



UNIVERSIDAD

LATINOAMERICANA 21

24.

ESCUELA DE ODONTOLOGIA

INCORPORADA A LA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

COLOR EN ODONTOLOGIA.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

CIRUJANO DENTISTA

P R E S E N T A :

LUZ PATRICIA RAMOS CASTRO

MEXICO, D. F.

1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Nunca en la vida encontrarás vía libre.
El obstáculo, en todas sus formas, en todas sus
magnitudes, ha de salirte al paso... hay un placer
activo y viril en sortear la piedra, el hoyo, la bestia,
el hombre, que nos cortan el paso...

AMADO NERVO

A MIS PADRES

Por haberme guiado mediante sus
consejos, amor y apoyo incondicional.

Gracias por todo

Los amo.

A MIS HERMANOS

Por su cariño y comprensión.

Los quiero mucho.

A MIS AMIGOS

Por su ayuda, confianza y amistad.

A SERGIO RODRIGUEZ

Por su cariño, confianza y apoyo
brindado durante los buenos y malos
momentos.

Gracias.

AL Dr. LUIS CELIS RIVAS

Por ser un ejemplo en la ética profesional,
por su guía en el terreno de la docencia, por
sus consejos y amistad.

AL Dr. ADOLFO TAKANE NOZAKA

Por su sabia dirección en la realización
de ésta tesis.

GRACIAS.

INDICE

INTRODUCCION

1. ANATOMIA Y VISION

- 1.1 El globo ocular y sus componentes
- 1.2 Neurofisiología de la visión
 - 1.2.1 Imagen retinaria
 - 1.2.2 Identificación de la imagen visual
 - 1.2.3 Visión de los colores
 - 1.2.4 Fotoquímica de la visión
 - 1.2.5 Adaptación a la luz y a la oscuridad
 - 1.2.5.1 Adaptación a la luz
 - 1.2.5.2 Adaptación a la oscuridad
 - 1.2.6 Vía óptica
 - 1.2.7 Interpretación del color por el sistema nervioso
 - 1.2.7.1 Persistencia de las imágenes
- 1.3 Anormalidades de la visión y percepción del color
 - 1.3.1 Herencia de la ceguera a los colores
- 1.4 Pruebas para la percepción luminosa y del color.

II. SENSACION DE COLOR

- 2.1 En el mundo físico no existe el color
- 2.2 La función del estímulo del color
- 2.3 Luz (Blanca)
- 2.4 Luces de color y cuerpos de color

III. DEFINICION DEL COLOR

- 3.1 Antecedentes históricos
- 3.2 Definición del color
 - 3.2.1 Dimensiones del color
- 3.3 Clasificación del color
- 3.4 Psicología del color

IV. OBSERVACION DEL COLOR

- 4.1 Factores para la selección del color
 - 4.1.1 El objeto
 - 4.1.2 La fuente de iluminación
 - 4.1.3 El observador
- 4.2 Guía de maticos
- 4.3 Selección del matiz
- 4.4 Procedimiento de selección
- 4.5 Caracterizaciones
- 4.6 Engaño e ilusión

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

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

Estamos viviendo una etapa dentro de la odontología donde los pacientes han incrementado sus requisitos estéticos. No basta con modificar el color y/o forma de los dientes, sino quieren poder observar un aspecto natural de los mismos.

Afortunadamente con la gran evolución que ha tenido la odontología en cuanto a adhesión y nuevos sistemas de porcelana, se pueden conjuntar efectos estéticos muy naturales. Esto ha desarrollado un interés en el paciente, y al mismo tiempo se han vuelto más exigentes, modificando así la respuesta por parte del paciente al esfuerzo realizado por el dentista.

Desafortunadamente, el paciente no se ha podido conscientizar de la importancia que representa el buen funcionamiento del aparato masticador ya que esto podría influir en su salud general; pero cuando se trata de su estética, acude de inmediato a la consulta dental, principalmente si el problema se presenta en la región anterior.

El propósito de este trabajo es capacitar al odontólogo de práctica general a que adquiera las bases para una mejor selección de color y cumplir con todos los requerimientos del paciente.

CAPITULO I

ANATOMIA Y VISION

I.1 EL GLOBO OCULAR Y SUS COMPONENTES

El ojo es un órgano sensitivo complicado; tiene un envoltura protectora que posee un estrato de receptores; un sistema de lentes para enfocar la luz sobre ellos y un nervio para conducir al encéfalo los impulsos que generan éstos receptores. Su forma es esférica, excepto en la parte anterior.

I. ESCLEROTICA. Es una envoltura protectora externa del globo ocular que se modifica en su porción anterior para formar la córnea.

II. CORNEA. Estructura laminar clara compuesta de fibras colágenas y a través de la cual entran los rayos luminosos al ojo, dirigiéndolos a la cámara ocular que se modifica en su porción anterior para formar la córnea.

III. COROIDES. Está contenida dentro de la esclerótica y es una estructura pigmentada que contiene la mayoría de los vasos sanguíneos que nutren a las estructuras del ojo.

IV. RETINA. Reviste las dos terceras partes posteriore de la coroides además de contener a las células receptoras. Es la película fotográfica del ojo que registra las imágenes.

V. LENTE O CRISTALINO. Es una estructura elástica transparente avascular que se mantiene en su sitio por el ligamento circular del cristalino. Concentra los rayos de luz para dirigirlos a un foco de la retina donde se produce la imagen.

VI. CUERPO CILIAR. Es la porción anterior y gruesa de la coroides donde se adhiere al cristalino o zónula.

VII. IRIS. Se encuentra frente al cristalino, siendo una zona pigmentada y opaca que corresponde a la porción coloreada del ojo, sus fibras musculares circulares son las responsables de la contracción pupilar, produciéndose cambios de diámetro hasta 5 veces en la cantidad de luz que llega a la retina.

La pupila aparece negra porque se abre en la oscuridad interior del ojo.

VIII. HUMOR VITREO. Es un material claro, gelatinoso, localizado entre el espacio del cristalino y la retina. Se encarga de mantener la esfericidad del ojo.

IX. HUMOR ACUOSO. Líquido claro que fluye a través de la pupila para llenar la cámara anterior del ojo, y se reabsorbe hacia el interior del canal de schlem, que es un canal venoso en la unión del iris y la córnea.

La retina se dirige hacia adelante casi hasta el cuerpo ciliar y contiene los conos y los bastones que son los receptores visuales, más 4 tipos de neuronas:

- 1.- Células bipolares
- 2.- Células ganglionares
- 3.- Células horizontales
- 4.- Células amacrinas

Los conos y los bastones siguen de la coroides y hacen sinapsis con las células bipolares y éstas son las ganglionares cuyos axones abandonan el ojo como nervio óptico.

Los rayos luminosos pasan a través de las capas de células ganglionares y bipolares antes de llegar a los receptores. La capa pigmentada de la coroides absorbe los rayos impidiendo una segunda reflexión o imágenes visuales borrosas.

La papila óptica es el punto en el que el nervio óptico se une a la retina. Es una zona ciega inútil para la visión, cerca de ésta zona hay un punto amarillo, la mácula lútea, donde se localiza la fovea central, que es una porción adelgazada de la retina exenta de bastones y donde se agrupan los conos. Es el lugar de mayor agudeza visual.

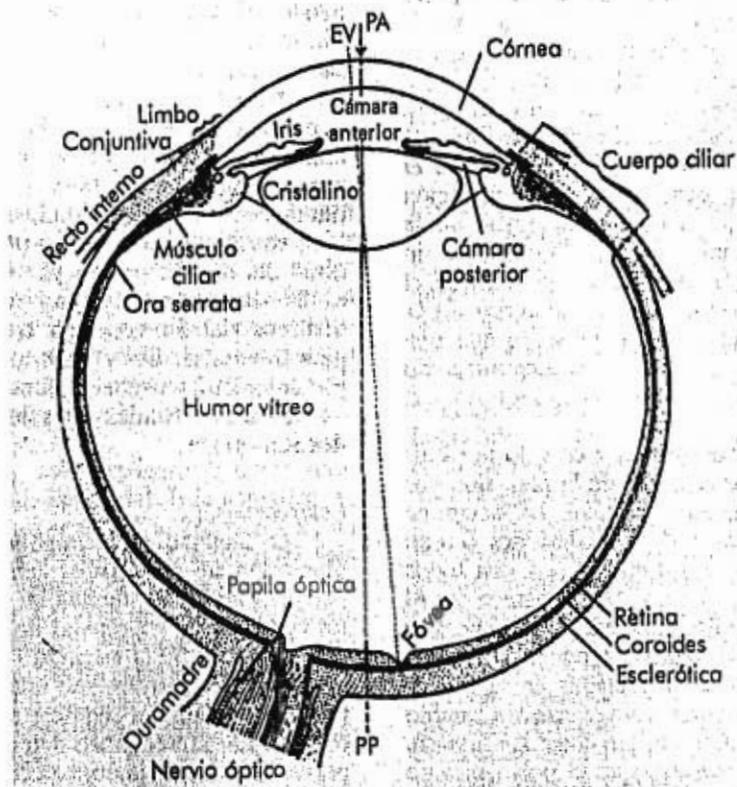


Fig. 1 ESTRUCTURAS DEL GLOBO OCULAR

Los receptores se nutren principalmente por el plexo capilar de la coroides.

Existen aproximadamente 6 millones de conos y 120 millones de bastones en cada ojo humano, pero sólo 1.2 millones de fibras nerviosas en cada nervio óptico por lo tanto la relación de receptores sobre células ganglionares es de 105:1.

Los bastones son muy sensibles a la luz y son los receptores para la visión nocturna (visión escotópica) pero no permiten la visión a detalle y los límites de los objetos o determinar su color. Los conos poseen un umbral más elevado para la luz pero permiten una mayor agudeza y captan la luz brillante (visión fotópica) así como los colores.

De esta manera hay dos tipos de informaciones al SNC desde el ojo:

Una por la proyección de los bastones y otra por la de los conos, a lo que se llama teoría de la Duplicidad.

1.2 NEUROFISIOLOGIA DE LA VISION

El "color" existe en la mente, es visto como el resultado de la penetración de ondas luminosas en el ojo y estimulación de células especializadas. El ojo normal percibe tres bandas anchas de color mezclado:

- 1.- Violeta
- 2.- Azul
- 3.- Rojo

y tres bandas más estrechas:

- 1.- Azul
- 2.- Amarillo
- 3.- Anaranjado

tanto la visión de los colores se basa en dos aspectos fundamentales:

A- La luz y sus leyes físicas.

B- El ojo y sus funciones fisiológicas.

De alguna manera las ondas luminosas son modificadas por todos los objetos físicos. El color aparente de un objeto es originado por la mezcla de las ondas de luz que quedan intactas para estimular los ojos del observador (3). El ojo y el cerebro se adaptan o compensan cuando hay un estímulo cromático. Los ojos convierten la energía del espectro visible en estímulos en el nervio óptico (2).

La luz dirige estas imágenes a las células sensitivas (receptores) de la retina y a través de ellas convierte y transmite la información recibida a centros más altos del cerebro para su interpretación y reacción, es decir, los impulsos se inician en la retina y son conducidos a la corteza cerebral donde se produce la sensación visual. La luz pasa a través de diversas estructuras del ojo hasta llegar a los receptores para convertir la información, sin embargo el ojo produce algunas distorsiones por el cambio de dirección de la luz (del aire a las estructuras oculares) pudiendo ocurrir algunas aberraciones cromáticas. La imagen es enfocada por la musculatura encontrada sobre la capa de células en la retina (superficie posterior de ésta). Cuando la luz se dirige a un ojo, el diámetro pupilar disminuye (reflejo pupilar a la luz, constricción pupilar); pero también ocurre en el otro ojo (reflejo consensual) (7).

I.2.I. IMAGEN RETINARIA

En el ojo, la luz es realmente refractada en la superficie anterior de la córnea y en las superficies anterior y posterior del cristalino. El centro óptico del ojo se encuentra a 15 mm de la retina y es el punto por el cual los rayos luminosos pasan sin refractarse. El reto de los rayos que penetran la pupila desde todos los puntos del objeto son refractados y enfocados sobre la retina. Si se conoce la altura del objeto y su distancia del observador, puede calcularse el tamaño de su imagen en la retina que se encuentra invertida pero sin afectar el aparato de percepción; pues cualquier imagen invertida (desde el nacimiento) se observa en posición correcta y es proyectada al campo visual del lado opuesto al área de la retina estimulada (11).

1.2.2. IDENTIFICACION DE LA IMAGEN VISUAL

A nivel de la retina se empieza a analizar la imagen visual, por lo tanto, el patrón de estimulación transmitido a la corteza visual es muy distinto de la imagen visual real sobre la retina, que rompe esta imagen en dos componentes:

A) Tipo de visión, que es transmitido a lo largo de las fibras del nervio óptico hacia el nervio geniculado externo; es decir, que las zonas luminosas son estimuladas y las zonas oscuras no lo son.

B) Señal que indica cambios de la intensidad luminosa. También es posible que el cuerpo geniculado externo desempeñe gran papel en la visión a colores; ya que puede mirarse una luz roja con el ojo izquierdo y una luz verde con el ojo derecho y observar un color amarillo, lo cual indica que la combinación de colores de los dos ojos por separado ocurre por lo menos en cierto grado en el nivel del cuerpo geniculado externo.

La información visual de la retina incluye 3 procesos eléctricos o "imágenes" la primera imagen formada por la luz sobre los fotorreceptores se transforma en una segunda imagen en las células bipolares y ésta se convierte en una tercera en las ganglionares, que alcanza al corteza occipital.

1.2.3. VISION DE LOS COLORES

Se han propuesto varias teorías para explicar la visión del color, ninguna de las cuales es completamente satisfactoria. La teoría más aceptada es la de Young Helmholtz llamada Tricromática, ésta supone que la retina contiene tres tipos de conos, cada uno de los cuales da origen a una sensación de color en particular, o sea, rojo, verde y violeta. Esta teoría también sostiene que cada uno de estos tipos de conos contiene una substancia fotoquímica diferente y que al ser estimulada por la luz de longitudes de onda apropiadas, sufre fotólisis; cuando se estimulan por igual los tres tipos de conos, se obtiene la sensación de blanco, ante todo porque cada tipo de cono responde a uno de los tres colores prima-

rios. (3).

I.2.4. FOTOQUÍMICA DE LA VISION

Los conos y los bastones contienen productos químicos que se descomponen por acción de la luz, excitando las fibras del nervio óptico. El producto químico en los bastones se ha aislado y se llama Rodopsina y los productos sencillos a la luz en los conos tienen una composición muy similar. Ambos compuestos están constituidos por una proteína llamada opsina y retineno (aldehído de la vitamina A1 también llamados retinales). (7).

I.2.5. ADAPTACION A LA LUZ Y A LA OSCURIDAD

I.2.5.1. ADAPTACION A LA LUZ.- Es común quedar cegado casi por completo cuando se entra súbitamente por una zona muy iluminada desde una habitación muy oscura, o viceversa.

La razón está en que la sensibilidad de la retina no está adaptada al cambio de intensidad de la luz; sin embargo, la retina ajusta automáticamente, su sensibilidad en proporción con el grado de energía luminosa disponible. Aumenta el umbral visual en 5 min. aproximadamente. Para una máxima visibilidad posterior en la penumbra, deben utilizarse bajo luz brillante anteojos rojos, pues la longitud de onda de este color estimula levemente a los bastones y permite a los conos funcionar adecuadamente. (7).

I.2.5.2. ADAPTACION A LA OSCURIDAD.- Cuando se ha pasado un tiempo considerable en un lugar brillantemente iluminado y se desplaza a un medio oscuro, las retinas se vuelven más sensitivas a la luz a medida que el individuo se adapta a la oscuridad, lo cual ocurre en 20 min. como máximo. Esta adaptación está determinada en parte por el tiempo para reponer la rodopsina, pues en la luz el pigmento se degrada continuamente y en la sombra se acumula para la óptima función de los bastones. También ocurre en los conos pero involucrando

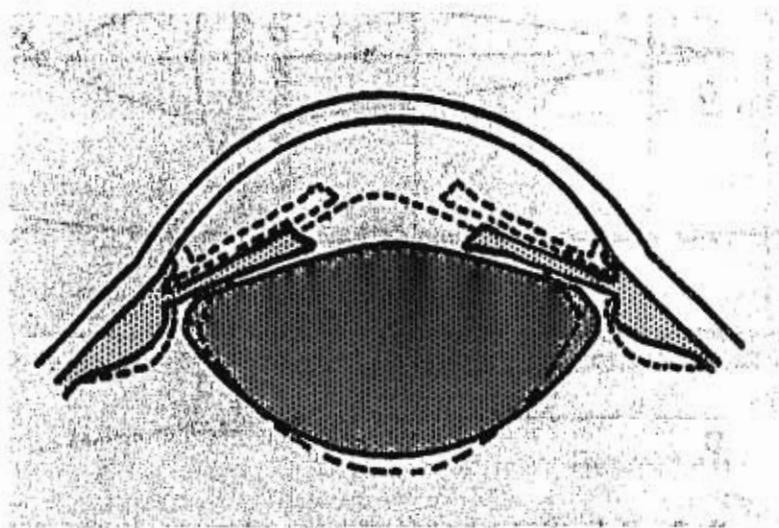


Fig. 2 Acomodación. Las líneas continuas representan la forma del cristalino, iris y cuerpo ciliar en reposo y las punteadas la forma que adopta durante la acomodación.

factores adicionales. (7).

Durante la adaptación a la oscuridad, la sensibilidad de la retina debe aumentar hasta 1,000 veces en unos cuantos minutos, y hasta 100,000 veces en una hora o más. La sensibilidad retiniana aumentará en un valor arbitrario de 1 hasta 100,000 en una hora. Después de haber permanecido en una zona oscura, al volver al área iluminada, la retina se adapta a la luz disminuyendo de 100 mil a 1 en 10 minutos; fenómeno mucho más rápido que la adaptación a la oscuridad.

I.2.6. VIA OPTICA

El color está presente en la mente, pero puede observarse por el resultado de la penetración de las ondas luminosas en el ojo y por la estimulación de células especializadas.

Vía Visual para las dos retinas hasta la corteza visual:

Después que los impulsos abandonan la retina, pasan hacia atrás por los nervios ópticos, después al quiasma óptico (fibras de las mitades nasales de ambas retinas se cruzan para unirse a las fibras de la mitad temporal de cada retina, formando las cintas ópticas). Las fibras de las cintas ópticas hacen sinapsis con el cuerpo geniculado externo y desde ahí las fibras geniculocalcarinas pasan por la "radiación óptica" (o haz geniculocalcarino) hasta la corteza visual y óptica en la cisura calcarina del lóbulo occipital. De aquí a las áreas de asociación donde despiertan los recuerdos que permiten interpretar su significado.

La señal visual se registra en la corteza visual primaria y se relaciona con los contrastes en la escena visual. En cada punto de esta escena, donde hay un cambio de oscuro a claro o viceversa, se estimula la zona correspondiente a la corteza primaria. (2).

Se sabe muy poco sobre la forma en que el cerebro identifica el nivel de luminosidad, sin embargo, se cree que es el resultado del efecto de la luminosidad.

dad, sin embargo se cree que es el resultado del efecto de la luminosidad sobre el incremento de la intensidad de los contrastes visuales causado por las líneas, bordes, objetos en movimiento y los colores opuestos de la escena visual. (Mayor intensidad luminosa, mayores grados de contraste, por lo tanto, mayor estimulación de la corteza visual).

La intensidad de la estimulación depende del gradiente de contraste. Mientras más neta es el borde de contraste y mayor la diferencia de intensidad entre zonas claras y oscuras, es mayor el grado de estimulación. (6).

Se piensa que el desciframiento de la información de color se vuelve más complejo a niveles superiores de la organización neuronal.

La apreciación total del color no se produce probablemente en la corteza visual primaria sino que es una región final del procedimiento de señales de color. (6).

1.2.7. INTERPRETACION DEL COLOR POR EL SISTEMA NERVIOSO

La sensación de color está mediada por las células pequeñas ganglionares que substraen la entrada de un tipo de cono de la entrada de otro tipo de cono.

Las células responden débilmente cuando el campo visual está iluminado por luz de un solo color pero responden vigorosamente a un estímulo central cuando el borde está iluminado por luz de una longitud de onda diferente.

Ejemplos:

- a) Luz monocromática con longitud de onda de 580 nm
estimula conos rojos en un 99%
- " verdes en un 42%
- " azules en un 0%

Por lo tanto las relaciones de estimulación de los tres tipos de conos son 99:42:0. El sistema nervioso interpreta este grupo de relaciones como la sensación del color naranja.

- b) Luz monocromática con longitud de onda de 450 mm
- | | |
|--------------|-----|
| conos rojos | 0% |
| conos verdes | 0% |
| conos azules | 97% |

La proporción es de 0:0:97 que se interpreta como azul.

- c) Luz monocromática con relaciones de 83:83:0 amarillo
d) Luz monocromática con relaciones de 31:67:36 verde.

Los conos identifican los colores intermedios de entre los colores primarios empleando una combinación de conos; por ejemplo: La luz amarilla estimula los conos rojo y verde aproximadamente igual y el cerebro lo interpreta como amarillo. La intensidad con la que se percibe un color está relacionada con el número de impulsos nerviosos transmitidos al cerebro por los conos. Si el color amarillo estimula los conos verdes y rojos y el número de impulsos transmitidos por cada uno de ellos es sólo de 10 por segundo, la intensidad será relativamente débil; si se transmiten 100 por segundo, el estímulo será intenso.

Muchos fenómenos de la visión del color pueden ejercer una influencia clínica en la selección o alteración de un matiz. (6).

I.2.7.I. PERSISTENCIA DE LAS IMAGENES

Cuando miramos fijamente un objeto blanco y negro en particular, las partes más iluminadas de la escena visual producen adaptación a la luz en la retina, y las partes menos iluminadas de la escena inducen en forma semejante la adaptación a obscuridad en las partes correspondientes de la imagen retiniana. (3).

ADAPTACION CROMATICA.- Es una modificación subconsciente en el color percibido de un objeto adaptándolo al color "recordado de la luz de día". Así con cierto límite, el cerebro modifica el color percibido con iluminación de tungsteno, pensando en el de la luz de día. Es un fenómeno natural y no tiene nada que ver con el daltonismo (acromatopía).

IMAGEN ACCIDENTAL.- Es la impresión visual que persiste después de la imagen verdadera ha dejado de ser visible.

IMAGEN PORTERIOR NEGATIVA.- Si una persona mira fijamente un color o algunos colores por un tiempo largo, la habilidad para percibir los matices se disminuye progresivamente; ya que las células receptoras se acomodan al estímulo prolongado. Cuando la mirada se aparta o se lleva a una página neutral o si se cierran los ojos, una imagen posterior complementaria aparece, esto es, los colores opuestos (colores del estímulo visual). Cuando la luz de cierta longitud de onda golpea los conos sensitivos al estímulo, los fotopigmentos se agotan en un porcentaje mucho mayor que en el de su regeneración y el ojo está progresivamente menos sensitivo al rango de matiz de ese estímulo. El observador puede no estar conciente de esta alteración de la percepción creyendo que no ha ocurrido ningún cambio y sin percatarse si sus juicios son menos exactos, (adaptación al matiz). Al mismo tiempo el ojo llega a tener una mejor respuesta a los matices complementarios, a lo que se llama "matiz sensitivo". (3).

I.3 ANORMALIDADES DE LA VISION Y PERCEPCION DEL COLOR

Defectos comunes del mecanismo de formación de la imagen.

HIPERMETROPIA.- En algunas personas el globo ocular es más corto de lo normal y los rayos paralelos de luz se enfocan detrás de la retina.

MIOPIA.- El diámetro anteroposterior del ojo es muy largo. El defecto en el ojo miope (o corto de vista) es que los rayos de luz paralelos se enfocan delante de la retina; los rayos entonces se cruzan y se forma una imagen borrosa. El principal defecto de la miopía es un globo ocular muy grande.

ASTIGMATISMO.- La curvatura de la córnea no es uniforme y los rayos luminosos son refractados y dirigidos a un foco diferente de modo que una parte de la imagen es borrosa.

PRESBITOPIA.- Ocurre por pérdida de acomodación, es decir, disminución de la curvatura del cristalino por endurecimiento a través del tiempo, pero puede con-

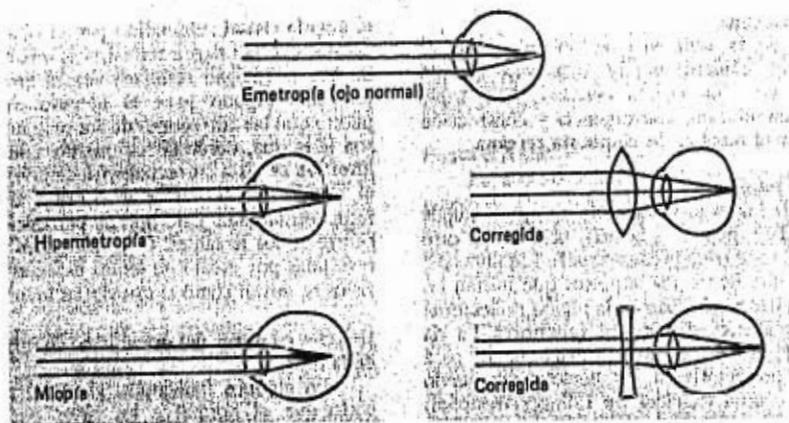


Fig. 3 Defectos comunes del sistema óptico del ojo. En la hipermetropía el globo ocular es muy corto y los rayos luminosos son enfocados detrás de la retina. Una lente biconvexa corrige este efecto aumentando el poder refringente del cristalino del ojo. En la miopía, el globo ocular es muy largo y los rayos luminosos se enfocan por delante de la retina. Una lente biconcava hace que los rayos diverjan ligeramente antes de llegar a él, de modo que alcanzan el foco en la retina.

siderarse como normalidad (40 a 45 años de edad aproximadamente). (7).

Los individuos que padecen albinismo carecen de melanina en la capa retiniana, por lo que los rayos al pasar por la retina no se absorben, sino que se reflejan en todas direcciones haciendo que las imágenes se bloqueen por el exceso de luz.

La agudeza visual puede ser de 2 o 3 veces menor que en un individuo normal.

Los defectos en la visión del color tienen muchas formas, pero el más severo en el cual no se observa ningún color en absoluto, es muy raro. Los individuos con estos defectos son ciegos verdaderos al color; generalmente ocurre cuando en el ojo falta un grupo de conos receptores del color.

Todos los demás defectos del color en los individuos pueden ver el color pero percibirlo en forma normal. La ceguera al color o el monocromatismo están ligados al sexo.

La visión normal del color es llamada visión "tricromática" proveniente de los tres pigmentos fotosensitivos. Los defectos más comunes son de individuos que pueden ver los 3 colores primarios pero que tienen cierta debilidad o confusión en alguna área, generalmente las áreas del rojo o del verde, (anormalidad de uno o varios tipos de conos, con función parcial). (2).

Los sufijos anomalía y anopía denotan dificultad y ceguera a los colores respectivamente.

Los prefijos prot, deuter y trit se refieren a defectos en los conos sensibles al rojo, verde y azul respectivamente.

Las personas con visión normal para los colores y aquellas con:

Protanomalía
Deuteranomalía y
Tritanomalía

son tricromatas pues poseen los tres sistemas de conos, pero con debilidad en alguno de ellos.

Los Dicromatas tienen solo dos sistemas de conos y pueden tener:

Protanopía
Deuteranopía o
Tritanopía. (ceguera al violeta, es muy rara).

Los Monocromatas sólo poseen un sistema de conos y comparan su espectro de color variando la intensidad de uno solo. Aparentemente sólo ven negro, blanco y tonos de gris. (7)

I.3.1 HERENCIA DE LA CEGUERA A LOS COLORES

El gen de la rodopsina humana se encuentra en el cromosoma 3, y el del pigmento del cono sensible al azul, en el cromosoma 7. Los otros dos pigmentos son codificados por genes atribuidos secuencialmente en el brazo q del cromosoma x.

Hay más de una copia para el pigmento sensible al verde en el brazo q del cromosoma x, y también puede haber más de una copia del gen para el sensible al rojo.

Cuando en el ojo falta un grupo de conos receptores de colores, es porque no se ha heredado el gen apropiado para producirlo.

Si en un individuo faltan los conos rojos, podrá ver los colores verde, amarillo, naranja y rojo, utilizando los conos verdes. Cuando la deficiencia es de los conos verdes, podrá ver todos los colores, pero sin distinguir entre verde amarillo, naranja y rojo. Sin embargo tiene un espectro visual normal en su anchura porque los conos del verde faltante operan a mitad del espectro, donde también trabajan los conos del rojo o del azul.

La falta de conos verdes y rojos impide distinguir los colores de longitud de onda mayor.

Debilidad para el azul.- Resulta de la disminución o ausencia de receptores para el azul. Los conos azules son sensibles a una amplitud del espectro (casi

totalmente deficiente de los conos del rojo y del verde); por lo tanto si hay ausencia de receptores al azul la persona muestra una preponderancia mayor de verde, amarillo, anaranjado y rojo en su espectro visual, más que de azul.

La visión anormal se encuentra en los caucásicos en un 8% en varones y 0.4% en mujeres.

La Tritanomalia y Tritanopia.- Son raras, sin selectividad sexual.

Protanopia o Deuteranopia (dicromatas) (ceguera a los colores)

	2% en varones
protanopia	2%
deuteranopia	6%
rojo-verde	8% general.
Tricromatas anómalos	6% en población masculina.

Estas anomalías son heredadas como caracteres recesivos y ligados a un X (gen anormal en el cromosoma X).

Los hombres presentan anomalía si el cromosoma x está alterado. En el caso de las mujeres, solo la presentación si ambos cromosomas x contienen el gen anormal.

Las niñas descendientes de un hombre con ceguera a los colores ligada a x son portadoras y transmisoras hacia la mitad de sus hijos varones; por lo tanto salta generaciones y aparece en los hombres de cada segunda generación.

La Deuteranomalia y la Protanomalia se debe probablemente a que los genes de los pigmentos sensibles al verde y al rojo están localizados de manera secuencial muy cerca entre sí en el brazo q del cromosoma x y son propensos a recombinación (cruzamiento desigual) durante el desarrollo de las células germinales.

Pueden ocurrir también combinaciones diferentes de pigmentos cambiando sus sensibilidades espectrales.

1 de 50 veces el cromosoma x carece de gen rojo
1 de 16 veces de gen verde y

rara vez de gen azul. (7).

I.4 PRUEBAS PARA LA PERCEPCION LUMINOSA Y DEL COLOR

La confusión del color es la base para las "pruebas de la visión del color", que son llamadas Pseudoisocromáticas y que emplean numerosos patrones camuflajeados con una serie de puntos o cuadros. Las pruebas consisten en estimular la mácula por medio de la luz o probando su percepción, así como del color. Su validez recae sobre la habilidad de una persona con visión normal del color para percibir e identificar números.

La ceguera al color no es la carencia de habilidad para ver el color sino una confusión o sobrecompensación de uno o más de los fotopigmentos primarios.

No es posible corregir la visión anormal al color, pero pueden hacerse a través del uso de filtros rojos o magenta sostenidos bajo el lente de condensación del microscopio; así como el uso de lentes de contacto especiales en algunos individuos. (2).

CAPITULO II

SENSACION DE COLOR

2.1 EN EL MUNDO FISICO NO EXISTE EL COLOR

En el mundo de la física tan solo existe materia y energía. Ambas son incoloras. Los órganos de la vista intactos que poseen los seres vivos son capaces de orientarse por determinadas radiaciones de energía. Con ello están en situación de captar óptimamente su entorno y, por consiguiente, de enjuiciar su situación personal y sus posibilidades de movimiento.

Como es sabido, el tipo de orientación no es el mismo para todos los seres vivos. Piénsese, por ejemplo, en los murciélagos, que se orientan por ondas sonoras, o en las palomas mensajeras, que encuentran su camino de regreso después de haber sido transportadas a un lugar desconocido en el interior de una jaula.

La orientación visual permite el reconocimiento de las más diversas características, como el tamaño y la distancia de objetos. Pero también se pueden reconocer estados; así, vemos el calor de las brasas en el fuego, o vemos el estado de madurez de la fruta por su color. Así pues, el color no es únicamente una característica física como, digamos, el peso. El color es ante todo una información visual.

Las diferencias de color se reconocen cuando los detalles en el campo visual -a causa de la composición espectral de sus estímulos de color- dan paso a diferentes córtigos.

En el reconocimiento visual de objetos, la cadena de efectos entre la emisión de luz y la captación del estímulo de color por parte del ojo siempre sigue el mismo desarrollo. Una fuente de luz emite radiaciones de energía en el

campo visible. De día, esta fuente es el sol. Tales radiaciones de energía caen sobre objetos y materiales, los cuales en parte las absorben (tragan), en parte las emiten (devuelven) y en parte las transmiten (dejan pasar). Así sucede por lo menos por regla general. (8). En caso extremo, también puede suceder que las radiaciones sean absorbidas en su totalidad, lo cual da lugar a la sensación de color negro. Y también puede suceder que las radiaciones sean emitidas o transmitidas en su totalidad, dando lugar a la sensación de color blanco.

Todo material posee una capacidad de remisión individual específica. La energía de la parte no remitida de la radiación queda (retenida).

Desde el punto de vista químico, toda materia se caracteriza por la construcción de las moléculas, por la estructura molecular, que diferencia una materia de otra. Según como sea esta estructura molecular, determinada parte de la luz incidente queda absorbida ; el resto remitido o transmitido puede caer sobre el ojo del observador. Este estímulo de color es, por lo tanto, quel resto de la luz que no ha sido absorbido (resto de luz).

El aspecto de color de la materia recibe el nombre de (color del cuerpo). De ello se deduce que las radiaciones luminosas no tienen color o son portadoras de color. Las radiaciones de luz no son más que transmisiones sonoras de informaciones, así como una cinta perforada no es información, el estímulo de color no es color. Una cinta perforada puede dar paso a una información siempre que se disponga de un aparato apropiado que transforme los códigos en información. Y también el estímulo de color puede dar paso al color siempre que un órgano de la vista intacto dé lugar a la correspondiente sensación de color.

2.2 LA FUNCION DEL ESTIMULO DEL COLOR

Para todo estímulo de color, la función del estímulo de color es la física.

Cualquier estímulo de color está compuesto de alguna forma de esas radiaciones energéticas visibles que se han denominado longitudes de onda del espectro (rayos de luz).

Esta composición espectral de un estímulo de color puede reducirse siempre a dos parámetros: 1. A las longitudes de onda implicadas, y 2. A la intensidad de la correspondiente radiación.

Puesto que desde el punto de vista físico sólo existen estos dos parámetros, resulta útil representar el (contenido espectral) de un estímulo de color como función dentro de un sistema de coordenadas. Este sistema está formado por una disposición horizontal (abscisas) y otra vertical (ordenadas). Y solo es la representación gráfica de relaciones, la visualización de datos estadísticos.(8).

Una función de estímulo de colores es la representación gráfica de las intensidades de radiación visibles en el estímulo de colores. En lugar del concepto de (función de estímulo de colores) encontramos también los conceptos (curva de remisión) o (curva de emisión) o (curva espectral). Pero en todos estos casos se trata siempre del (perfil físico) de un estímulo de colores.

Las funciones de estímulo de colores son realidades físicas objetivamente medibles. Pero debido al hecho de que el órgano de la vista procede a unos procesos de corrección según leyes propias, no existe una correlación fija entre el estímulo de colores y la sensación de colores. (8).

2.3 LUZ (BLANCA)

Cuando a una luz se la llama (blanca), con ello no se dice nada acerca de la calidad de su composición espectral.

Estamos acostumbrados a ver un papel blanco siempre como blanco, cualquiera que sea la iluminación que caiga sobre él. Por la mañana, la tarde y la noche, con luz diurna y artificial, una hoja de papel blanco nos parece blanca.

Bajo luz artificial no nos podemos confiar de aspecto de un material de su (color). Es una opinión muy difundida que la luz diurna muestra los colores de las cosas correctamente. Pero esta opinión es falsa, pues no existe tal (luz diurna). Según la época del año, la situación del sol y el estado atmos-

férico, la composición espectral de la luz diurna puede cambiar enormemente. Cuando en la alta montaña el sol se pone en un hermoso día de verano, las últimas luces se reflejan sobre las superficies nevadas de las montañas; es lo que se denomina (Arrebol Alpino). Se trata de una luz diurna que está formada preponderantemente de radiaciones de onda larga y que, por lo tanto, conduce a una iluminación roja anaranjada. Todo aficionado a la fotografía sabrá que en el verano las fotografías adquieren un tinte azul violeta. Ello se debe a que la luz diurna está constituida básicamente por radiaciones de onda corta. Puesto que la película en color no es capaz de cambiar, como el órgano de la vista, registra aquello que es visible.

En el pasado era usual designar el tipo de luz por el grado (Kelvin). Se hacía referencia a la emisión del llamado (Emisor de Planck), el cual emite luz de composición espectral de acuerdo con su temperatura. Se trata de un cuerpo hueco con una abertura que, al ser puesto en incandescencia, emite según su temperatura radiaciones de luz de diferentes intensidades de longitud de onda. Pero la designación de Kelvin no se refiere a la composición espectral del emisor de Planck, sino al aspecto del color de la luz. Esta forma de designación de las calidades de luz no pueden en modo alguno cumplir con las necesidades de la ciencia y la técnica.

Sería lógico efectuar análisis de la composición espectral de la luz diurna a lo largo de todo un año. Para ello sería preciso analizar la correspondiente composición en lapsos periódicos. Y al final habría que deducir estadísticamente el valor medio. De esta forma se podría conocer la (luz normativa ideal).

2.4 LUCES DE COLOR Y CUERPOS DE COLOR

Las radiaciones que inciden directamente en el ojo reciben el nombre de luces de color o en caso de no ser cromáticas, simplemente luz. Como es natural, la luz de color también puede recaer indirectamente en la retina, como reflexión causada por una pantalla o una pared blanca. Pero podemos afirmar que, al hablar de luz, por principio nos referimos única y exclusivamente a una energía de radiación.

En cambio, cuando el aspecto cromático se obtiene por el hecho de que un material (materia) absorbe energía de radiación visible, hablamos de (cuerpos de color). A diferencia de la luz de color, el cuerpo de color puede mostrar las más diversas características. Puede ser transparente, de forma que podamos ver a través de él, y en tal caso hablaremos de translucidez. Y por otra parte puede ser opaco, y entonces hablaremos de un cuerpo de color cubriente. Todas las pinturas o pigmentos son cuerpos de color (ya se apliquen de forma industrial, artesanal o artística), pues en todos estos casos se trata de materia con propiedades de absorción. A ello hay que añadir el problema del poder colorante de las diversas pinturas. Unas reciben su aspecto por medio de sustancias solubles, otras de pigmentos, y el poder de cubrición a los colores elementales. (8).

El color del cuerpo no es algo fijo, porque resulta que la composición espectral del estímulo del color siempre depende de la composición espectral del estímulo del color siempre depende de la composición de la iluminación existente. Incluso si un material poseyera la capacidad de remitir determinadas longitudes de onda, ello no puede suceder si estas longitudes de onda no están presentes en la luz de que se dispone.

CAPITULO III

DEFINICION DEL COLOR

3.1 ANTECEDENTES HISTORICOS

Desde las más antiguas civilizaciones, como es la egipcia (3700 A.C.); existen testimonios de la práctica de la prótesis dental con sentido estético. Sin embargo, hasta el año de 1611 D.C. el color fue presentado como una entidad con tres dimensiones por Sigfrid Forsius.

En 1704, el físico inglés Isaac Newton descubrió que la luz blanca solar se descompone de diferentes especies de luces de múltiples colores, utilizando un prisma de cristal. Hacía pasar un rayo de luz blanca a través del prisma, la cual se refractaba y producía una imagen compuesta de muchos colores denominada "espectro solar"; y al fenómeno de descomposición en espectro se le llamó "dispersión" (10). Cada color se desvía en un ángulo diferente, pues tienen distintos índices de refracción. Se han desarrollado muchos métodos para lograr un sistema ideal de ordenamiento; el mejor de ellos es el elaborado por Alfred H. Munsell, nacido en Boston en 1858 y que llegó a ser famoso por su sentido del color y sus anotaciones del color de Munsell, presentadas en 1905.

Es un sistema de diez matices que relaciona las tres dimensiones del color en una forma ordenada y con un índice numérico. (11).

La introducción de la técnica para fundir porcelana dental fue uno de los acontecimientos más importantes en la ciencia de los materiales dentales y que sirvió de estímulo para la fabricación de dientes individuales de porcelana, aunque los primeros no eran uniformes en color ni en forma.

Para obtener brillantez en la cerámica fue necesario experimentar con los tiempos de cocido y la temperatura.

Frauchard, describe el uso del esmalte cocido con color de diente natural. Wildman, obtiene la fórmula de una porcelana con matices más semejantes al

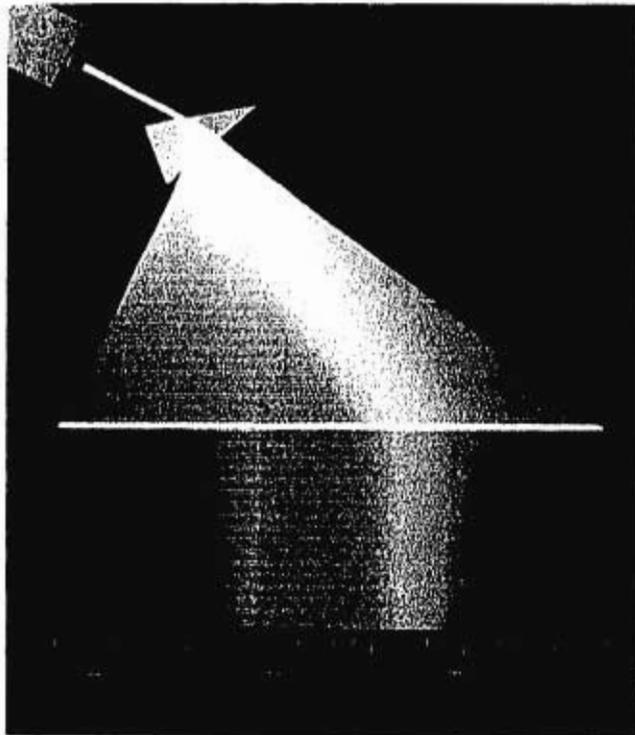


Fig. 4 El espectro visible va de 380 a 760^{nm} en el espectro electromagnético.

*Nanómetro (nm), medida de longitud, equivalente a la mil millonésima parte de un metro.

diente natural y más transparente. En 1895 existe ya una gran variedad de dientes de porcelana en cuanto a color y formas. En 1984 Corning Glass Company y Dentsply Co. Ponen en venta un sistema vidrio-cerámica para vaciar coronas, con coloración superficial para igualar matices naturales.

3.2 DEFINICION DEL COLOR

El término "color", según se lo define comúnmente, es la sensación o impresión producida por la cantidad y calidad de los rayos de luz que chocan en la retina. El efecto de luz es el resultado de ondas luminosas, donde no hay luz no puede haber color. Según Preston, la menor y mayor longitud de onda es 380 nm para el violeta y 760 nm para el rojo.

El color es simplemente el efecto visual de las ondas de luz reflejadas o que pasan a través de un objeto. Si la textura y composición de todos los objetos fuera tan similar que todos los rayos de luz se reflejaran del objeto al ojo, todo sería blanco; esto no es así, entonces los diversos objetos difieren tanto en textura como en composición en grado tal que absorben ciertos rayos y reflejan otros; estos distintos rayos viajan con velocidades variables a través de las sustancias. Las sustancias a través de las que se ven otros objetos con claridad se denominan transparentes; aquellas a través de las que la visión es imposible se llaman opacas. Cuando una sustancia transmite alguna luz, pero no la suficiente para la visión es translúcida. Cuando un rayo de luz choca contra un cuerpo liso en su trayecto, gran parte de la luz que recae sobre él en un sentido sale en alguna otra dirección por reflexión. Si la superficie del objeto es áspera, la luz que cae sobre él se esparce en todas las direcciones y da una reflexión difusa. Parte de la luz incidente sobre el objeto algunas veces lo penetrará; los rayos que lo atraviesen se denominarán transmitidos. Este proceso de transmisión va siempre acompañado por alguna pérdida de la luz; a la luz que se pierde así se la llama absorbida. Cuando se absorben todos los rayos, el objeto es opaco. (15).

3.2.1 DIMENSIONES DEL COLOR

El color tiene tres atributos primarios que se han denominado como sus di-

mensiones. Las diferentes disciplinas de la ciencia de color no usan los mismos nombres pero los conceptos son universales.

HUE.- Es el tinte, tono, matiz o color; y es la cualidad por la cual se distingue una familia de otra; como el azul del amarillo etc. Puede ser un color primario o el resultado de una combinación de colores. El hue puede intensificarse o disminuirse pero no cambiarse a otro, excepto por la combinación con un color diferente.

VALUE.- También llamado valor, es acromático y está relativamente colocado en una escala gris de negro a blanco. Es la cantidad de luz que un color refleja o absorbe, o la luminosidad cualitativa de un tono (1). El value se distingue en un color de luminoso a oscuro pero con el mismo hue y chroma. La notación de Munsell divide el valor en grados que van del negro (valor más bajo) pasan por los grados 2,3,4,5 (gris de valor intermedio) 6,7,8,9 y blanco (valor más alto).

La selección del valor apropiado es la crítica de las tres dimensiones y la más difícil de determinar. Odontológicamente, es lo que va a determinar que tan notorio es un diente artificial con respecto a los naturales. Si el valor de una restauración es correcto, pequeñas diferencias en matiz o chroma pueden no notarse; pero si el valor es erróneo los resultados pueden ser muy desfavorables, proporcionando demasiada o escasa vitalidad al diente, haciendolo totalmente artificial.

CHROMA.- Es la tercera dimensión del color, también llamada saturación; es la cualidad por la que se distingue un color fuerte de uno débil del mismo hue. El chroma puede incrementarse, neutralizarse o disminuirse. Hay una transición gradual en el chroma de los colores en cada nivel de value, desde el cercano al gris hasta una mayor e incrementada pureza. Diferente al value, el chroma está solo presente donde se encuentra el hue. Mientras más intenso es el hue, es más elevado el chroma. (13).

Las cualidades de hue, value y chroma permiten definir la ubicación de un "espacio de color", de cualquier color, usando un índice numérico referido en la notación de Munsell, la cual proporciona una escala standard y un sistema para describir el color.

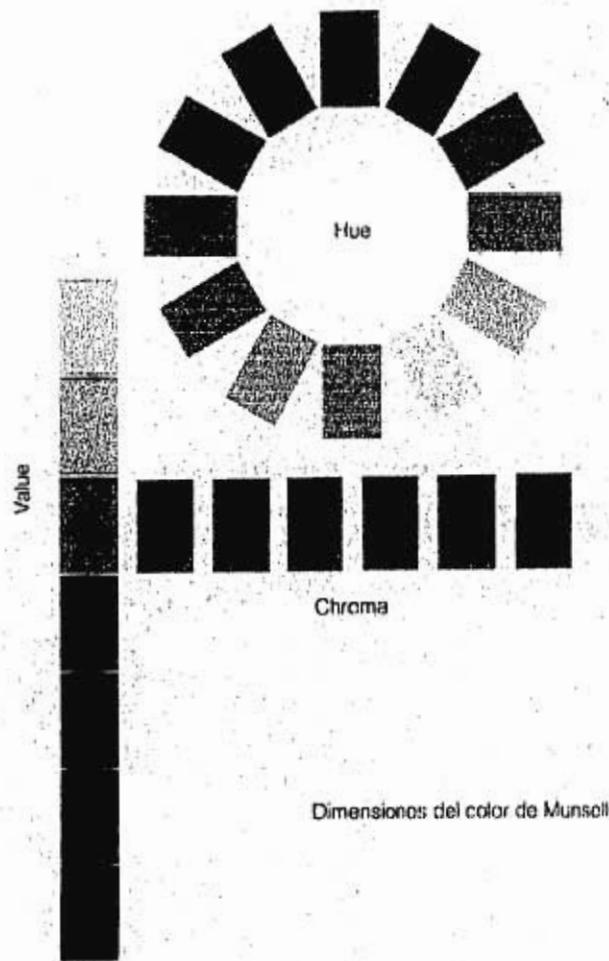


Fig. 5 El valor #9 sitúa en el eje vertical con el negro en la base y el blanco en la cima. Todos los colores se disponen alrededor del eje con un orden espectral. El color más saturado es el más alejado del eje.

La notación de Munsell tiene forma de esfera irregular; el eje vertical de la esfera es la dimensión del value, este se divide en diez escalones, desde 0 que es el negro hasta 10 que es el blanco. Por tanto, el gris neutro estaría localizado en 5. Alrededor de este eje se concentran las progresiones de hue, cada una de las cuales se divide en 10 escalones. Los chromas y los hues se extienden hacia fuera a partir del centro. Las saturaciones más bajas están cerca del eje central y las más altas son las más alejadas. Debido a que no todos los hues desarrollan igual pureza y niveles de brillo, el cuerpo de Munsell no es una esfera simétrica. (12).

3.3 CLASIFICACION DEL COLOR

De los colores del espectro solar, tres son denominados primarios, que al combinarse producen luz blanca. Los colores secundarios son el resultado de la mezcla de los primarios y los terciarios son una mezcla más, es decir, la unión de un primario con un secundario vecino. Los colores también se complementan en partes para producir luz blanca y se denominan complementarios; para identificarlos se unen dos primarios (formando un secundario) y el primario restante es el complementario.

Los colores primarios y secundarios de la luz son inversos a los colores primarios y secundarios de los pigmentos.

Cada autor maneja sus series de colores primarios y secundarios de diferente forma. J. Preston clasifica como colores primarios:

De la luz:	Rojo	De los pigmentos:	Cyan
	Verde		Magenta
	Azul		Amarillo
y como Secundarios:			
	Azul cian		Rojo
	Magenta		Verde
	Amarillo		Azul

Los colores "neutros" no forman parte directa del círculo cromático pero se consideran en dos grupos:

- 1.- Del negro al blanco pasando por los grises.
- 2.- Del café al marfil pasando por los beige.

Los colores pastel son aquellos que contienen una porción del blanco; los pardos una porción de negro y los ocres una porción de café, en pigmentos. (4).

Al contrario que en la luz, la unión de los colores en los pigmentos produce una sensación de negro.

En la literatura existen varios sistemas de color:

EL SISTEMA DE COLOR POR ADICION.- Es la mezcla de luces coloreadas escogidas para producir luz blanca y designadas como "colores primarios del sistema aditivo".

EL SISTEMA DE COLOR POR SUSTRACCION.- Describe la interacción de pigmentos y filtros coloreados transparentes que disminuyen el nivel de energía por absorción; cuando la luz blanca pasa a través de un filtro, algunas longitudes de onda del espectro son absorbidas y sustraídas; por lo tanto, la luz que emerge del filtro es menos intensa. Este sistema sustractivo puro solo se aplica si los pigmentos empleados permiten a la luz pasar a través de ellos, es decir, si son translúcidos. (9).

La teoría de la mezcla de los colores aditivos y sustractivos forman la base de la ciencia del color.

EL SISTEMA DE PARTICION O COLOR PARTITIVO.- Es la separación de los colores en partículas muy pequeñas para después mezclarlas. Esta unión óptica implica conceptos físicos del color y ramificaciones psicológicas del sistema óptico humano. Esta serie de puntos (que pueden observarse en una fotografía con una lupa) se encuentran translapados o yuxtapuestos y observados a distancia se fusionan para formar una imagen completa; probablemente la ilustración más clara del color partitivo es la observación de la aproximación en una pintura al óleo llamada "técnica de punto".

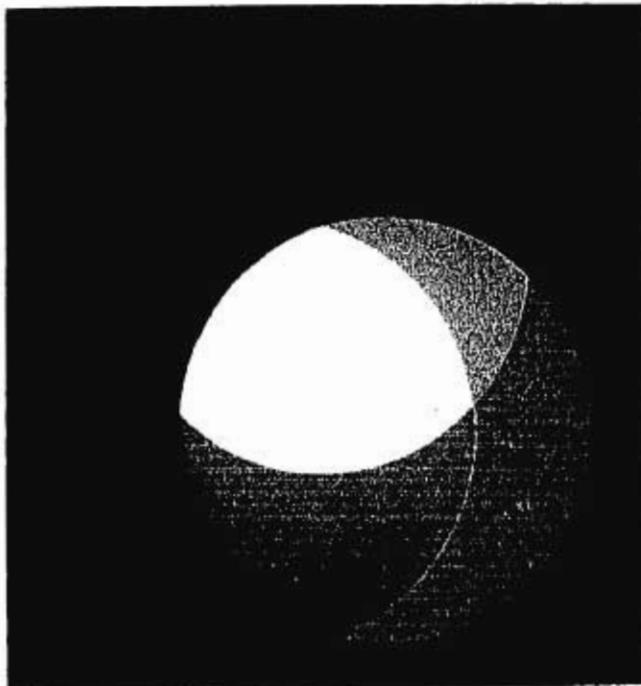


Fig. 6 Sistema aditivo del color. Rojo, Verde y azul son los colores primarios y forman juntos la luz blanca. Los colores secundarios, azul cian, magenta y amarillo, se forman por combinación de dos colores primarios.

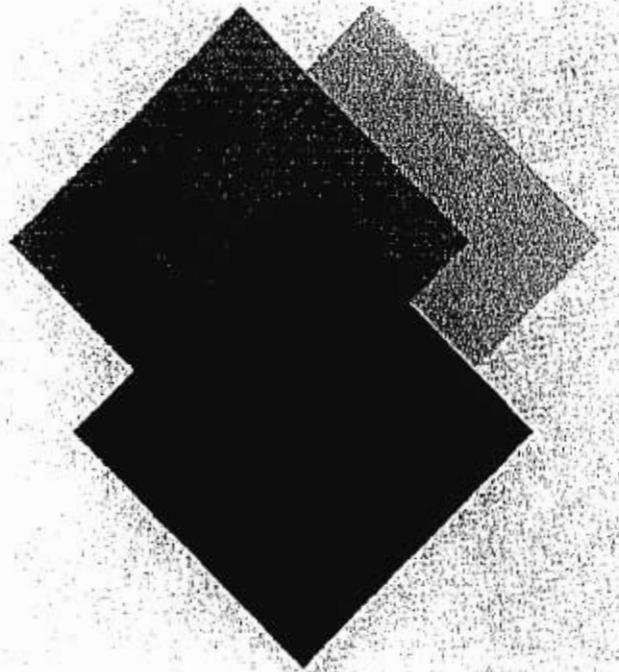


Fig. 7 Sistema sustractivo del color. Azul cian, magenta y amarillo juntos producen el negro. Los colores secundarios, rojo, verde y azul, se producen por superposición de dos colores primarios.

3.4 PSICOLOGIA DEL COLOR

Los efectos del color sobre las emociones y los estados de ánimo, son aceptados universalmente. Debido a ello se utilizan determinados colores para los cirujanos y para las salas de espera con el fin de crear una atmósfera más agradable para el paciente; los motivos de decoración en rojo tienden a producir calor y comodidad, mientras que los tonos blancos y azules producen sentimientos de frialdad y desgarró. El efecto psicológico del color es diametralmente opuesto a la temperatura efectiva del color de los cuerpos radiantes. (13).

Los colores lucen mejor en pares complementarios que armonicen, ya que en conjunto producen ondas semejantes a las de la luz blanca y no causan fatiga al ojo humano.

Además, los colores complementarios equilibran los cálidos con los fríos y generalmente es conveniente que uno sea oscuro y el otro claro.

Toda persona sensible frente a los colores desarrolla un comportamiento individual diferenciado frente a los colores. Los psicólogos del color hablan de (colores individuales de la personalidad). Se trata de colores que le van bien a una persona, colores que esta persona prefiere, por los que toma partido. Se trata de colores de preferencia puramente personal.

Como es natural, tales colores preferentes no están adscritos de forma fija e inamovible a una persona. Pueden ser influenciados por múltiples factores. Pueden estar determinados por el sexo o la edad. También pueden estar marcados por el clima, la tradición o el entorno. E incluso pueden reflejar la actitud ante la vida y el resto de salud de la persona. Puesto que los colores son enjuiciados por lo sentimientos, es decir, por el subconsciente, a través de la elección de los colores preferenciales puede obtenerse una cierta visión del subconsciente del individuo. En este hecho se basan los tests psicológicos de colores. (8).

CAPITULO IV

OBSERVACION DEL COLOR

4.1 FACTORES PARA LA SELECCION DEL COLOR

Dado que la selección del color es subjetiva, es difícil tener resultados constantes. Se ha demostrado que existen considerables variaciones entre dentistas y que algunos son capaces de duplicar incluso su propia selección del color en diferentes ocasiones. Afortunadamente, una restauración que vaya a tener un tiempo de vida largo debe de ser un duplicado de color exacto de los dientes adyacentes y contralaterales. No obstante, debe confundirse con los dientes como resultado de la distribución de los materiales cerámicos en la restauración. La selección de color se puede mejorar mediante el conocimiento de los principios de la luz y el color, y de las técnicas empleadas en la cerámica dental. (5).

El fenómeno del color depende de tres elementos variables:

1.- El objeto

2.- La fuente de iluminación

3.- El observador

4.1.1 EL OBJETO

El color se percibe como la característica integral de un objeto, el cual refleja, transmite o absorbe las ondas de luz que inciden sobre él. Su color aparente se origina por la mezcla de ondas de luz que quedan intactas para estimular a los ojos del observador. Es un concepto mental.

4.1.2 LA FUENTE DE ILUMINACION

En la actualidad puede manipularse el color por el control de las características del agente luminoso. El ambiente externo puede influir en el color percibido por la mente; y puede modificarse de diferentes formas.

Con frecuencia, el odontólogo determina y elige el color apropiado, pero no analiza el efecto de la luz sobre él. Al elegir colores conviene mirar al diente desde todos los ángulos, para estudiar la reflexión de la luz.

El cambio en el origen de la luz cambia la apariencia. Para saber el color de un objeto es esencial iluminarlo con luz plena, constante y distribuida uniformemente en todo el espectro visible. (5).

Hay innumerables formas de iluminación: luz natural (de día), diferentes tipos de lámparas las cuales tienen una fuente de corrección de color como la LUMIN SHADE LIGHT de VIDENT y otras más antiguas con tubos fluorescentes, bulbos incandescentes, o la luz de vela etc. (13).

Desafortunadamente no hay un origen perfecto para la igualación de un color o la selección de un matiz. Aún el sol es imperfecto pues está expuesto a cambios constantes como su posición en el cielo. Generalmente se enseña que la "luz de día" es la fuente ideal de iluminación, pero también está sujeta a cambios, como la densidad de las nubes, las bacterias que flotan en el aire, variaciones de energía, la hora del día, estación del año, contaminación atmosférica, etc. (10).

La fuente de luz ideal es un equilibrio cuantitativo y cualitativo perfecto de todas las longitudes de onda; las lámparas de color corregido se acercan

a éste requisito, importante en la evaluación del color de los dientes.

La fuente de luz elegida para iluminación debe ser la más útil pero reconociendo sus limitaciones.

Se recomiendan que los techos deben tener al menos un value en el notación de Munsell de 9 (+alto blanco) para una reflexión máxima. Otros reflectores son paredes y el frente de gabinetes que deben tener un value de 7 como mínimo.

La ropa del paciente es otra superficie de reflexión muy importante y el babero dental, así como la ropa del dentista y su asistente. El lápiz labial puede distraer la vista y todo esto puede distorsionar el espectro de luz.

Después de reconocer estos elementos y tener un conocimiento de ellos, deben utilizarse varias fuentes lumínicas para la selección de un matiz adecuado. Debe también utilizarse un espejo para la comparación con la ayuda del paciente. Los técnicos de laboratorio establecen la fórmula del color de las restauraciones de porcelana en un ambiente de iluminación diferente al del consultorio dental, lo que entorpece la reproducción exacta del color de los dientes naturales. De tal forma que el dentista y el ceramista deben utilizar luz corregida para obtener resultados satisfactorios.

4.1.3 EL OBSERVADOR

Di general, los dentistas tienen poca visión o nula en cuanto a la fisiología de la ciencia del color. Aunque la discriminación, descripción y percepción del color pueden mejorar con la práctica.

El uso de instrumentos para analizar el color es una manera de evitar los problemas de la percepción humana y las limitaciones de las guías de colores y maticos. Como son los colorímetros y espectrofotómetros (éstos se pueden enlazar a una computadora) pero nunca reemplazaran el ojo humano.

Encontramos también 2 propiedades físicas que afectan la percepción del

color:

1.- Textura superficial .- Pues de su efecto la luz se refleja sobre la superficie; las superficies lisas y planas reflejan alta luminosidad, mientras que las superficies con mezcla de colores suaves como la luz reflejada, se difunde en diversas direcciones desde la superficie. Una superficie texturizada tiende a suavizar los efectos de color haciéndola menos notable.

2.- Translucidez.- Afecta la facilidad para mezclar colores. Con colores opacos es difícil tener una transición leve entre varios caracterizadores para dar una apariencia natural a un diente. También la translucidez de un material afecta la manera en la cual la luz se refleja de la superficie. Si el material es translúcido y el color percibido está dentro del objeto, éste se ve como si tuviera profundidad. El patrón de reflexión de luz de la superficie se rompe de acuerdo a la energía de luz que refleja la superficie, tanto como la localización de los colores en varias profundidades del material.

El lustre o brillo superficial obstaculiza la identificación correcta del color del diente y de la porcelana, debido a al reflexión especular (de espejo). Los cambios en la translucidez del esmalte por la iluminación o la desecación modifican el color global del diente.

El color de una restauración cerámica, del mismo modo que del diente natural, depende de la estructura estratificada de la porcelana de cuerpo sobre el sustrato interno de la porcelana opaca. La capa translúcida externa actúa como filtro de dispersión de la luz sobre la capa interna. Al aumentar el espesor de una capa de porcelana blanca, sobre una capa opaca, el color global se aproxima al dela porcelana blanca. (efecto de la doble capa). (12).

La translucidez del esmalte humano está en función de la longitud de onda de la luz incidente y de su grado de humedad; de esta forma, un diente seco, es más blanco, si la humedad aumenta, también la translucidez.

Esto significa que el color aparente es el resultado de la reflexión difusa desde la capa interna o porcelana opaca a través de la capa externa translúcida. (4).

La luz directa, cuando incide sobre un diente natural, puede atravesarlo ser absorbida, o ser reflejada por él. Un material de restauración equiparable al diente natural debe poseer estas propiedades ópticas.

Otro problema de los que se enfrenta el observador es la adaptación visual al hue, cuanto más tiempo se observa un determinado hue, menos sensibilidad se tiene para advertir diferencias dentro de él. Al mismo tiempo que se pierde sensibilidad de la consecuencia de la adaptación al color, se gana en relación al color complementario. Como el observador no percibe esta reducción de la sensibilidad, muy a menudo se tiene la sensación de que una observación prolongada conduce a un aumento en la percepción de detalles, cuando en realidad ocurre exactamente lo contrario.

El observador también se enfrenta al problema de la imagen - recuerdo, que es cuando se observan durante un lapso de tiempo una imagen y al cerrar los ojos esa imagen se queda grabada y parece que todavía la estuviéramos observando. O en la que una serie de escenas inmóviles parecen estar en movimiento.(2).

4.2 GUÍA DE Matices

En el mercado hay diferentes tipos de guías de matices disponibles; sin embargo, según estudios realizados, constituyen otro factor de la inexacta comunicación con el laboratorio en la semejanza del color.

Las guías no ocultan el volumen del espacio de color requerido.

No hay una lógica o sistemática disposición de las lengüetas.

Hay una agrupación y duplicación de colores en algunas áreas del espacio de color y sin efecto en otras regiones.

Las guías de colores más utilizadas para restauraciones de porcelana, son las series VITA LUMIN , TRUBYTE BIOFORM, y para el sistema de EMPRESS las más utilizadas por su disponibilidad y comodidad en el mercado Mexicano se encuentran CHROMASCOP e IPS EMPRESS para la guía de colores de muñones, de la casa IVOCCLAR.

Las guías de colores van a variar, dependiendo de la casa comercial y a veces los dientes de una guía de colores no concuerdan con otro color de un rótulo idéntico comercial, ni con las porcelanas horneadas, por lo tanto, no es raro que haya tanta confusión al escoger un color. (13).

Es recomendable, una vez decidido el color, se mande a laboratorio la lengüeta con la que fué tomado en el consultorio, para evitar el uso de otra, que aunque es la misma codificación numérica puede variar el color.

En su generalidad, las guías de colores se dividen en grupos de colores que van del más claro al más oscuro; éstos grupos varían dependiendo de la casa comercial en 4 ó 5 (blanco, amarillo, marrón claro, gris, marrón oscuro).

También tienen codificaciones numéricas, las lengüetas son extraíbles y esterilizables, y se encuentran ordenadas cromáticamente.

4.3 SELECCION DEL MATIZ

- 1.- Crear una coloración neutral general para la selección del matiz.
- 2.- Eliminación por el paciente, de lápiz labial o combinaciones brillosas.
- 3.- Cubrir al paciente con un color neutral, en caso de que use ropa con colores brillantes.
- 4.- Tener la boca del paciente a la altura del ojo del dentista.
- 5.- Hacer la selección del matiz al comienzo del trabajo, antes de que los ojos se fatiguen por el procedimiento dental.
- 6.- Hacer una rápida comparación de matices por no más de 5 segundos, pues hay una disminución en la percepción del chroma y value de la muestra. Las primeras impresiones son más exactas.
- 7.- Mirar una tarjeta azul entre cada evaluación del matiz.
- 8.- Señalar los niveles de value mirando parcialmente con los ojos medio cerrados; disminuye la cantidad de luz que entra al ojo.
- 9.- Eliminar los cuellos de las lengüetas pues distraen la determinación del matiz.
- 10.- Examinar rápidamente la guía de color, y por eliminación determinar las lengüetas con mayor semejanza.
- 11.- Comparar el matiz bajo condiciones variables (labios secos a húmedos, la-

- bio inferior y superior en movimiento y origen de la luz en diferentes ángulos).
- 12.- Checar por metamorismo, elevando bajo diferentes fuentes de luz (color corregido, luz incandescente, fluorescente o de día).
 - 13.- Usar los caninos como referencia para la selección por su chroma más alto del hue dominante de los dientes.
 - 14.- Checar variaciones de matiz entre los dientes de la arcada.
 - 15.- Seleccionar un matiz más bajo en chroma y más alto en value si no se es capaz de igualar exactamente un matiz; pues es más difícil colorear extrínsecamente una restauración para disminuir el chroma e incrementar el value sin crear opacidad. (13) (14).

4.4 PROCEDIMIENTO DE SELECCION

Usar tres muestras de cada guía de tonos:

- A) Primera guía- tal como se recibe.
- B) Segunda guía- eliminación de la porción cervical de cada diente para una representación más verdadera del tono de cuerpo.
- C) Tercera guía- eliminación total del barniz con discos de lija, diamantes finos u otros abrasivos; para modificar o caracterizar y determinar lo que puede lograrse con pequeñas alteraciones de un tono básico.

También tomar en cuenta los siguientes aspectos:

Determinar el nivel de value, después el chroma y al último el hue.

Analizar cada diferencia que puede encontrarse entre el diente y la lengüeta. Debe moverse en la dirección apropiada por si es posible encontrar una lengüeta más cercana a las características del diente a restaurar.

Una restauración puede lucir bien en un modelo de trabajo y lo contrario en la boca, donde hay tejidos circundantes y no sólo una base de yeso.

Un contraste simultáneo es una intensificación de la diferencia percibida

entre dos colores contrastantes adyacentes:

Cuando un objeto amarillo es colocado a lo largo o dentro de un campo azul, ambos aparecen más brillantes o más saturados.

Los colores pueden ser más brillantes si se proyectan contra un fondo oscuro, y más oscuros contra un fondo brillante.

El matiz también puede parecer más intenso cuando se coloca contra una superficie neutral o menos intenso cuando el fondo es de un color más saturado. Estas situaciones afectan la combinación del matiz.

Si dos áreas adyacentes difieren en brillo, es decir, que una sea más brillante que otra, la más brillante tendrá una apariencia nebulosa o descolorida en relación a la de junto.

El ojo bajo estas condiciones se fatiga más fácilmente, por lo que el área de trabajo deberá ser iluminada uniformemente y adecuadamente.(5).

Siempre debe tomarse en cuenta la opinión del paciente, además de la participación de la asistente, también debe usarse un espejo de pared y no uno de bolsillo, por que obstaculiza el campo visual.

Cuando hay una tonalidad casi imperceptible más oscura y otra mínimamente más clara, debe elegirse la más oscura, pero nunca si despues debe modificarse con tintes. Si solo se dispone de pigmentos sustractivos para modificar el color de una corona de porcelana es muy difícil alcanzar el value y no muy fácil reducir el chroma. Hay que asegurarse que el color original de la restauración es tan alto o más (value) de lo que sería necesario y tan bajo o más (chroma) de lo que debe ser al final. Hay que elegir la tonalidad de forma que las modificaciones sean para bajar el value y/o aumentar la intensidad, (elegir la tonalidad más alta en valor y más débil en intensidad manteniendo la restauración en el espacio del color que permita exitosas modificaciones en el sillón).(5) (10).

4.5 CARACTERIZACIONES .

Los dientes naturales varían considerablemente entre los individuos por su forma, textura y color y tienen particularidades que los distinguen unos de otros. Tienen aspecto agradable y estético a los ojos del observador cuando su patrón es armonioso en relación con las estructuras anatómicas, tonos de los tejidos y matices de los dientes circunvecinos.

La dentición natural debe armonizar con los contornos, forma y rasgos de la cara, incluyendo nariz, ojos y mejillas; así como el tono de la piel.

Los dientes tienen variaciones mínimas perceptibles en el color, que se deben al grosor de la capa de la dentina y al contorno y forma del diente. La capa de dentina difiere de un diente a otro, además de cambiar con la edad del paciente. Un paciente joven tiene dientes más claros y más vitales pues la capa de dentina es más delgada y la cámara pulpar es más grande. Esto da la apariencia de un diente menos brillante. Con la edad, hay engrosamiento de la capa de dentina haciendo parecer al diente más oscuro, con tonos amarillo-anaranjados pero muy brillante. (4).

Para que algo parezca natural, es indispensable que haya variaciones activas. Si la composición es estética y repetitiva, con dientes del mismo tamaño, uniformes y en la misma posición, el conjunto parecerá inerte y artificial.

Se requiere de habilidad e interpretación para producir una apariencia natural y atractiva en presencia de estructuras alteradas o desordenadas.

La colocación de incisivos centrales dominantes, caninos verticales con superficies mesiales hacia adelante, hacia afuera en el cuello y con la punta de la cúspide hacia adentro; laterales rotados (femeninos) o hacia adelante (masculinos) se relacionan con el sexo, la personalidad y factores etarios.

Quando una restauración se coloca en la boca del paciente la caracterización no debe ser un punto focal sino mezclarse dentro de una composición con balance y armonía.

Imitar las características superficiales para un grupo de edad particular e individualizarlas, facilita la obtención de una restauración con apariencia natural.

Hay infinidad de caracterizaciones que pueden realizarse en las restauraciones estéticas para darles un aspecto de naturalidad; dentro de las que se encuentran:

- Pigmentaciones y erosiones cervicales
- Grieta adamantina
- Simulación de restauraciones de resina
- Areas descalcificadas
- Halo incisal
- Abrasión de bordes incisales
- Línea de realce
- Imitación de restauraciones metálicas
- Translucidez
- Reducir el value
- Dentina expuesta
- Surcos y fosas
- Hipocalcificaciones
- Variaciones (decoloraciones casuales).

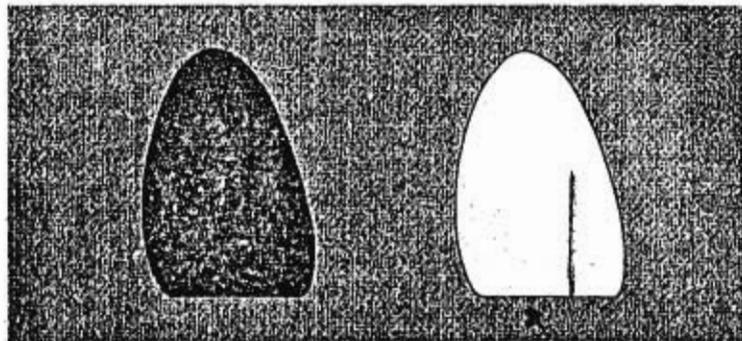


Fig. 8 Ilusión óptica de tamaños diferentes debida a la diferencia de claridad. B. Grieta compuesta por una línea blanco-amarillenta y otra grisácea en distal.

4.6 ENGAÑO E ILUSION

La forma y posición de los dientes son los principales factores en el logro de la estética.

La pérdida de tejido de soporte, un espacio para pónico demasiado grande o inadecuado y una relación oclusal que demanda un espacio total sobre un pónico o una corona pueden no hacer posible el desarrollo del resultado deseado.

La prótesis parcial fija no reemplaza la matriz gingival como lo hace la prótesis removible, de manera que la longitud de un pónico debe extenderse a lo que se conoce como estética óptima. La ilusión de una corona más corta y disminuida puede crearse moviendo la porción interproximal cervical facial más lingualmente y contorneando una cara radicular y unión cemento-esmalte como con un pónico.

Las áreas cervical e interproximal se colorean con naranja-café. El espacio interdental se completa haciéndolo menos notorio. La unión cemento-esmalte se acentúa ligeramente con café que puede diluirse ligeramente con naranja aumentando una profundidad aparente.

Las líneas de resalte se acentúan con amarillo o blanco pero deben usarse muy ligeramente. Cuando se colocan a la altura del contorno o en los ángulos, ayudan a acentuar los ejes longitudinales.

Existe una guía para la modificación de la alineación de los dientes. Son tres pasos, incluye modificaciones incisales. (Lombardi).

Uno.- Se refiere al incisivo central expresando la edad.

Dos.- Al incisivo lateral que muestra las características típicas del sexo.

Tres.- Al canino, que denota el vigor, la personalidad.

Esta guía muestra un espacio obscuro o "negativo" detrás de los dientes que ayuda a la modificación de los bordes incisales y a la creación de una variedad ilimitada de ilusiones.

El efecto de la interpretación de un modelo añade la tercera dimensión; ésta en otras palabras, depende del conocimiento de como la luz proviene del sol y no de la tierra subyacente. Por consiguiente, para obtener la tercera dimensión se emplean las sombras. Este fenómeno tiene cierta relevancia dental. (13).

Por medio del tallado para dar forma a un diente y con la ayuda del color puede darse cualquier forma deseable a una restauración adaptándola a las características específicas de cada paciente.

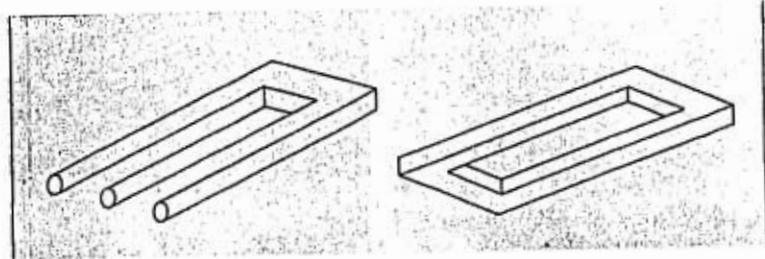


Fig. 9 Ilusiones ópticas. El ojo quiere ver en tres dimensiones, aunque esto sea imposible en una ilustración.

CONCLUSIONES

Las informaciones visuales por principio se componen simultáneamente de informaciones sobre la forma y el color; el 40% de todas las informaciones que un hombre recibe normalmente se refieren al color. Sin necesidad de adentrarnos en los aspectos estéticos y psicológicos, estas cifras ya dejan bien patente la importancia que el color tiene en la vida del hombre.

Para poder comprender esto, es preciso partir del órgano de la vista. El principio de funcionamiento de éste nos dará la explicación de las relaciones existentes.

El color no es algo constante ni objetivamente tangible. Porque por principio el color no es más que una percepción en el órgano del sentido visual del contemplador. Los colores de objetos o colores materiales, denominados en el lenguaje técnico (colores de cuerpo), están sometidos a constantes cambios. Cambian de aspecto según la luz de cada momento y según la situación con respecto al contemplador. Porque resulta que el órgano de la vista posee una capacidad de adaptación a los cambios de iluminación y a las circunstancias de observación.

Teniendo en cuenta que las sensaciones no son medibles, la ciencia ha optado por referirse al llamado (estímulo de color). Este concepto se refiere a los rayos lumínicos, cuya tarea consiste en transmitir las informaciones.

El color es única y exclusivamente la sensación de color. En consecuencia, la ley fundamental de la teoría de los colores es la que rige el funcionamiento del órgano de la vista. Todas las formas de origen, mezcla y sensación del color deben y pueden ser explicadas por medio de este principio general.

Por tanto, el color es muy importante en el campo de la Odontología (Odontología Estética) ya que favorece a la estética de una restauración, así como también la forma y la textura.

Después de realizar esta revisión bibliográfica se recomienda:

- Que el ojo del observador se encuentre finalmente entrenado.
- Que al observar el color, se eviten lapsos prolongados pues se puede caer en una adaptación cromática y/o metamerismo.
- Que el observador cuente con una guía individualizada de cada paciente teniendo en cuenta que ésta no presenta un respaldo metálico, por lo tanto, la reflexión de la luz no será la misma.
- Contar con varios tipos de iluminación en el consultorio y que su decoración (color de paredes, pisos, muebles, etc.) no interfiera en la selección del color que se le tomará al paciente.

Si se observan y cumplen todas las directrices, se puede ofrecer al paciente una excelente restauración estética.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- A.J E. Qualtrough/ F.J.T. Burke. A LOOK AT DENTAL ESTHETICS.
Quintessence International. vol, 25:7-14 núm. 1/1994.
- 2.- Daniel Vaughan, Taylor Asbury. OPTALMOLOGIA GENERAL.
Editorial Manual Moderno S.A 1982 Sexta Edición.
- 3.- David Jansen. FISILOGIA. Editorial Interamericana, Denver, Colorado.
- 4.- Elio Pizzamiglio, MD, DDS. A COLOR SELECTION TECHNIQUE.
J Prosthet Dent. vol, 66:592-6 núm.5 November 1991.
- 5.- Fujimoto J. MF. Land. s.f. Resenstiel. PROTESIS FIJA. PROCEDIMIENTOS
CLINICOS Y DE LABORATORIO. Salvat Editores S.A.
- 6.- Ganong. N.F. FISILOGIA MEDICA. 12a Edición. Editorial Manual Moderno
1990.
- 7.- Guyton A.C. FISILOGIA Y FISIOPATOLOGIA BASICAS.
Editorial Interamericana. Madrid-España 1988.
- 8.- Harald Küppers. FUNDAMENTOS DE LA TEORIA DE LOS COLORES.
Editorial Gustavo Gili, S.A.
- 9.- Harry f. Albers, DDS. ODONTOLOGIA ESTETICA SELECCION Y COLOCACION
DE MATERIALES. Editorial Labor, S.A.

- 10.- Herbert Victor Exner, B.Ch.D. M.Sc.Dent. PREDICTABILITY OF COLOR MATCHING AND THE POSSIBILITIES FOR ENHANCEMENT OF CERAMIC LAMINATE VENEERS. J. Prosthetic Dentistry vol,65:619-22/1991.
- 11.- Jay H. Stein M.D. MEDICINA INTERNA 2a Edición. Tomo II. Editorial Salvat. Editores S.A.
- 12.- Kuwata Masahiro. ATLAS A COLOR DE TECNOLOGIA EN MATERIAL CERAMICA. vol. 3 Actividades Médico Odontológicas. Latinoamérica C.A. 1988.
- 13.- Preston J.D., LL.Miller. PRINCIPIOS ESTETICOS EN LA ODONTOLOGIA RESTAURATIVA. Editores DOYNA. edición Española 1991.
- 14.- Ronald E. Jordan. COMPOSITES EN ODONTOLOGIA ESTETICA. TECNICAS Y MATERIALES. Salvat. Editores S.A.
- 15.- William F.P. Malone. David L. Koth. TYLHAN'S TEORIA Y PRACTICA EN PROSTODONCIA FIJA. Actividades Médico Odontológicas Latinoamérica C.A. 1991.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**