las muestras de guía de sombra. El sistema debe incluir los extremos del espacio de color de los dientes humanos y aprovisionarse para una mezcla de colores exacta e intermedia con las de guía de sombra.

La diapositiva No. 74 ilustra un sistema de guía de sombra tridimensional basado en este concepto. Los números representan los límites del espacio de color necesitados para reproducir los colores naturales del diente. Las figuras 1 y 2 representan los límites del valor bajo del crom. El lado A es amarillo - rojo y el lado B es amarillo extremo en la dimensión del matiz.

Como las sombras se extienden hacia afuera en la figura 1, ellas aumentan en crom y disminuyen en valor; de igual manera se indican las medidas del color del diente. El plano del valor más bajo es más pequeño en tamaño que el valor del plano superior, tal como se presenta en la medida del diente natural. Como los dientes se vuelven más oscuros, o bajo en valor, su crom usualmente aumenta. Las sombras D, E, y F son el mismo matiz, pero aumentan en crom y se convierte más oscuro en valor porque van hacia la figura 3.

La sombra M es diferente a la D, ambas tienen aproximadamente el mismo valor y la diferencia entre las sombras D y K está principalmente en el valor, con K tiene un valor inferior debido a que las sombras están colocadas en un sistema de orden de color lógico, arreglos o interpolación entre sombras pueden ser fácilmente logrados.

Si se desea crear una nueva sombra localizada entre las sombras K y L, el ceramista simplemente mezcla K y L al porcentaje adecuado. Esto es posible en cualquiera de las tres dimensiones: matiz, valor y crom dentro de los límites de la guía de sombra.

Las sombras están lógicamente arregladas u organizadas en su propio orden de color para ayudar al usuario a hacer una selección correcta.

Las muestras de guía de sombra son hechas de capas de porcelana en la parte incisal y cuerpo, y son representativas de las sombras disponibles en la serie de dientes de la dentadura particular. Los materiales de porcelana son identificados con estas mismas guías de sombra.

Cada manufacturero usa una técnica diferente variando el número, color y forma de cada aplicación para producir el resultado estético deseado. La diapositiva NO. 75 es un ejemplo de la variedad de procesos de control usados en la producción de muestras de guía de sombra y dientes naturales. Las guías y los dientes son completamente translucentes y no contienen capa de fondo opaco.

Cuando una guía de sombra de este tipo es usado para seleccionar el color de dientes artificiales para que sean incorporados a una restauración dental, parcial o completa, una aceptable mezcla de color entre la guía y el correspondiente diente manufacturado es implicado. Esto es, porque ambas muestras de sombra y los dientes naturales son hechas usando los mismos procesos de control.

Una solicitud para crear una porcelana fundida a una restauración metálica usando estas guías de sombra como muestras de referencia. En esta instancia la influencia de un fondo metálico y el material de porcelana opacante debe ser compensada en la técnica de laboratorio. Cualquier inadecuada mezcla entre la opaca y el cuerpo de porcelana resultaría en una confusión. La espesura disponible de la mayoría de las restauraciones impide la posibilidad de duplicar las complicadas capas de procedimientos usados para producir la muestra de guía de sombra.

Aunque la guía de sombra y la restauración propuesta son materiales de porcelana, sin embargo, se diferencia óptica y químicamente.

Una mezcla de color incorrecta entre la guía de sombra, restauración y los dientes naturales pueden usualmente deberse a los problemas discutidos anteriormente. Estos factores contribuyen a la necesidad de corregir el tinte de superficie como procedimiento de operar para alcanzar una mezcla de color aceptable.

Las guías de sombra y los dientes de la dentadura correspondiente, a menudo incluyen tintes de superficie incisal. En la diapositiva No. 76 se ve formación de calcificación, líneas de desarrollo y otras características especiales.

Los efectos aditivos cambian el color aparente de las guías de sombra y contribuye a superar las dificultades encontradas cuando se va a seleccionar una guía. La apariencia del color de la guía de sombra no es un representante verdadero y los materiales de porcelana identificados. Muchas guías de sombra incorporan color incisal arbitrariamente seleccionado para ser usados con un color gingival específico, resultando una combinación de color agradable.

Una documentación espectrofotométrica de los colores contenidos con dientes naturales corrigió esta correlación arbitraria entre los colores incisales y gingivales. El hallazgo indica que las áreas incisales y gingivales de los dientes naturales tienen su propio color específico y separado.

La configuración, distribución de color y tamaño de la guía de sombra de los dientes violan cada especificación de una mezcla de color de patrón aceptable. Estas diferencias deben ser eliminadas o disminuidas para permitir al observador ajustar y hacer una interpretación y selección de color más aceptable.

La muestra y el patrón deben ser libres de rayas o imperfecciones de la textura de la superficie que pudiera hacer una mezcla de color más difícil. El tamaño de la muestra y el patrón deben ser igual.

Este problema puede ser eliminado en la guía de sombra creándolo con una superficie plana, la guía de sombra debe combinar tanto la capa opaca como los cuerpos de porcelana que han sido formulado para presentar una mezcla de color. Una espesura típica o mediana deben ser establecidos como patrón y ser usados como una especificación para todas las sombras en el sistema.

El tamaño debe ser similar a las dimensiones de un promedio central y ser cómodo para manipular. La diapositiva No. 77 ilustra un diseño que reúne estos requerimientos. La orilla redondeada de la guía de sombra permitiría la comparación de color del área gingival, mientras cubre o bloquea la influencia del tercio medio y área incisal. la espesura de la muestra es 1 mm, es promedio de mediciones y combinación material de una porcelana fundida a una restauración metálica.

Esta guía de sombra es representativa de los que puede ser producido de materiales de porcelana, similarmente identificado. Muestras de sombra para colores incisales son hechos de la misma contextura como la sombra de los cuerpos. Son puestos borde a borde con parte incisal del diente natural, permitiendo así la comparación de color y evitando la influencia del tercio medio o colores gingivale.

El ojo es capaz de compensar pequeñas imperfecciones y variaciones de tamaño no puede ajustarse por grandes diferencias de dimensión. El tamaño de la muestra y el patrón estándar es 165 x 275 mm. Las recomendaciones de tamaño se enfatizan porque en odontología los problemas de mezcla son únicos.

Un diente central y una muestra de guía de sombra para ser mezclados son de tamaño 8 x 12 mm, aproximadamente, no son uniformes en color o brillo, tienen caracterización especial y no tiene superficie plana, lo cual no debe interpretarse para imposibilitar una mezcla de sombra. Se debe usar la ayuda que prestan las mezclas de color y emplear una luz fundamental y el conocimiento del color para lograr una selección de color aceptable.

La única meta de las muestras de guía de sombra es determinar y seleccionar el color. Los efectos especiales son fácilmente descritos y comunicado gráficamente. Re la guía de sombra sólo debe incluir el tercio gingival o tercio medio del color del diente natural.

El efecto de alto brillo o resplandor en dientes naturales puede ser parcialmente reducida por la curvatura característica de la anatomía de la superficie labial.

Una guía de sombra y materiales de apariencia basados en un orden de color lógico que incluye los extremos límites del espacio de color ocupado por los dientes naturales pueden ser hechos disponibles. El sistema podría ser diseñado para eliminar rasgos negativos encontrados en mezclas de sombra de color dental previas y muestras de selección.

Su uso permitiría al juego dental mezclar, seleccionar y reproducir exactamente los colores involucrados en todos los esfuerzos de restauración. Hay tres excelentes estudios documentados disponibles en el sujeto de mezcla de color visual. Ellos son:

- a. La evaluación visual de las diferencias de color de los materiales opacos.
- b. Prácticas patrones de la examinación visual de pequeñas diferencias de color.
- c. Acercamiento científico o comparaciones visuales de color.

**9. METODO SUGERIDO PARA LA MEZCLA Y SELECCION DE SOMBRA**

En una situación ideal, el observador haciendo la mezcla y selección de sombra crearía también la restauración eliminando la necesidad de comunicación verbal o escrita. Desafortunadamente, esta situación pocas veces sucede.

La cualidad de comunicación entre el observador y la persona que fabrica la restauración, debe, por eso, ser específico y exacto para realizar un resultado aceptable. Disminuyendo el número de personas envueltas en la comunicación de la información de color, se reducirá la ocurrencia de error.

El lenguaje propio del color que incluye matiz, valor y croma debe ser usado para establecer un entendimiento mutuo de la guía de sombra que está siendo descrita. La gente envuelta en cada fase de la mezcla de sombra, selección y fabricación deben ser probados para detectar problemas en la visión del color (ceguera a ciertos colores) y determinar cuan bien pueden ellos discriminar entre pequeñas diferencias de color.

Una persona que a sabiendas que tiene problemas para ver variaciones de colores sutiles, debe pasar la responsabilidad de selección de sombra a otro miembro del personal.

Las pruebas mostradas en la diapositiva No. 78, una vez experimentada, no tienen que ser retomadas para un número de años como una percepción de un individuo, no siempre deteriora rápidamente. Como se dijo anteriormente, la iluminación desde la mezcla y selección de sombra es hecha por medio del uso de lámparas con el color de luz corregida. La misma fuente de luz cuando se usan tanto en operatoria dental como en laboratorio dental provee un patrón importante para el trabajo del color.

El color corregido estará disponible de varias fuentes, tales como: Dura - test, Verta - Ray, Macbeth y General Electric Corporation. Una fuente de luz de color corregido portable, especialmente, desarrollada y diseñada para mezcla de sombra dental es disponible de The J.M. Ney Company.

La luz patrón elegida debe ser capaz de producir 150/200 foot - candles de luz para el área de trabajo. Debido a la alta intensidad y la gran variación en la temperatura Kelvin, repartida por algunas luces de operatoria dental, no son recomendables para su uso en mezcla y selección de sombra.

La siguiente lista de pruebas son a menudo usadas para

evaluar ceguera a ciertos colores y facultades en la discriminación del color:

- Placas Pseudo - Isocromáticas
- FSCT. Prueba de la aptitud del color
- La Fransworth - Munsell 100 Hue Test

Para identificar o impedir una posible creación de mezclas metaméricas serias y chequeo de sombra añadida usando, ya sea fuente de luz fluorescente o incandescente.

Cuando una sombra seleccionada muestra metamerismo con los dientes naturales, el observador tiene dos alternativas. Puede ser elegida una diferencia de sombra o pueden ser ensayado un tinte de superficie. Además de algunas luces que están siendo absorbidas, es más tarde modificada por transmisión a través o reflejada del color de las paredes, cortinas de ventanas, servilletas dentales y la ropa vestida por el equipo o grupo dental, que idealmente, sería el gris neutro del mismo valor que las muestras que se mezclan.

Un Munsell de N7 a N9 es mejor acomodado para propósitos dentales. La pintura de paredes de esta notación Munsell con un nivel de brillo bajo, son comercialmente disponibles de las siguientes fuentes y son identificadas como sigue:

- Benjamín Hoore, Moore - o Matic Universal No. 1634
- Dupon, Abington Grey No. 2701 A, Matte Flat.
- Martín Senour Nuhue Color System No. 14 R 22 Matte Flat

Una segunda elección sería una cubierta libre del color blanco o la adición de un interruptor más oscuro capaz de reducir la cantidad de iluminación hasta que ésta no inflencie la mezcla de sombra. En la última sugerencia, se puede usar una fuente de luz correctora de luz portable para hacer una selección apropiada de sombra.

Habiendo considerado el tipo y la intensidad de la iluminación en el área de selección de sombra y las calificaciones del observador para percibir el color, el método o huellas involucradas en la mezcla real de sombra puede ahora ser subrayado. Los dientes naturales deben estar limpios y secos y el paciente colocado en tal forma que se elimine cualquier resplandor. Cuando un reflejo especular está interfiriendo con el observador que ve los colores de los dientes. La cabeza del paciente debe ser apoyada atrás y lejos del observador hasta que el resplandor es eliminado.

Los efectos especiales, características de costumbre y rangos anatómicos se notan en el orden de trabajo sugeridos en la diapositiva No. 62. El color contenido en el tercio medio y en la parte gingival son visualmente chequeados para determinar si una o dos sombras son necesitadas.

Referencias repetidas a las tres dimensiones de color: Matiz, valor y croma, han sido hechos a través de este texto. Su importancia como parte integral de alguna comunicación de color no puede ser sobrenfatizado.

El matiz puede ser seleccionado, se determina apropiadamente si en el rango amarillo - rojo o amarillo es hecha una comparación visual hasta el matiz más cercano encontrado.

El valor (luminosidad u oscuridad) y croma (fuerza o debilidad) son resueltos de manera similar usando muestras de guía de sombra. Estas selecciones son registradas en la forma del orden de trabajo.

La guía de sombra "lógica" descrita anteriormente hace selección de matiz, valor y croma de forma fácil y sistemática. Si una sombra particular no es representada por una muestra en la guía, un color localizado entre las dos sombras, puede ser logrado mezclando los dos en un porcentaje apropiado.

El cuerpo de sombra sería puesto como se muestra en la diapositiva No. 79. Los colores incisales pueden involucrar cuerpos de color y grados de variación de translucencia o una combinación de ambos, tanto el cuerpo como las sombras incisales. La guía de la sombra incisal debe ser colocada contra el borde incisal y el mismo plano como la superficie labial del diente natural (Véase diapositiva No. 80).

Debido a las dimensiones pequeñas de la muestra de guía de sombra y el diente natural, el ojo se fatigará rápidamente y reducirá la habilidad del observador, viendo éste pequeñas diferencias de color. Mirando lejos de las muestras, cerrando los ojos y luego mirando el color exento de blanco del techo o de las paredes grises neutras, relajará los ojos y restaurará la percepción de color del observador.

Los errores de mezclas se deben al valor, matiz y croma o a la combinación de las tres dimensiones, o por diferencias en textura de superficie, caracterización o anatomía. Se puede corregir por una superficie de tinción o con un color complementario?. La habilidad de hacer ajustes exactos para cualquier problema puede solamente ser logrado cuando haya entendimiento entre la luz y los principios de color aplicados a la odontología.



El sistema de orden de color para sombras dentales descritas requiere del establecimiento y comprensión del lenguaje de color MUnsell (matiz, valor y croma). El equipo dental, una vez adquiere, acepta y usa este conocimiento.

Se estará apto para el reconocimiento de las dimensiones de los colores, seleccionando una sombra apropiada y luego comunicando la información efectivamente.

Como una ayuda en el desarrollo, esta experiencia es entrenamiento y práctica suplementaria de color es adherida a la cubierta posterior. Es una parte de estudio importante.

La repetición de los ejercicios contenidos en el suplemento provee el refuerzo necesario para los principios de un sistema lógico de orden de color dental.

**BIBLIOGRAFIA**

- Billmeyer, Fred W. Jr. and Saltzman, Max. Principles of color Technology. (Tecnología del Fundamento del color). New York: Wiley, 1966.
- Judd, Deane B. and Wyszecki, Gunter: Color in Business, Science Industry, Second Edition. (El color en el Comercio, la Ciencia y la Industria). New York: Wiley, 1952.
- General Electric Company, Light and Color (La luz y el Color). Massachusetts: General Electric Company, 1968.
- ASTM D 1729 - 69, Standard Method for Visual Evaluation of Color Differences of Opaque Materials. (Metodología Standar para una Evaluación adecuada de las Diferencias del Color en los Materiales Opacos). Pennsylvania: ASTM, 1969.
- ASRM E 284 - 67, Standar Definitions of Terms Relating lo Appearance of Materials. (Definiciones Standard dela Terminología Relacionada con la Apariencia de los Materiales) Pennsylvania: ASTM, 1967
- HUEY, Sam J. "Scientific Approach to Visual Color Comparison." (Enfoque Científico para comparar Visualmente los colores). Octubre, 1972, Vol. 44, No. 573.
- HUEY, Sam J. "Standard Practices for Visual Examination" (Prácticas Standard para las Pruebas del Color). February/ march, 1972, Vol. 1 No. 4.