

428
2 ej°



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**PREVALENCIA DE LAS DEFICIENCIAS EN LA
APRECIACIÓN DEL COLOR EN UNA POBLACIÓN
ESTUDIANTEL DE ODONTOLOGÍA.**

T E S I S

QUE PRESENTA:

DE LA TORRE ORTEGA LILIANA FABIOLA

Para obtener el título de:

CIRUJANO DENTISTA

Director de Tesis:

C.D.M.O. CARLOS MARTÍNEZ REDING GARCÍA

Asesor de tesis:

ACTUARIO FRANCISCO SÁNCHEZ VILLAREAL

**MÉXICO, D.F.
1996**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO:

Por permitirme el Honor de pertenecer a la
" La Máxima Casa de Estudios en México ", de la cual
agradezco mi formación Académica.

A MIS PADRES:

LUCÍA ORTEGA MARTÍNEZ.

FRANCISCO DE LA TORRE AGUILAR.

Por regalarme la mejor de las Herencias, el permitirme
terminar mi carrera, por su comprensión, amor y
apoyo incondicional. Mi cariño y admiración.

**A TODOS LOS QUE CON SU INVALUABLE CONTRIBUCIÓN HAN HECHO
POSIBLE LA ELABORACIÓN DE ESTA INVESTIGACIÓN.**

ÍNDICE.

I.- PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN.	pág.
Introducción	2
Justificación	3
Hipótesis	3
Objetivo	4
Material y Método	5
Selección, tipo y tamaño de la muestra	7
Variables	7
II.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.	
COLOR	9
Historia y desarrollo del concepto del Color	9
El color en la Técnica Odontológica. Sistema de ordenación del color de Munsell	10
Elección del Color	12
Observador	12
Objeto	13
Materiales Dentales	13
Fondo y Medio Ambiente	13
Fuente Luminosa	14
Métodos Utilizados para Evaluar el Color	15
Visual	15
Instrumental	15
CONSIDERACIONES ANATÓMICAS	17
El Ojo	17
Retina	18
Anatomía y Función de los Elementos Estructurales de la Retina	19
Conos y Bastones	19

Vías Neurales	21
Mecanismo Fotorreceptor	23
Respuesta Eléctrica de las células de la retina	23
Compuestos Fotosensibles	23
Pigmentos de los Conos	24
Mediadores Sinápticos en la Retina	24
Análisis del color por la corteza visual	25
VISIÓN DE LOS COLORES	25
Propiedades Físicas del Estímulo Luminoso	26
Colores Primarios	27
Mezclas Aditivas y Sustractivas	28
Colores Complementarios	29
Fusión de pares de colores no complementarios	29
Lugar de la fusión	29
Serie Acromática	30
ASPECTOS FISIOLÓGICOS	31
Trastorno del Sistema Cromático. Ceguera a los Colores	32
Clasificación	33
Etiología de la ceguera al color	35
Pruebas para la Visión de los Colores	36
III.- RESULTADOS	39
IV.- DISCUSIÓN	46
V.- CONCLUSIONES	49
VI.- ANEXO	52
VII.- BIBLIOGRAFÍA	77

I.- PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN.

INTRODUCCIÓN.

El color desempeña un papel importante en nuestra vida cotidiana. Los pacientes actualmente requieren del profesional una atención más desarrollada para apreciar los colores y las combinaciones entre ellos. La capacidad para percibir las diferencias de color es una habilidad que se perfecciona con la práctica. Tomando en cuenta que nuestra sociedad demanda de restauraciones estéticas para mejorar el aspecto personal, es de vital importancia conocer este fenómeno.

Podemos definir el color como el efecto de una fuente de iluminación reflejada por un objeto hacia el ojo del observador, sin embargo existe un sin número de definiciones del color. Así, ésta descripción puede ser ampliada e incluso modificada si tomamos en cuenta que el color no es un fenómeno simple, sino por el contrario extremadamente complejo, que puede ser tomado en cuenta tanto objetiva como subjetivamente. Se presentan entonces variados elementos que lo constituyen y otros más que lo modifican.

Comprender el color requiere del manejo de una serie de términos, en áreas tales como: - La Óptica, Anatomía, Fisiología, Química y Física entre otros.

Munsell consideró el color como una entidad tridimensional al cual se le estudia tono o matiz, valor y cromatismo. Las variables que modifican este fenómeno son : -fuente de iluminación; -objeto; en el que se involucra, transmisión, absorción, reflexión, refracción, disipación, transparencia, translucidez y metamerismo. Además las diferentes partes del mismo pueden exhibir distintas magnitudes de color; -Observador, -material dental, -fondo y medio ambiente.

Tomando en cuenta los factores anteriores la presente investigación pretende controlar estas variables con el fin de efectuar un estudio enfocado a la obtención de información en dos

elementos que influyen sobre la elección del color; el observador y la fuente de iluminación.

En lo que concierne al observador, se trato de identificar quienes y cuantos presentaban algún trastorno en la apreciación del color, por medio de las cartas de Ishihara, las cuales solo determinan si existe o no alguna alteración en el sujeto.

La influencia luminosa juega un papel muy importante dentro del color, ya que dependiendo de ella un objeto puede parecer de distinto color, o provocar una diferencia de tonos sobre el mismo, por ejemplo una luz halógena blanca y fría es predominantemente azul-verde y pobre en roja, mientras que un tono rojo amarillo tiende a realzar éstos y debilitar los azules. Una intensidad inadecuada, tiende a ocasionar fatiga ocular. Utilizando el Criti-Color Bulb el cual nos proporciona una iluminación ideal, invariable y sin predilección por cierto tono, se puede identificar la diferencia al momento de elegir color.

Manejando la fuente de luz y controlando los demás factores se registraron las diferencias al tomar color en 300 estudiantes de la Facultad de Odontología correspondientes al 5to y 6to semestre, realizándoles también un examen con las cartas de Ishihara a fin de identificar alguna deficiencia fisiológica.

JUSTIFICACIÓN.

Considerando que las condiciones en que se toma el color en la Clínica de Prótesis de la Facultad de Odontología no están controladas es necesario saber hasta qué punto la iluminación artificial, el medio ambiente, el observador, el objeto etc influyen en la elección del color.

HIPÓTESIS.

Si se utiliza una adecuada iluminación para la toma de color, entonces debe disminuir el margen de error al momento de seleccionar el mismo.

OBJETIVO.

-Determinar si las condiciones en las que se toma el color en la Clínica de Prótesis de la Facultad de Odontología son adecuadas.

-Detectar anomalías fisiológicas en la apreciación del color dentro de la Población estudiantil de la Facultad de Odontología, correspondiente al 5to y 6to semestre de Licenciatura.

Objetivos Secundarios:

-Detectar la influencia que ejerce la iluminación del medio ambiente (hora del día) sobre la selección del color.

-Identificar el o los colores de más confusión.

-Obtener los resultados de la elección del color de Individuos con deficiencias en la apreciación del color y compararlos con los normales.

MATERIAL Y MÉTODO.

MATERIAL.

-Una fuente de luz especial para identificar color •Criti color Bulb•.

-8 cartas isocromáticas de Ishihara.

-2 colorímetros de Vitta.

-300 estudiantes de Odontología.

-300 hojas de datos.

-300 hojas de instrucciones sobre cómo tomar color.

-Iluminación de la Clínica de Prótesis de la Facultad de Odontología. Solar 40w luz de día. General Electric 40w universal. Philips 39w luz de día. Osram 40w cool white.

-Campos (azules) como fondo neutro.

-Mesa de metal.

MÉTODO.

Dada la complejidad que resulta de la elección del color se decidió:

OBSERVADOR: Se encuestarán 300 alumnos divididos en 6 grupos, de la Facultad de Odontología UNAM, campus C.U con edades de 19 a 49 años, correspondientes 3 al turno matutino y 3 al turno vespertino. (Grupo 1 de 7-9hrs, Grupo 2 de 9-11hrs, Grupo 3 de 11-14hrs, Grupo 4 de 14-16hrs, Grupo 5 de 16-18hrs y Grupo 6 de 18-21hrs.)

Se empezó por realizar a cada alumno una prueba de ceguera al color utilizando las Cartas de Ishihara con el fin de detectar cualquier anomalía en la apreciación del mismo. Las cartas de Ishihara también denominadas Isocromáticas consisten en 8 tablas Litografiadas a colores, representando figuras con lunares de diversos colores colocados entre otros lunares del mismo tamaño, pero con tintes fácilmente confundibles para las personas con ceguera al color.

La primera tabla es un círculo, la segunda un cuadrado, la tercera un círculo rojo para el individuo normal y un cuadrado verde para el anormal, la cuarta un cuadrado rojo para el normal y un círculo verde para el anormal, la quinta una curva reconocida por ambos, la sexta son curvas en donde el normal distingue una curva verde y el anormal una roja, la séptima es una curva roja para el normal y una verde para el anormal, la octava son dos curvas en donde el anormal sólo observa el extremo de una de las dos curvas.

Se considera una persona completamente anormal si no es capaz de identificar la tabla 8, o bien cometer más de 3 errores en las tablas 3,4,6 y 7. Las deficiencias al verde se observan en la tabla 6, al rojo en las tablas 3,4,7 y 8 al azul en la 1 y 2. Es importante señalar que la figura 5 es percibida por individuos normales como anormales, y que se observan figuras verdes dentro de las tablas realizadas para el rojo.

Se proporcionaron las instrucciones correctas para tomar color(ver anexo) y resolver cualquier duda al respecto, descartando así cualquier falla en la elección del color por falta de conocimientos.

Se estableció un tiempo límite de 5 min. de duración para completar la operación evitando así que el alumno sufriera fatiga ocular.

Se escogieron alumnos correspondientes al 5to y 6to semestre de Licenciatura, por sus conocimientos previos sobre la toma de color.

OBJETO: Se utilizaron 2 colorímetros de Vitta (seleccionados por ser los de mayor uso entre los Odontólogos), uno ordenado por valores recomendado por el fabricante y otro mezclado; se le pidió al alumno ordenar éste último a semejanza del primero. Se controlaron los fenómenos de disipación, reflexión, refracción, absorción, transmisión y transparencia, al utilizar dos colorímetros iguales de la misma marca.

Para que el alumno no supiera de qué color se trataba, se colocaron cintas en el lugar del nombre del color.

Se le permitió al alumno tomar los colorímetros colocándolos en la posición más favorable a la influencia luminosa.

MEDIO AMBIENTE: Se realizó el examen siempre en el mismo lugar (Clínica de Prótesis) con el fin de encontrar las mismas condiciones para ambas pruebas.

Se utilizó un campo con superficie neutra (azul) para que el alumno realizara sobre él la elección, controlando de esta forma el fondo, además de ayudar a descansar la vista del observador.

Se realizó una prueba bajo la luz artificial propia de la Clínica de Prótesis y otra con la influencia del Criti-Color Bulb.

Se realizó el mismo examen a 6 grupos clasificados por el horario al que pertenecían, correspondientes al turno matutino y vespertino.

Dentro de la Clínica de Prótesis, se realizó a cada alumno el examen de ceguera al color con las cartas de Ishihara, bajo la iluminación adecuada proporcionada por el Criti-color Bulb, se colocaron las láminas a una distancia de 50 a 75cm del alumno, dando un lapso de 2 a 3 seg para observar la figura y color que se mostraba, se anotaron los resultados.

Después de leer las instrucciones, los alumnos llevaron a cabo la elección del color en dos tiempos, el primero con la iluminación de la Clínica de Prótesis, y el segundo con el Criti-color Bulb, cada prueba tuvo una duración de 5min. se anotaron los resultados.

Se utilizó un tipo de Prueba Estadística Paramétrica de dos proporciones de población para analizar los resultados.

SELECCIÓN TIPO Y TAMAÑO DE LA MUESTRA.

Se seleccionaron 300 estudiantes de Odontología correspondientes al 5to y 6to semestre.

VARIABLES.

Todas las siguientes variables son Cualitativas.

- Lugar. Siempre en la Clínica de Prótesis.
- Observador. Estudiantes correspondientes al 5to y 6to semestre, todos del mismo nivel académico.
- Iluminación. Artificial de la Clínica y Criti Color Bulb.
- Fondo. Bajo el mismo fondo azul.
- Objeto. 2 Colorímetros de Vitta.

II.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

COLOR.

Hablar de color puede llevarnos a una discusión interminable sobre los conceptos que deben tomarse en cuenta. El color puede abordarse desde un punto de vista, tanto subjetivo como objetivo. Lo que nos ha llevado a sacar conclusiones erróneas durante miles de años y que incluso con seguridad nos confundirán durante toda nuestra vida.

HISTORIA Y DESARROLLO DEL CONCEPTO DE COLOR.

Una investigación realizada por Berlin y Kay (1969) mostró que en las sociedades primitivas el estudio del color se dividió principalmente en blanco y negro. En un grado de mayor complejidad se añadió un tercer color, el rojo, posteriormente se le dio nombre al verde y al amarillo, y a partir de entonces aparecieron nuevas palabras para designar a los demás: rosa, naranja, gris etc.

William Gladstone en 1858 realizó un estudio de la terminología de los colores en la literatura de la antigua Grecia, encontrando solo un limitado número de términos referentes al color.

Aristóteles (327-287) A.C) dedicó una considerable atención al color; estableció su Teoría general del color y en Meteorología escribió acerca de su Teoría del color del arcoiris o Teoría del espectro de colores. También afirmó que eran tres los colores primarios: rojo, verde y azul. En De sensu sitúa los colores en una escala lineal, con el blanco en un extremo y el negro en el otro, entre ellos se encuentran el amarillo, el rojo, el violeta, el verde, el azul y el gris. Estos siete pasos proporcionan un valor fijo de luminosidad - oscuridad a cada uno de los

colores y los han empleado durante siglos los artistas para representar la luminosidad y oscuridad y los grados intermedios.

En 1676 Isacc Newton descompuso un rayo de luz blanca en los colores del espectro al hacerlos pasar por un prisma de cristal; este espectro incluye todos los colores básicos a excepción del morado. 25, 31.



ARISTÓTELES
(384-322 A.C.)



Sir ISAAC NEWTON
(1642-1727)

EL COLOR EN LA TÉCNICA ODONTOLÓGICA.

SISTEMA DE ORDENACIÓN DEL COLOR DE MUNSELL.

El color puede definirse como un fenómeno luminoso por el que la percepción visual puede diferenciar objetos que de otra manera parecerían idénticos, sin embargo existe una infinidad de definiciones del color. 27.

Clark en base a sus investigaciones afirma que se necesitan cerca de 800 unidades de tonos diferentes para igualar los colores de los dientes. La mitad de ellos deben ser del tercio medio y la otra del incisa. Los 15 a 20 tonos utilizados en los colorímetros no representan adecuadamente los dientes naturales por poseer deficiencias en el Color, Valor y Cromatismo. 25.

Para poder organizar nuestras ideas acerca del color es necesario conocer el sistema de ordenación del color de Munsell. No se trata de un sistema perfecto, pero tampoco lo son los demás. Se creó, con el objetivo de establecer grados de percepción iguales desde un color a otro en cualquier dimensión de color en que se trabaje. Esto es de gran utilidad cuando se trabaja con pequeñas diferencias de color, pero resulta desigual para cambios grandes.

Munsell considera al color como una entidad tridimensional, dándoles como nombre a cada una de ellas color(hue), valor(value) y cromatismo(croma). Los nombres varían de un sistema a otro, pero no las dimensiones mismas. Las diferencias dependen de la familia a que pertenezca el color, su claridad u oscuridad y su pureza o intensidad. Esta es la base de la organización de los sistemas de ordenación tridimensional de colores. 25.

El color hace referencia a los distintos colores que existen, la diferencia entre un rojo, un verde y un azul, consiste en identificar a que familia de color pertenece. Cada hoja de plástico del sistema de Munsell corresponde a un solo color. 25.

El valor se refiere exclusivamente a la claridad u oscuridad de un color y se determina clínicamente entornando los ojos y comprobando la cantidad de luz que llega a la retina, (trabajo de los bastones). No hace referencia a la cantidad de gris de un color. En el árbol tridimensional de Munsell hay un eje acromático sin color que se extiende verticalmente a lo largo del eje sólido de color, situando al negro en un extremo inferior, asignándole el valor de 0; al blanco, en el extremo superior, con el valor de 10; los nueve niveles de valores ascienden a lo largo del eje sólido de color. El valor es la única dimensión que puede existir aislada; no tiene color ni cromatismo. Los valores es lo que vemos en un televisor en blanco y negro, y se determina por la forma en que éste transmitiría luz u oscuridad. 25.

El cromatismo se refiere a la intensidad o pureza de un color y describe el aumento de intensidad de los colores. En una carta de Munsell todos los colores de una hilera vertical dada tienen el mismo cromatismo; las diferencias que se observan son de valor. Todos los colores de una hilera horizontal dada tienen el mismo valor; las diferencias que se observan en este caso son de cromatismo. En el cromatismo es importante la cantidad de gris (diluyente acromático); cuanto mayor es la cantidad de gris, más débil es el cromatismo.

La identificación de cualquier color en el sistema de Munsell es positiva y de comprensión general. El color (H) se sitúa a la izquierda, a continuación el valor (V) y por último el cromatismo (C); valor y cromatismo están separados por una barra : H V/C. Cada uno de los diez colores del sistema presenta diez subdivisiones, para designar el color que se va a identificar se emplea una letra. Así un rojo medio (R) a mitad de camino entre un rojo amarillento y el rojo púrpura sería 5R. El rojo más saturado con valor 4 y cromatismo 14 se designaría 5R 4/14. De esta forma se pueden identificar los colores del sistema.

Las discrepancias de color (hue) y cromatismo (croma) en una restauración cerámica son de menor significado y más fácil de modificar que incrementar el valor cuando se es demasiado bajo; por lo tanto, cualquier factor que reduzca el valor en una restauración debe ser controlado.18, 26.

ELECCIÓN DEL COLOR.

Actualmente se le ha dado un especial énfasis a la apariencia estética de las restauraciones; como resultado la elección del color es un gran reto tanto para el dentista como para el laboratorista.

El color es el efecto de una fuente de luz reflejada por un objeto hacia el ojo del observador. Se comprende así que cada una de estas variables (fuente de luz, objeto y observador) puede afectar la elección del color. Además existen otras variables como las características de superficie, forma y distribución de los dientes que deben tomarse en cuenta.5.

Una vez entendido el sistema de ordenación de Munsell podemos proceder a explicar porque cada una de las variables afecta la percepción del color.

EL OBSERVADOR. La habilidad para distinguir colores no es uniforme en todos los observadores. El observador debe ser entrenado para discriminar los colores bajo el uso repetido de pruebas de color estándar. Existen muchas personas que padecen algún tipo de ceguera a

los colores y son incapaces de ver algunos de ellos, por lo que es importante para el Dentista investigar si él mismo está afectado, y si así fuera, debe buscar la colaboración de un protésico o de un asistente bien entrenado que lo ayude en la elección del color. La fatiga ocular debe evitarse al elegir el color volteando ocasionalmente a ver una superficie neutral (gris o azul), cerciorándose de que se ha observado rápidamente todos los tonos que ofrece el colorímetro para estar seguros de que el elegido es el ideal. 27, 5, 10, 32 7.

OBJETO. El objeto puede modificar la luz por transmisión, absorción, reflexión, refracción, o dispersión, dando lugar a una determinada calidad de color. Además las diferentes partes del mismo objeto pueden exhibir distintas magnitudes de este fenómeno. El diente humano es tanto transparente como translúcido, presentando una superficie muy compleja para elegir el color. El dentista, solo cuenta con los colorímetros que se encuentran en el mercado para tratar de identificar los tonos del diente. El color no es un patrón definido por la edad, pues pueden existir dientes muy claros en personas mayores y gente joven con tonos oscuros. Los pacientes no deben llevar en la ropa colores brillantes ni lápiz labial. 27, 5, 28, 11, 3, 21, 33.

MATERIALES DENTALES. Las propiedades estéticas de los materiales dependen de los siguientes factores:

-coeficiente de desparramiento, -coeficiente de absorción (wavelength) -reflectividad lumínica. Estas variables están dadas en función al tipo de iluminación. La opacidad es una importante propiedad estética en restauraciones dentales, y esta depende del grosor del material y la reflectividad del fondo. La subestructura de la porcelana causa diferencias de valor por lo que es necesario un mejor control de las variables que se relacionan con éstos resultados estéticos ópticos. Se han encontrado diferencias en la designación del color entre los fabricantes, así como distintos tonos del mismo color entre la misma marca. Es necesario un nombramiento consistente para un mejoramiento de la comunicación en el uso de modificadores de porcelana. 28, 29, 20, 19, 17, 6.

FONDO Y MEDIO AMBIENTE. La interpretación del color depende altamente del fondo sobre el cual el objeto es iluminado y observado. Para los estudiantes es difícil realizar una adecuada selección del color en donde el medio ambiente no tiene balance de color ni luz. Es recomendable utilizar campos de una superficie neutra como gris o azul. Se demostró que la

mayoría de los operadores (Dentistas y Laboratoristas) trabajan en un medio ambiente ajustable de luz artificial; para el color esto resulta una variable de considerable atención por las fallas que originan.

Es aconsejable omitir la luz natural y utilizar siempre la misma fuente de luz apropiada, ya que la luz de día es demasiado irregular, al atardecer se torna rojiza y durante el día tiene más azul por lo que influye grandemente en la selección del color. 2, 11, 19.

FUENTE LUMINOSA. Una adecuada iluminación es esencial para la correcta elección del color. La fuente de luz ideal tiene su energía distribuida a través del espectro visible, la cual debe ser de 200 a 300 footcandles a una distancia de 76cm. . La porción visible del espectro electromagnético está comprendida entre los 380 y los 780m μ . En las fuentes luminosas artificiales también falta una distribución uniforme del color. La luz incandescente es predominantemente roja-amarillenta y le falta azul. Este tipo de luz tiende a realzar los colores rojos y amarillos y a debilitar los azules. Por el contrario, con la luz fluorescente blanca-fría, rica en energía azul-verde y pobre en roja, los azules aparecen fuertes y débiles los rojos. La fuente de luz ideal deberá parecerse a la luz de día, si no es posible obtener la iluminación correcta deberá tomarse el color bajo diferentes fuentes de luz. La intensidad de luz es también un importante factor ya que una intensidad impropia puede provocar fatiga ocular. El radio ideal intraoral y extraoral cae en el rango de 200 a 300 footcandles, a una distancia de 30 pulgadas. El color del medio ambiente también influye, reduce la absorción y reflexión de la luz, esto se controla con un color neutral (gris o azul). Con todas estas consideraciones podemos evitar también el metamerismo (fenómeno por el que un objeto presenta distinto color según la fuente de luz con que es iluminado).

Numerosos experimentos demuestran que la luz es un factor determinante, sin el cual nos conduciría seguramente al error. Se han inventado lámparas e instrumentos que den una luz ideal; sin embargo han fallado y se encuentran en desuso, ejem: Verilux, Cool White Bulb, lámpara de Nei, etc. De acuerdo con el trabajo de Bergen y McCasland el Criti-color Bulb es la fuente de luz ideal. 27, 5, 30, 2, 11, 32.

MÉTODOS UTILIZADOS PARA EVALUAR EL COLOR.

Los métodos utilizados para evaluar el color de los órganos dentales pueden ser divididos principalmente en dos categorías: 1) Visual 2) Instrumental.

La primera usa la comparación visual subjetiva con colorímetros (guías de color estándares). La segunda categoría está caracterizada por el uso de instrumentos que miden y calculan valores.

El método visual es el más utilizado, el diente y la guía es observado simultáneamente bajo las mismas condiciones de luz, aunque se pueden mencionar numerosas desventajas de estas guías : 1) El rango de color utilizable es inadecuado y los colores no están distribuidos sistemáticamente. Este método multifactorial carece de consistencia 2) El proceso incluye color, forma, cuerpo, estructura, glaseado y desasimilación entre el centro y diferentes sitios del diente. Distintos observadores pueden interpretar los efectos de estos factores como diferentes y 3) No es posible traducir los resultados obtenidos a las especificaciones marcadas por el CIE (Commission Internationale de l'Eclairage). Se ha comprobado que las guías de color utilizados no describen adecuadamente el color natural, pues son deficientes en tonos amarillos rojos y en los rangos de valor bajos y altos.

Cuando utilizamos instrumentos ópticos, el color de un objeto es determinado por el análisis de la luz que refleja. Para obtener una relevancia clínica, el método debe basarse en las propiedades ópticas relacionadas a una información generalizada. El método debe ser reproducible, sensible y fácil de usar. Los resultados deben ser posibles intraoralmente y no ser destructibles. Sin embargo hasta el presente, ningún método instrumental es 100% útil. Se han realizado numerosos esfuerzos para establecer instrumentalmente el color dental. Existe un limitado uso en cada uno de ellos. Los investigadores no se han puesto de acuerdo en el lugar de medición del color, en su tipo de material, iluminación, grado de reflectividad, objeto y pérdida del ángulo que causa una inadecuada lectura en saturación y tono del color. En los

ángulos y bordes la luz incidente traspasa dando como resultado el efecto translúcido; en el cuerpo la luz es reflejada o disipada dando como resultado otro efecto en el color. Cada uno de estos factores ocasionan una variación en la medición. Los instrumentos hasta ahora investigados son los siguientes: 1) Teoría Kubelka-Munk para obtener constantes ópticas de materiales estéticos dentales; sin embargo estas fórmulas nos lleva a soluciones algebraicas.

En 1948 Kubelka desarrolló una Teoría en la que derivó ecuaciones para propiedades ópticas que pueden resolverse algebraicamente por funciones hiperbólicas.

Esta Teoría describe las propiedades ópticas de un material de espesor plano de grosor finito y constante. La Teoría ignora la reflexión del límite o medida de diferentes índices de refracción y el cambio de distribución de onda por absorción específica o dispersión de luz. La aplicación de la ecuación Kubelka a la teoría Kubelka-Munk permite la determinación algebraica de constantes ópticas en materiales restaurativos estéticos de valores reflectivos de un ejemplo de conocido grosor contra dos fondos de diferente reflectividad. Es de notar, que las predicciones calculadas de estas constantes ópticas se vuelven inservibles bajo diferentes condiciones experimentales.

El Chromascan fue diseñado para ayudar al Dentista en la elección del color. Es un colorímetro triestimulado que usa un sistema de fibra óptica y filtros de color para generar tres números designados como R, G y B. Bangson y Goodkind demostraron que R, G y B pueden ser utilizados para predecir rojo (x), verde (y) y azul (z) valores calculados de la curva del spectrophotometric con razonable exactitud. Este método es adecuado para los tonos naranjas pero posee una gran inhabilidad para medir ciertas superficies características (superficies pulidas, o diferencias de textura o de reflejo).

El Spectrophotometric es un instrumento que mide el grado de reflectividad calculando valores para que a la vez sirva de complemento a los otros métodos utilizados. Este es útil en opacos delgados en donde la pérdida de ángulo es pequeña. 2, 11, 20, 19, 16, 12, 18, 33, 32, 26, 24, 34.

CONSIDERACIONES ANATÓMICAS.

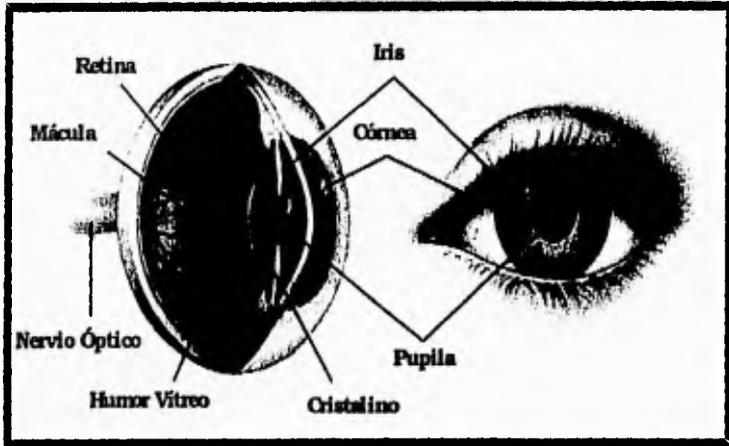
Los principales componentes del sistema visual son : 1)el ojo que funciona como cámara para enfocar una imagen visual sobre la retina; 2)la retina, parte del ojo que convierte la imagen visual en un grupo de impulsos nerviosos que se transmiten por el nervio óptico hacia el cerebro, 3)el mecanismo cerebral para interpretar las señales visuales, y 4)el mecanismo cerebral para controlar las funciones motoras de los ojos, como enfoque, control de la luz que entra en los ojos y dirección de éstos hacia el objeto de interés.

EL OJO:

El ojo es el órgano periférico de la visión en donde la luz de ciertas longitudes de onda inicia un proceso fisiológico que se hace patente en la sensación subjetiva de la visión.

Las principales estructuras del ojo son: La envoltura protectora externa del globo ocular, esclerótica, la cual está modificada en su porción anterior para formar la córnea transparente a través de la cual entran los rayos luminosos al ojo. Dentro de la esclerótica está la coroides, capa pigmentada que contiene muchos de los vasos sanguíneos que nutren a las estructuras del ojo. Revistiendo las dos terceras partes posteriores de la coroides está la retina, el tejido nervioso que contiene las células receptoras. La parte expuesta del globo ocular está cubierta por una delicada membrana mucosa, la conjuntiva. El cristalino es una estructura transparente mantenida en su sitio por el ligamento circular del cristalino (zónula). Esta se encuentra adherida a la porción anterior engrosada de la coroides, el cuerpo ciliar, el cual contiene fibras musculares circulares y longitudinales que se insertan cerca de la unión corneoescleral. Enfrente del cristalino se halla el iris, formación pigmentada y opaca que constituye la porción colorida del ojo. El iris contiene fibras musculares circulares que causan constricción de la pupila. El espacio entre el cristalino y la retina está llena con un material claro gelatinoso

llamado humor vítreo. El humor acuoso es producido en el cuerpo ciliar y fluye hacia la pupila para llenar la cámara anterior del ojo.



RETINA.

La retina es la porción del ojo sensible a la luz conteniendo los conos, que descubren los colores específicos, y los bastones, que nos permiten ver en la oscuridad. Cuando son excitados conos y bastones los impulsos nerviosos se transmiten por neuronas sucesivas en la propia retina y finalmente por las fibras del nervio óptico hasta la corteza cerebral. En este espacio nos referiremos específicamente a los mecanismos por virtud de los cuales conos y bastones recubren la luz tanto blanca como de color.

ANATOMÍA Y FUNCIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA RETINA.

La retina se extiende hacia adelante casi hasta el cuerpo ciliar. Está organizada en 10 capas y contiene los conos y bastones, que son los receptores visuales, más cuatro tipos de neuronas: células bipolares, células ganglionares, células horizontales, y células amácrinas.

Capas de la retina: Los componentes funcionales de la retina dispuestos en capas desde el exterior al interior son como sigue: 1)capa pigmentada, 2)capa de conos y bastones que se proyectan en el pigmento 3)capa limitante externa, 4)capa nuclear externa, 5)capa plexiforme externa, 6)capa nuclear interna, 7)capa plexiforme interna, 8)capa ganglionar, 9)capa de fibras del nervio óptico y 10)membrana limitante interna.

CONOS Y BASTONES.

Los conos son fotoreceptores, aunque algunos pueden distinguirse por tener un extremo superior cónico (el segmento exterior). En general, los bastones son más estrechos y largos que los conos, pero no siempre ocurre así. En las porciones periféricas de la retina, los bastones tienen 2 a 5 micras de diámetro, en tanto que los conos tienen 5 a 8 micras de diámetro y en la parte central de la retina, a nivel de la fóvea, los conos tienen un diámetro de sólo 1.5micras.

Las partes funcionales de un cono o un bastón son: 1)segmento externo, 2)segmento interno, 3)núcleo, y 4)cuerpo sinóptico. En el segmento externo es donde se halla el producto fotoquímico sensible a la luz. En el caso de los bastoncillos se trata de rodopsina, y en los conos es uno de los diversos agentes fotoquímicos llamados de manera colectiva yodopsina, que son casi exactamente lo mismo que la rodopsina salvo por las diferencias en su sensibilidad espectral.

Tanto rodopsina como yodopsina son proteínas conjugadas. Están incorporadas en las membranas de los discos en forma de proteínas transmembranales. Las concentraciones de estos pigmentos fotosensibles en el disco son tan grandes que constituyen cerca de 40% de toda la masa del segmento exterior.

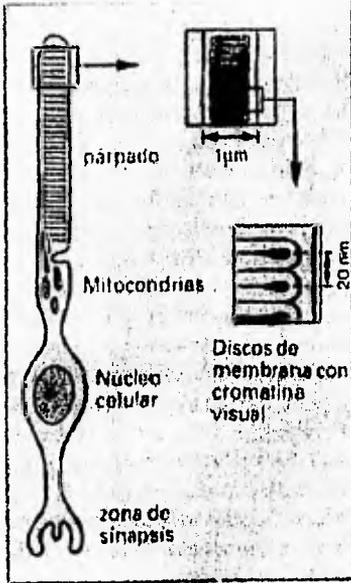
Los bastones y los conos, los cuales están próximos a la coroides, establecen sinapsis, con las células bipolares y éstas con las ganglionares. Los axones de las células ganglionares convergen y abandonan el ojo como el nervio óptico.

Dado que la capa de receptores de la retina está en aposición con la coroides, los rayos luminosos deben pasar a través de las capas de células ganglionares y de células bipolares para llegar a los bastones y a los conos. La capa pigmentada de la coroides próxima a la retina absorbe los rayos luminosos, impidiendo la reflexión de ellos, de nuevo a través de la retina. Tal reflexión produciría imágenes visuales borrosas.

Los elementos neurales de la retina están unidos por células gliales llamadas células de Müller. Las prolongaciones de estas células forman una membrana limitante interna sobre la superficie interior de la retina y una membrana limitante externa en la capa de receptores.

No existen receptores visuales cubriendo a la papila óptica, y en consecuencia, esta región es ciega (el punto ciego). En el polo posterior del ojo se halla un sitio pigmentado amarillento, la mácula lútea, que marca la localización de la fóvea central, constituida por una porción adelgazada de la retina, exenta de bastones, donde los conos están densamente agrupados y hay muy pocas células y ningún vaso sanguíneo cubriendo los receptores. La fóvea se encuentra altamente desarrollada en el hombre y es el sitio donde la agudeza visual es mayor. Cuando la atención es atraída o fijada sobre un objeto, los ojos normalmente se mueven de modo que los rayos luminosos reflejados por el objeto caen sobre la fóvea.

Los vasos retinianos riegan las células bipolares y ganglionares; pero los receptores son nutridos en su mayor parte por el plexo capilar de la coroides. Esta es la razón por la cual el desprendimiento de la retina es tan dañino para las células receptoras.



VÍAS NEURALES.

Los axones de las células ganglionares se dirigen hacia atrás formando el nervio óptico y la cintilla óptica para terminar en el cuerpo geniculado lateral, el cual forma parte del tálamo óptico. En el cuerpo geniculado, las fibras de la mitad nasal de una retina y las de la mitad temporal de la otra hacen conexión sináptica con las células cuyos cilindros forman el fascículo geniculocalcarino, el cual se dirige al lóbulo occipital de la corteza cerebral.

El área receptora visual primaria (corteza visual, área 17 de Brodmann) se encuentra situada principalmente a los lados de la cisura calcarina.

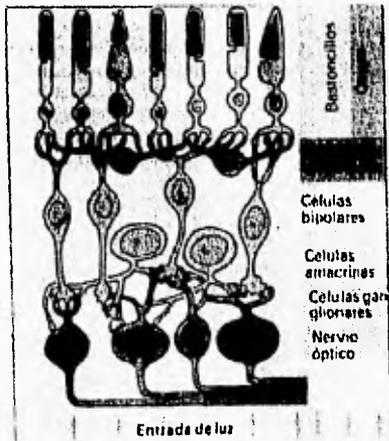
Las ramas de los axones de las células ganglionares pasan de la cintilla óptica a la región pretectal (pretectoriel) del mesencéfalo y a los tubérculos cuadrigéminos superiores (colículos superiores) donde hacen conexiones que median los reflejos visuales. Otros axones pasan directamente del quiasma óptico a los núcleos supraquiasmáticos en el hipotálamo donde hacen

conexiones que median los efectos de la luz con toda una gama de ritmos endócrinos y circadianos.

Los segmentos exteriores de los bastones son constantemente renovados por la formación de nuevos discos en el borde interno del segmento y la fagocitosis de los viejos discos del extremo externo por las células del epitelio pigmentado.

Puesto que existen aproximadamente 6 millones de conos y 120 millones de bastones en cada ojo humano, pero solamente 1.2 millones de fibras nerviosas en cada nervio óptico, la convergencia global de los receptores sobre las células ganglionares a través de las células bipolares es cercana a 105:1.

Los bastones son extremadamente sensibles a la luz y constituyen los receptores para la visión nocturna (visión escotópica). El aparato visual escotópico no es capaz de resolver los detalles y los límites de los objetos o de determinar su color. Los conos, en cambio poseen un umbral mucho más elevado para la luz, pero el sistema de los conos tiene una agudeza mucho mayor y es el encargado de la visión en la luz brillante (visión fotópica) y la visión de los colores. Así, existen dos clases de informaciones al SNC desde el ojo: una por la proyección de los bastones y la otra por los conos. La existencia de estas dos clases de contribuciones, trabajando cada una al máximo en diferentes condiciones de iluminación, es denominada la teoría de la duplicidad.



MECANISMO FOTORECEPTOR; GÉNESIS DE LOS POTENCIALES DE ACCIÓN.

Los cambios en la retina que inician los potenciales de acción son generados por el efecto de la luz sobre compuestos fotosensibles que se encuentran en los conos y bastones. Cuando la luz es absorbida por estas sustancias, su estructura cambia y este cambio desencadena una secuencia de fenómenos que inicia la actividad nerviosa.

RESPUESTA ELÉCTRICA DE LAS CÉLULAS DE LA RETINA.

El potencial receptor de los conos tiene una aparición y una terminación rápidas, en tanto que el potencial receptor de los bastones es a la inversa, es decir, tiene una aparición rápida y una terminación lenta. Las curvas que relacionan la amplitud de los potenciales receptores con la intensidad del estímulo tienen formas iguales en los bastones y los conos, pero los bastones son mucho más sensibles. Por consiguiente, las respuestas de los bastones son proporcionales a intensidades de estímulo a niveles elevados de iluminación cuando las respuestas de los conos son máximas y no pueden cambiar. Lo anterior es la razón por la cual los conos generan respuestas adecuadas a cambios de intensidad luminosa por arriba de la iluminación de fondo, pero no pueden representar en forma igualmente satisfactoria los cambios absolutos de iluminación, en tanto que los bastones pueden detectar la iluminación absoluta.

COMPUESTOS FOTOSENSIBLES.

Los compuestos fotosensibles de los ojos del hombre y de la mayoría de los mamíferos están constituidos por una proteína llamada opsina y retineno¹, el aldehído de la vitamina A₁. El término retineno, se usa para distinguir a este compuesto del retineno² que se encuentra en los ojos de algunas especies de animales. Puesto que los retinenos son aldehídos, también son

llamados retinales. Las subdivisiones de la vitamina A son alcoholes y por tanto se denominan retinoles.

PIGMENTO DE LOS CONOS.

Hay tres clases distintas de conos en los primates. Estos receptores se encargan de la visión de los colores y responden al máximo a la luz en longitudes de onda de 440, 535 y 565nm. Cada uno contiene retineno1 y una opsina. Esta última se parece a la rodopsina y se extiende en la membrana del cono siete veces; pero tiene una estructura característica en cada tipo de cono. Como ya se señaló, la membrana celular de los conos está invaginada para formar los sáculos, pero no hay discos intracelulares separados como sucede en los bastones. Los detalles de las respuestas de los conos a la luz no se han dilucidado aún en su totalidad, pero probablemente sean semejantes a los de los conos. La luz activa al retineno1 que a su vez activa a una transducina de los bastones y varía según el tipo de cono. A su vez, la transducina activa a la fosfodiesterasa, con catálisis de la conversión de GMPc a $\% \bullet$ -GMP.

Esto da por resultado el cierre de los conductos de Na entre el líquido extracelular y el citoplasma del cono, un incremento del Na intracelular e hiperpolarización de los segmentos exteriores del cono.

La secuencia de cambios en los fotorreceptores por la cual la luz incidente lleva a producir una señal en la siguiente unidad neuronal es la siguiente: Luz incidente L Cambios estructurales en el retineno1 del fotopigmento L Metarrodopsina II L Activación de la transducina L Activación de la fosfodiesterasa L Disminución del GMPc intracelular L Cierre de los conductos de Na L Hiperpolarización L Disminución de la liberación del transmisor sináptico L Respuesta en las células bipolares y en otros elementos neurales.

MEDIADORES SINÁPTICOS EN LA RETINA.

En la retina se encuentra una gran variedad de transmisores sinápticos. Estos incluyen acetilcolina, dopamina, serotonina, GABA, glicina, substancia P, somatostatina, TRH, LHRH, encefalinas, b-endorfina, CCC, IPV, neurotensina y glucagón. Las células amácrinas son las únicas que secretan acetilcolina en la retina. Los péptidos se encuentran en diferentes

poblaciones de células amácrinas, y hay además células amacrinas colinérgicas, dopaminérgicas y serotoninérgicas, cada una de ellas con formas y posiblemente, funciones distintas. Se propone que una de las sustancias que inhibe a la monoamino-oxidasa, la enzima que cataliza la oxidación de 5-hidroxitriptamina y de dopamina, interfiere con la discriminación de los colores rojo-verde.

ANÁLISIS DEL COLOR POR LA CORTEZA VISUAL.

Algunas de las columnas de células de la corteza visual reaccionan de manera específica a los colores más que simplemente a líneas. Sin embargo, como ocurre también en la retina y en el cuerpo geniculado lateral, la estimulación de las neuronas de estas columnas suele requerir colores oponentes contrastantes, en especial los colores oponentes rojo y verde y los colores oponentes rojo y amarillo. Se cree además que el desciframiento de la información de color se vuelve más complejo a niveles diferentes de la organización neuronal. En realidad, la apreciación total del color no se produce probablemente en la corteza visual primaria, puesto que hace poco se observó en el ser humano que las lesiones de la superficie ventral del lóbulo occipital pueden producir falta de recepción del color. Se sugiere, por tanto, que esta área podría ser una región final de procedimiento de las señales de color. 1, 4, 9, 13, 15.

VISIÓN DE LOS COLORES.

Es uno de los aspectos más interesantes y debatidos de la sensibilidad ocular. Esta función del ojo es dada por la adaptación a la luz y depende de los conos retinianos. Cuando la iluminación se reduce gradualmente, los objetos pierden el color según un orden determinado: rojo, amarillo, verde o azul. En la semiobscuridad los colores dejan de percibirse y sólo se localizan matices de gris, negro y blanco azulado, informaciones que son suministradas por los bastoncillos.

PROPIEDADES FÍSICAS DEL ESTIMULO LUMINOSO.

La luz está formada por radiaciones que al llegar al ojo originan sensaciones coloreadas diversas, según su longitud de onda, su intensidad o las mezclas entre sí. El espectro de la luz visible, comprende las longitudes de onda de 780 a 360nm (m μ). Mediante un prisma se puede descomponer la luz solar en los colores que la componen, con diversas longitudes de onda. Se origina un abanico de colores que va desde el rojo de larga longitud de onda (670m μ), anaranjado, amarillo, verde, azul y añil, hasta el violeta, que es el de menor longitud de onda (420m μ) dentro del espectro visible. Las radiaciones infrarrojas y ultravioletas, que se encuentran más allá de estos límites, son invisibles al ojo humano.

La sensación del color está en función a la onda específica observada. La distribución de onda está en función de la distribución espectral de poder (SPD). La sensación del color depende de la fuente de luz SPD, atribuible a los materiales intervenidos (Opaco y la Transparencia), y de las características de detección de luz del observador.

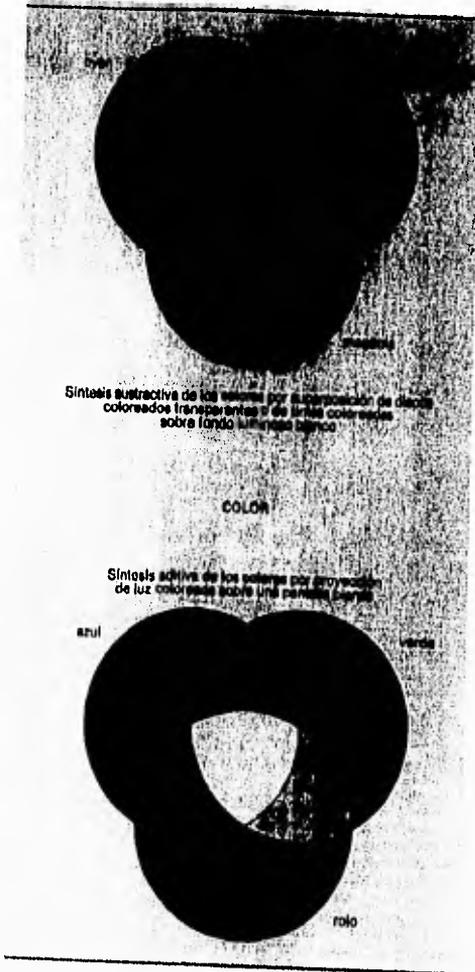
- Todos los colores visibles están contenidos en el espectro solar excepto el púrpura, que es así el único color extraespectral. En el espectro se hallan ordenados según su longitud de onda, constituyendo la serie cromática de siete colores: rojo, amarillo, anaranjado, verde, azul, índigo y violeta.

Cada color tiene tres características de orden físico que lo individualizan; estos corresponden al color, valor y cromatismo.

Muchos estudiantes conocen las dimensiones del color (color, valor y cromatismo), sin embargo no se les han enseñado los conceptos de mezclas aditivas y sustractivas, así como las curvas de refracción del espectro. 18, 22, 31, 36.

COLORES PRIMARIOS.

Se llama así al rojo, verde y azul (o violeta), porque sumados en ciertas porciones dan la sensación de blanco o la de cualquier color del espectro. La mezcla debe hacerse con luces espectrales, es conocido que si se recogen con un prisma las radiaciones de un espectro solar (que contienen los colores primarios), la luz blanca se recompone con su intensidad inicial (Ley de Abney). 18.



MEZCLAS ADITIVAS Y SUSTRATIVAS.

La mezcla de colores debe hacerse de acuerdo con ciertas reglas. Las mezclas aditivas tienen como colores primarios el rojo, el verde y el azul. Los principios implican la mezcla de luces y el color resultante es siempre más claro (de valor más elevado) que los colores mezclados. Si se mezclan dos colores primarios, se obtiene un color complementario del que no se ha empleado. Así, rojo y verde dan amarillo (complementario del azul); rojo y azul dan magenta (complementario del verde), y verde y azul dan cian (complementario del rojo). Estos colores (magenta, cian y amarillo) son los colores primarios de las mezclas sustractivas y están tipificados en los pigmentos utilizados por los artistas. El color que resulta de mezclar dos pigmentos primarios es siempre más oscuro (de valor inferior) que cualquiera de los pigmentos de la mezcla. El color resultante es complementario del tercer primario no empleado. Los colores complementarios resultantes de mezclar por separado magenta, cian y amarillo son rojo, verde y azul (aditivos primarios). 18, 25.

El sistema sustractivo de color suele utilizarse para explicar los resultados de la aplicación de tintes minerales a la superficie de una restauración cerámica. Sin embargo, las leyes de la mezcla sustractiva sólo se cumplen cuando los colorantes empleados son transparentes. Los colorantes transparentes deben aplicarse sobre un sustrato blanco o claro; si se aplican sobre un sustrato oscuro, resultan invisibles (Kuppers, 1973). La comprobación de los tintes de porcelana negra no revela ningún tinte transparente; todos son fácilmente visibles sobre el sustrato negro. De ello se deduce que las instrucciones resultan erróneas si se basan en la suposición de que se cumplen las leyes de la mezcla sustractiva.

Se obtiene una mezcla de color aditiva cuando diferentes colores destellan y entran al ojo juntos, se superponen los colores ocurriendo un efecto multicolor, yuxtaponiéndose pequeñas áreas de color en el ojo.

La mezcla sustractiva aparece cuando la absorción selectiva una después de otra dan diferentes ondas de brillantez. Se observan transparencias superimpuestas entre la fuente de luz y el observador. Los pigmentos transparentes y opacos están completamente mezcladas. Si los

pigmentos se esparcen tan bien como absorben luz, la mezcla es siempre más compleja que la descripción dada y es referida como una mezcla compleja sustractiva. Los resultados obtenidos de las mezclas aditivas y sustractivas pueden predecirse en base a los colores primarios. Los primarios aditivos son colores que cuando su SPD es adicionado, producen la sensación de otros muchos colores (Hues). Rojo, verde y azul sirven a esta función por la visión humana tricromática. Similarmente, dos colores complementarios combinan para producir una sensación acromática. Los colores primarios sustractivos son los complementarios de los aditivos primarios. 18, 25.

COLORES COMPLEMENTARIOS.

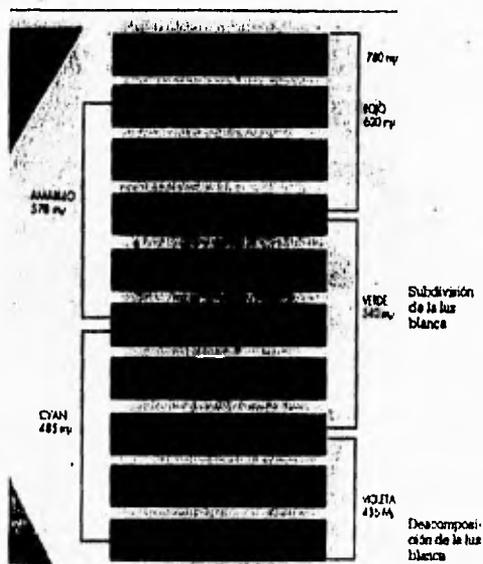
Se denomina así a los dos colores diferentes cuyas luces, mezcladas en proporción adecuada, dan la sensación al blanco. Todos los colores del espectro tienen su complementario, del que los separa un cierto intervalo. La excepción es el verde cuyo color complementario es el púrpura que no existe en el espectro. 25.

FUSIÓN DE PARES DE COLORES NO COMPLEMENTARIOS: La mezcla de dos colores del espectro, separados por un intervalo menor que el de los complementarios, crea un nuevo tono intermedio entre ambos. Por ejemplo el rojo y el amarillo da un anaranjado, el rojo con el azul forma el amarillo. Si los dos colores están más alejados que los complementarios, entonces originan el púrpura. Este tono, que no existe en el espectro, se obtiene mezclando el rojo con el violeta (extremos del espectro). 25, 36.

LUGAR DE LA FUSIÓN: El fenómeno de la fusión de las radiaciones luminosas, parece realizarse en el sistema nervioso central y no en el ojo. La prueba se obtiene haciendo caer sobre la retina un determinado color diferente sobre el punto correspondiente de la otra, de lo que resulta la fusión binocular. Lo que se ignora, es el centro nervioso en donde dicha fusión ocurre y es probable que corresponda al cuerpo geniculado externo o a la corteza occipital. 25, 36.

SERIE ACROMÁTICA.

Se designa así al color blanco y al negro, y la serie intermedia de grises que se deben a la mezcla del blanco y negro en proporciones variables. La sensación de blanco deriva siempre de la fusión de radiaciones en proporción adecuada. Ya se explicó, que se obtenía por resíntesis del espectro solar a través de un prisma por la suma de los tres colores primarios o por la fusión de dos complementarios. La de la sensación de negro es discutida. Según algunos autores, no es una sensación porque los cuerpos negros no reflejan la luz; la visión de negro se debería a la falta de estímulo en esa zona de la retina. Pero la cuestión no es tan simple, puesto que para ver un objeto negro, su imagen debe caer en la retina y no en el punto ciego, donde no se ve nada; además, el negro se mezcla con otros colores y los modifica. Finalmente, la sensación de negro se acompaña de cambios en el electroretinograma y existen descargas en el nervio óptico, que atestiguan la actividad retiniana. La visión del negro sería por tanto un fenómeno activo. 36.



ASPECTOS FISIOLÓGICOS.

El ojo humano es capaz de diferenciar unos 160 matices cromáticos originados por mezclas de los tres colores fundamentales (rojo, verde, azul), independientes entre sí. Esta observación condujo a la teoría de la visión tricromática (Young-Helmholtz), según la cual en la retina hay tres distintas clases de conos, que contienen pigmentos visuales sensibles al rojo, verde y violeta. La excitación simultánea y de igual intensidad de estas tres clases de conos, conduce a la sensación del blanco. Esta hipótesis constituye todavía hoy la base de la clasificación de los trastornos del sentido cromático. 14, 31.

Según Hering (Teoría de los cuatro colores o colores contrapuestos) existen igualmente tres sustancias visuales diferentes; en las que, sin embargo, por el estímulo de diversas longitudes de onda se originan cuatro sensaciones cromáticas. Según que predomine en el metabolismo retiniano la asimilación o desasimilación, uno de los pigmentos visuales origina la sensación de rojo o de verde (rojo-verde = colores contrarios); otro, la sensación de azul o amarillo (azul-amarillo = colores contrarios); y el tercero, finalmente por desasimilación, sólo sensación de blanco y en ausencia de todo estímulo sensación de negro. 14.

En caso de sensación puramente foveal o de conos, con una intensidad de luz media, se comprueba que este hecho se cumple por completo. Modernas experimentaciones han demostrado que en el campo de ondas de las 3 sensaciones cromáticas esenciales (rojo, verde y azul) se pueden diferenciar otras 4 con un campo espectral más estrecho. 14.

Estos contribuyen al incremento de la sensibilidad cromática. La teoría tricromática debería, por lo tanto, ser completada por la de la visión policromática y por inclusión del sistema del dominador. Esto significa que tienen que existir necesariamente 2 sistemas de conos: el sistema modulador y el sistema dominador. Funcionalmente los conos sensibles a los colores del sistema modulador producen la sensibilidad variable para las longitudes de onda individuales. Al contrario, los conos ciegos al color del sistema dominador suministran la sensación de claridad por adición de las excitaciones de los moduladores. La denominación del sistema dominador proviene de Granit, quien quiso expresar con ello el predominio de esta forma de reacción en el reino animal. El sistema modulador a su vez modula cromáticamente la sensación

de claridad acromática suministrada por el sistema dominador. Una ulterior teoría de la visión cromática es la policromática de Hartridge. Esta mantiene la hipótesis básica de que los diferentes tipos de receptores no están repartidos de modo regular en la retina, sino dispuestos en acumulaciones (Teoría de las acumulaciones). 14.

TRASTORNOS DEL SISTEMA CROMÁTICO. CEGUERA A LOS COLORES.

Las exploraciones masivas de la población civil muestran la gran importancia práctica de este tipo de trastornos; el 8% de los varones y el 1% de las mujeres (que son las portadoras) sufren de trastornos del sentido cromático.

Ai observar que el individuo con visión cromática normal es capaz de diferenciar los colores a partir de las mezclas de los tres colores fundamentales (rojo, verde y azul) por tres sustancias cromosensibles de su retina, se ha realizado una clasificación de ceguera como congénita y adquirida. 8, 14.

La ceguera adquirida puede ser parcial como en los casos con escotomas parciales o completa como en las afecciones del nervio óptico. En la mayor parte de las enfermedades de retina y coroides, los cambios en la percepción del color afectan fundamentalmente el final azul del espectro. Se produce normalmente una ligera disminución en la agudeza de percepción de estos rayos, debido a su absorción física, a causa del aumento de pigmento ambarino en el núcleo del cristalino (ceguera para el azul), lo que puede ser anormalmente intenso en cristalinos escleróticos (catarata negra). Se ha dicho que afecta los cuadros de los artistas cuando llegan a la vejez.

La ceguera al color congénita se presenta en dos formas: Total y Parcial. La primera es muy rara y se asocia generalmente con nistagmo y un escotoma central. Todos los colores parecen grises, de diferente brillantez. El espectro está constituido por una banda gris del tipo del espectro escotópico normal y como éste con brillantez máxima de 510mm. Es probable que la ceguera total para el color sea producida por un defecto central. La forma parcial se descubre

rara vez salvo que se efectúen pruebas especiales, puesto que los sujetos que la padecen compensan su defecto poniendo atención en sombra y textura, combinadas con su experiencia. Es un defecto que se hereda y se transmite a través de las mujeres, que generalmente no lo padecen; se debe probablemente a la ausencia de uno de los dos ftopigmentos que se encuentran normalmente en los conos de la fóvea. En la mayor parte de los casos se confunden rojos y verdes, por lo que el defecto constituye una fuente de peligro en ciertas ocupaciones como en conductores de vehículos y marineros. 1, 14, 23, 35, 36, 37.

CLASIFICACIÓN.

La ceguera total se denomina acromatopsia y es muy rara; el individuo no percibe sino un sólo color espectral con diferencias de tinte; el mundo exterior le aparece a la manera de una fotografía en gris.

Los tricrómatas, son capaces de distinguir todos los colores, sin embargo existen individuos que tienen dificultad para hacerlo, los reconocen si el objeto colorido es grande, la iluminación es buena y la observación larga; no los perciben en caso contrario.

Entre ambos extremos se colocan las cegueras parciales para los colores fundamentales; todos los tonos y graduaciones de saturación.

Monocrómatas de conos: Estos individuos tienen sólo un tipo de conos, la frecuencia es casi de 1:1,000,000.

Dicrómatas: Son personas que tienen 2 tipos de conos en lugar de 3. Se dividen en tres grupos según el color que perciben.

Tricrómatas anómalos: Este es el grupo más numeroso. Los protanos tienen defectos semejantes pero más leves que ocurren en la protanopía, los deutanos tienen defectos semejantes pero más leves que los que ocurren en la deuteranopía y los tritanos tienen defectos semejantes pero más leves que los que ocurren en la tritanopía.

Monocromatas de los bastones: Es un trastorno muy raro, en el cual hay ausencia completa de función de los conos. Siempre está asociado con fotofobia, nistagmo y mala agudeza visual.

Sin embargo la clasificación más comúnmente empleada de ceguera al color se basa en la teoría tricromática de la visión de Young-Helmholtz. Si están ausentes uno o más tipos particulares de conos en la retina, o si estos elementos funcionan en forma inadecuada, la persona es incapaz de percibir ciertos colores. Hay tres pigmentos fotosensibles primarios en los conos, cada uno de los cuales reacciona al máximo a una variación particular de longitudes de onda en el espectro visible. Si faltan en la retina los conos sensibles al rojo, la luz en el orden de 526 a 625nm puede excitar sólo los conos sensibles al verde. La proporción de excitación a los conos no cambia en la forma en que lo hace el tinte del verde al rojo y como resultado de este efecto, todos los colores le parecen idénticos al individuo. A la inversa, si no existen los conos sensibles al verde, los colores en el orden del verde al rojo pueden excitar sólo los conos sensibles al rojo y una vez más el individuo percibe tan sólo un color. Cuando una persona pierde ya sea los conos sensibles al rojo o al verde se le clasifica como ciego al color rojo o verde, un efecto que se denomina con el sufijo -anopía. No obstante, si una persona tiene un tipo o más de cono anormal y éste aún puede reaccionar normalmente, pero en un grado limitado se dice que la persona tiene debilidad al color, más que ceguera al color; este efecto se denomina con el sufijo -anomalia.

Los prefijos prot-primero, en relación con el rojo, deuter-segundo en relación con el verde y tri-tercero en relación con el azul, se emplean a menudo para denominar los defectos particulares en los sistemas de conos específicos. Así, una persona que tiene visión en color normal, como aquellas que tienen protanomalia, deuteranomalia y tritanomalia se llaman tricromáticos, porque los tres sistemas de conos se encuentran y funcionan, si bien uno de estos sistemas puede estar débil. Las personas que tienen sólo dos sistemas de conos se llaman dicromáticos, y estos individuos pueden tener protanopia, deuteranopia o tritanopia. Finalmente, los monocromáticos sólo tienen un sistema de cono y estas personas tienen la experiencia visual limitada al blanco y negro así como a varios tonos de gris. 14, 23, 37.

ETIOLOGÍA DE LA CEGUERA AL COLOR.

Algunos casos de ceguera al color se originan como complicaciones de diversas enfermedades oculares, incluyen enfermedades de la retina y envenenamiento, los déficit patológicos del eje rojo-verde (por ejemplo en caso de escotoma central) predominan en las enfermedades del nervio óptico, mientras que los del eje azul-amarillo lo hacen en las de la retina. En general son del tipo amarillo-azul. Pueden deberse a lesiones retinianas con alteraciones en los pigmentos receptores del color, o ser secundarias a las lesiones del nervio óptico que provocan un trastorno en la transmisión de las señales del color. La ambliopía tóxica puede originar un defecto de tipo rojo-verde o del azul-amarillo, que sea el signo inicial de la enfermedad. Otras ambliopías, así como las lesiones retinianas, el edema, los quistes o la degeneración macular, son susceptibles de acarrear defectos similares en la percepción cromática, aunque en general leve y que a veces regresan. Los pacientes con lesiones del nervio óptico del tipo de neuritis, pueden mostrar alteraciones reversibles en la transmisión de los estímulos de los colores, o defectos permanentes asociados a la atrofia óptica.

Sin embargo, casi todos los defectos son de origen hereditario, en total, más o menos el 8 % de todos los varones en la población humana sufren de alguna forma de visión anormal al color, en tanto sólo el 0.4% de las mujeres están afectadas en forma similar. La deuteranomalia es la más frecuente seguida de deuteranopía, protanopía y protanomalia.

Estas anomalías son hereditarias con carácter recesivo y ligadas al sexo; esto es, están causadas por un gen mutante en el cromosoma X, un defecto que evita el desarrollo normal, la función o ambos de los tres elementos retinianos fotosensibles. Por tanto, el defecto en la visión del color es hereditario con carácter recesivo, la ceguera al color no se hará manifiesta a condición de que otro cromosoma X contenga los genes esenciales para el desarrollo de los tres tipos de conos sensibles al color.

Los varones tienen sólo un cromosoma X; en consecuencia, los tres genes de color en que se basa el desarrollo de todos los tipos de fotoreceptores de color deben estar presentes en el cromosoma X para que se desarrolle normalmente la visión tricromática. Las mujeres por otra parte, tienen dos cromosomas X, cada uno heredado de un progenitor y debido a que la ceguera al color tiene un carácter recesivo, las mujeres presentarán defecto en la visión del color sólo

cuando ambos cromosomas X contengan genes anormales, un suceso que se presenta en aproximadamente una de cada 250 mujeres.

Las hijas de un varón ciego al color son portadoras del carácter ceguera al color; estas mujeres transmitirán el defecto a la mitad de sus hijos varones, y por esto, la ceguera al color aparece en los varones de cada segunda generación.

CAUSAS DE CEGUERA.

Ceguera al azul-amarillo. Degeneración macular senil, retinosis pigmentaria, miopía •maligna•, retinopatía diabética e hipertensiva avanzada, obstrucciones vasculares retinianas, glaucoma avanzado.

Ceguera al rojo-verde. Degeneración macular juvenil, atrofia girata de corioretina, miopía maligna, edema de papila, neuritis óptica, intoxicación por alcohol o tabaco, etc.

Ocasionalmente algunos enfermos refieren ver todos los objetos de un color anormal (cromatopsia) que pueda deberse a factores oculares o generales, por ejemplo la lantinsia o visión de color violeta de algunos enfermos de la retina u operados de catarata (por falta en éstos del filtro a la luz que ere el cristalino extraído), la xantopsia o visión amarillenta de la intoxicación por santorina o la ictericia. 22, 23, 35.

PRUEBA PARA LA VISIÓN DE LOS COLORES.

Existen dos objetivos para determinar la ceguera al color: 1) La naturaleza exacta del defecto y 2) si el sujeto puede en realidad constituir una fuente de peligro para la comunidad. El primero consiste en una investigación exhaustiva que incluye pruebas rigurosas con un espectro puro. En la investigación del peligro, claro está que son valiosos los nombres que se den a los colores, puesto que una persona que llame repetidamente rojo al verde o viceversa, no está capacitada para conducir un vehículo o para ser vigía de barco. Cualquiera que sea el objetivo a la vista, deben emplearse varias pruebas; para las del espectro el estudiante debe

consultar las monografías especiales sobre visión del color. Las siguientes son pruebas especiales. 37.

1) Prueba de la linterna. El sujeto menciona diversos colores mostrados con una linterna, y se registran los errores que comete. Aquí cuenta mucho el tamaño de las aberturas de la linterna (es decir, el tamaño de las áreas retinianas estimuladas) y la naturaleza e intensidad de la fuente luminosa. Muchas linternas son perjudiciales para este objeto, más que útiles. Si la emplea un experto, la linterna de Edridge-Green es un instrumento eficaz. 37.

2) Lanas de Holmgren. Consisten en una selección de madejas de lana de diversos colores con las que se pide al candidato que haga una serie de mechales de color. Se ha criticado mucho esta prueba, pero si se efectúa adecuadamente se reconocerán bien los grandes defectos de la visión de los colores, y un experto podrá inclusive casi en cada caso advertir hasta un defecto menor. La prueba I consiste en presentar al paciente una muestra de color verde pálido pidiéndole que seleccione de un montón de muestras de lana todas las que le parezcan que corresponden en color. Si es ciego a tal color seleccionará probablemente varios de los colores de confusión, o sea grises, amarillos ligeros, pajizos, etc. así como los verdes. Se le proporcionara en seguida un color rosa (II): si lo confunde con azules y violetas, es ciego al rojo, y si lo hace con grises o verdes será ciego al verde. Se le proporcionara entonces una madeja de color verde brillante (III): si es ciego para el rojo seleccionará verdes oscuros y cafés, y si es ciego al verde los verdes pálidos y los cafés. El (IV) es una madeja de color púrpura: si el sujeto bajo prueba es ciego para algún color seleccionará probablemente cualquier tono oscuro de azul o verde, y también sonrosados y grises. La prueba (V) es una madeja amarilla: el paciente ciego para los colores seleccionará probablemente los tonos amarillo-verdosos, los verde-amarillentos claros y los rosas. En la ceguera para el azul, se confundirán los púrpuras, el rojo y el naranja en la prueba (II). 22, 37.

3) La prueba de Farnsworth-Munsell 100 de color sirve para investigar la discriminación del color con una puntuación de errores, en la cual cuanto mayor es la puntuación, peor la visión coloreada. Los pacientes con neuropatía óptica tóxica desarrollan un patrón característico. 37.

4) Anomaloscopia de Nagel. Es un instrumento en el cual al mirar por un telescopio se observa un disco brillante, dividido en dos mitades por una línea horizontal, una de ellas está iluminada con luz de la línea de sodio del espectro (amarillo), que debe distinguirse de una mezcla de rojo

(línea de litio) y de verde (línea de talio) en la mitad. Girando manijas pueden variarse las cantidades relativas de rojo y verde, y la brillantez de la mezcla. 37.

5) Cartas Isocromáticas. Consisten en tablas litografiadas de colores donde están representados números o figuras claros con lunares de diversos colores colocados entre otros lunares del mismo tamaño, pero con tintes fácilmente confundibles con los de las cifras por las personas con ceguera para colores. Los tricromáticos normales pueden leer fácilmente los números, algunos de los cuales no son distinguibles en los diversos tipos de ceguera para los colores, mientras que la prueba contiene otros números que pueden ser leídos por el ciego a los colores y no por una persona normal. Las pruebas originales de Stilling han sido actualmente reemplazadas por la prueba japonesa de Ishihara, la sueca de Boström o la estadounidense HRR también tienen resultados aceptables.

Técnica; se muestran al paciente las diversas tablas policromáticas a una distancia de 50-75cm por un lapso de 2 a 3 seg, bajo una iluminación aproximada de 30-50 bujías-pie. El individuo debe identificar el color y la figura que se le está mostrando. 35, 37.

III.- RESULTADOS.

RESULTADOS.

Se obtuvieron dos tipos de resultados; uno correspondiente al examen realizado con la iluminación propia de la Clínica de prótesis, denominado SIN Iluminación y otro bajo la influencia lumínica del Criti-color Bulb denominado CON Iluminación.

Los resultados obtenidos Sin Iluminación nos muestran que de los 300 alumnos sometidos a la ordenación del colorímetro Vitta presentaron 2628 errores; de un total posible de 4800, lo que corresponde a un 54.75%; mientras que Con Iluminación se obtuvieron 1410 errores correspondiente a un 29.37%.

Los resultados obtenidos de los individuos positivos en la prueba de Ishihara para detectar deficiencias en la apreciación del color se muestran en la Tabla 1. Este grupo está integrado por 6 alumnos, de los cuales Sin Iluminación obtuvieron 61 errores de los posibles 96, correspondiente a un 63.54% y 34 errores Con Iluminación correspondiente a un 35.42%.

Los 16 colores de Vitta se encuentran divididos en 4 categorías, correspondientes a los A (rojizo-parduzco), B (rojizo-amarillento), C (matices de gris) y D (rojizo-gris). A continuación se presenta el nombre del color y la cantidad de errores cometidos al momento de su elección.

Sin Iluminación: B3-244, C1-218, A35-212, B4-200, B2-187, D3-186, A2-183, D2-180, A3-177, D4-172, C2-171, C3-165, A4-112, A1-82, C4-74 y B1-62.

Con Iluminación: B3-170, A35-141, C1-131, B4-126, D2-111, D3-110, C2-106, D4-94, A3-94, B2-91, A2-84, C3-58, A4-29, A1-25, B1-20 y C4-20.

Se obtuvieron otros datos en relación a la cantidad de errores en la selección confundidos con un solo tono. Tabla 2.

Sin Iluminación.- A3 con 13, C1, B3, B4 y C3 con 12 c/u, D4 y D3 con 11 c/u, B2, A2, D2 C2, A35 y A4 con 10 c/u, C4 con 9, B1 con 6, y A1 con 5.

Con Iluminación.- D4 con 11, C1 y A35 con 10, C2, A3, D3 y C3 con 9 D2 con 8, B3 con 7, A1, A2 y A4 con 6, B2 y B4 con 5, C4 con 2 y B1 con 1. (Tabla 2).

Los resultados de acuerdo con la división por horario en los 6 grupos son los siguientes. (Tabla 3).

El primer grupo de 7-9hrs formado por 43 alumnos tuvieron 413 fallas sin iluminación y 279 con iluminación.

El segundo grupo de 9-11 hrs formado por 64 alumnos tuvieron 610 fallas sin iluminación y 365 con iluminación.

El tercer grupo de 11-14hrs con 43 alumnos tuvieron 379 fallas sin iluminación y 228 con iluminación.

El cuarto grupo de 14-16hrs con 52 alumnos tuvieron 420 errores sin iluminación y 186 con iluminación.

El quinto grupo de 16-18hrs con 40 alumnos tuvieron 336 errores sin iluminación y 164 con iluminación.

El sexto grupo de 18-21hrs con 58 alumnos tuvieron 464 errores sin iluminación y 188 con iluminación.

Por grupo el de mayor índice de error sin iluminación es : grupo 1 de 7-9hrs con 18.32%, grupo 2 de 9-11hrs con 18.18%, grupo 3 de 11-14 hrs con 16.81%, grupo 5 de 16-18hrs con 16.02%, grupo 4 de 14-16 hrs con 15.41% y por último grupo 6 de 18-21 hrs con 15.26%. Con iluminación en orden decreciente tenemos: grupo 1 de 7-9hrs como el de mayor índice de error con un 22.84%, grupo 2 de 9-11hrs con 20.07%, grupo 3 de 11-14hrs con 18.66%, grupo 5 de 16-18hrs con un 14.43%, grupo 4 de 14-16hrs con un 12.59% y con menos errores el grupo 6 de 18-21hrs con un 11.41% El presente análisis se desarrolla en la Tabla 4.

TABLA 1

ALUMNDS CDN DEFICIENCIA EN LA APRECIACIÓN DEL CDLOR.

6 Individuos. Total de posibles errores 96.

Errores SIN Iluminación - 61 lo que corresponde a un 63.54%.

Errores CDN Iluminación - 34 lo que corresponde a un 35.42%.

ALUMNDS	1	2	3	4	5	6
CARTAS DE ISHIHARA FALLADAS	6,8.	6.	3,4.	4.	3,6,8	3,6,8.
RESULTADDS	S/I	C/I				
	B1-B1	B1-B1	D2-B1	B1-B1	B1-B1	B1-B1
	A1-A1	A1-A1	B1-A1	A1-A1	A1-A1	A1-A1
	A2-B2	D2-D2	A1-D2	D2-B2	A2-B2	D2-C1
	B2-D2	A2-A2	C1-C1	C1-D2	D2-C1	C1-D2
	A3-C1	C1-C1	A2-A2	B2-A2	B2-A2	A2-A2
	D2-A2	B2-B2	B2-B2	A2-C1	C1-D2	C2-B2
	B4-C2	C2-C2	D3-D3	D4-C2	D4-D4	B2-C2
	D3-A35	A3-D4	D4-D4	C2-D4	C2-C2	D4-D4
	A35-A3	D4-A3	A3-C3	D3-D3	D3-A3	A3-A3
	B3-D3	D3-D3	B3-C2	B4-A3	A3-D3	C3-D3
	C2-D4	A35-A35	B4-B4	A3-B3	B3-B3	A35-B4
	C1-B4	B3-B3	C2-A35	C3-A35	A35-B4	B3-B3
	B4-B3	C3-B4	C3-B3	B3-B4	B4-A35	B4-A35
	C3-C3	B4-C3	A35-A3	A35-C3	C3-C3	D3-C3
	A4-A4	A4-A4	A4-A4	C4-A4	A4-A4	C4-A4
	C4-C4	C4-C4	C4-C4	A4-C4	C4-C4	A4-C4
ERRORES	10-6	10-6	11-9	14-2	6-6	10-5

TABLA 2.

COLORES ORDENADOS DE ACUERDO AL
NUMERO DE ERROR.

COLORES CONFUNDIDOS CON MAS
TONOS DIFERENTES.

S/I	C/I	S/I	C/I
B3-244	B3-170	A3-13	D4-11
C1-218	A35-141	C1-12	C1-10
A35-212	C1-131	B3-12	A35-10
B4-200	B4-128	B4-12	C2-9
B2-187	D2-111	C3-12	A3-9
D3-186	D3-110	O4-11	D3-9
A2-183	C2-106	D3-11	C3-9
D2-180	D4-94	A35-10	D2-8
A3-177	A3-94	B2-10	B3-7
D4-172	B2-91	D2-10	A1-6
C2-171	A2-84	A2-10	A2-6
C3-165	C3-58	C2-10	A4-6
A4-112	A4-29	A4-10	B2-5
A1-82	A1-25	C4-9	B4-5
C4-74	B1-20	B1-6	C4-2
B1-62	C4-20	A1-5	B1-1

TABLA 3.

Total de Errores.		Total de posibles Errores.	
Sin Iluminación - 2628. 54.75%		300 alumnos por 16-4800.	
Con Iluminación - 1410. 29.37%			
Total de Errores por Grupo:			
Grupo 1:	Sin Iluminación - 413	43 alumnos.	
	Con Iluminación - 279		
Grupo 2:	Sin Iluminación - 610	64 alumnos.	
	Con Iluminación - 365		
Grupo 3:	Sin Iluminación - 379	43 alumnos.	
	Con Iluminación - 228		
Grupo 4:	Sin Iluminación - 420	52 alumnos.	
	Con Iluminación - 186		
Grupo 5:	Sin Iluminación - 336	40 alumnos.	
	Con Iluminación - 164		
Grupo 6:	Sin Iluminación - 464	58 alumnos	
	Con Iluminación - 188		

TABLA 4.

GRUPOS DE MAYOR ÍNDICE DE ERROR.

SIN ILUMINACIÓN			CON ILUMINACIÓN		
Grupo	Horario	%de error	Grupo	Horario	%de error
1	7-9 hrs	18.32%	1	7-9 hrs	22.84%
2	9-11 hrs	18.18%	2	9-11 hrs	20.07%
3	11-14 hrs	16.81%	3	11-14 hrs	18.66%
5	16-18 hrs	16.02%	5	16-18 hrs	14.43%
4	14-16 hrs	15.41%	4	14-16 hrs	12.59%
6	18-21 hrs	15.26%	6	18-21 hrs	11.41%

IV.- DISCUSIÓN.

DISCUSIÓN.

Los resultados en el examen de ceguera al color con el fin de detectar anomalías en la apreciación del mismo, muestran al igual que el trabajo de Stager y Everett que son puramente hallazgos y no constituyen una forma de diagnóstico, ni era el propósito identificar con exactitud el grado de anomalía existente.

Decidimos utilizar el mismo método de elección del color como (Elio Pizzamiglio, Schwabacher y Goodkind, Council on Dental Materials), encontrando que los estudiantes tienden a identificar más el valor y no tanto el color y saturación, lo contrario a lo que recomienda Pizzamiglio, quien dice que la primera entidad que se debe elegir es el color, seguido de cromatismo y valor. Coincidimos con Clark Hayashi y Sproull quienes consideran el valor como el parámetro más importante, porque es lo primero que se observa. Barna menciona que la experiencia no mejora la elección del color en los individuos normales.

Los métodos instrumentales para evaluar el color son aún desconfiables además de caros. El método visual puede ser bien utilizado con un observador debidamente entrenado. Ahora bien, aún cuando la apreciación del color por medio del clínico sea adecuada, debemos recordar que los colorímetros encontrados en el mercado no son satisfactorios, ya que entre ellos existen ciertas deficiencias, y que además los dientes presentan una superficie compleja, tanto en el color dental, como en su textura y aquí es donde el criterio del Clínico toma un papel importante jugando con las dimensiones del color (color, valor y cromatismo), así como con las mezclas de color y factores que lo modifican, lo cual es simplemente inobtenible con cualquier método mecánico o instrumental. Este criterio es compartido con Vander Burgt, Goodkind y Lund.

Davidson y Myslinski han reportado que los observadores con problemas para la apreciación del color cometen mucho más errores que aquellos normales, en cuanto al color y cromatismo, sin embargo en los resultados obtenidos de nuestro estudio sobre 6 individuos

con deficiencias a la apreciación del color no fue significativa la diferencia respecto a los normales. Pero si consideramos que los alumnos tendían a identificar más el valor que el color y cromatismo, probablemente esto ayudó a no ser estadísticamente significativo para los estudiantes con deficiencias en la elección del color.

Según Marriot; el 8% de los hombres y el 0.4% de las mujeres presentan deficiencias en la apreciación del color. Nosotros encontramos que de 300 alumnos 6 presentaron esta anomalía, de los cuales 4 son hombres y dos mujeres. Lo que corresponde a 1.3% en hombres y un .66 respecto a mujeres. Es necesario aclarar que en la población estudiantil investigada predominan las mujeres.

Bergen y McCasland realizaron una investigación en donde se estudiaron distintas fuentes de luz, para la correcta elección del color, de las cuales, con el Criti-color bulb se obtuvieron mejores resultados, también estudiaron las condiciones lumínicas de los cuartos donde se elige el color y las comparó con la iluminación natural.

Nuestra investigación como la anterior obtuvo mejores resultados con el Criticolor Bulb, disminuyendo casi a la mitad y en algunos casos más el margen de error al momento de la elección del color en comparación con la iluminación de la Clínica de Prótesis.

También encontramos que el medio externo influye negativamente a la elección del color, ya que los mejores resultados se obtuvieron en grupos donde la iluminación del Criticolor Bulb predominaba; los grupos de la mañana donde a la iluminación propia de la clínica se sumaba la luz natural, cometieron más errores.

Esto es apoyado por las conclusiones de Donahue, Goodking y Culppaper; quienes encontraron que el color no coincide bajo distintos tipos de iluminación, y que la percepción del mismo varía de un individuo a otro y también en el mismo individuo de un tiempo a otro.

Utilizamos colorímetros de la misma casa Vitta, para evitar discrepancias al momento de la elección del color, sin embargo se encontraron diferencias entre dientes del mismo color, aún cuando eran de la misma marca. Estas deficiencias han sido estudiadas también por Schwabacher, Goodkind y Pizzamiglio.

V.- CONCLUSIONES.

CONCLUSIONES.

El estudio estadístico realizado sobre los resultados obtenidos nos muestra definitivamente que el tipo de iluminación juega un papel predominante sobre la elección del color, así como las condiciones que modifican el medio ambiente, tales como fondo, ángulo de observación, colores circundantes, hora del día etc.

Se encontró también que:

Si bien es cierto que las personas con deficiencias en la apreciación del color tienen problemas en la elección del color y cromatismo no sucede lo mismo en cuanto al valor.

-Los estudiantes que presentaron deficiencias fisiológicas para la apreciación del color no mostraron diferencias importantes con respecto a los normales, debido a que perciben perfectamente las diferencias en cuanto al valor. En ambos casos la iluminación ayudó a la selección del mismo.

-Los colores extremos en valor son los menos confundibles porque son más fáciles de distinguir ejem: (B1, A1, C4 y A4).

-Existieron tres colores con un mayor índice de error los cuales son (B3, A35 y B4) porque la diferencia de valor y cromatismo es mínima, lo que ocasiona que el color sea fácilmente confundible, provocado por deficiencias en el colorímetro.

-Fue muy común encontrar confusión con respecto al color, (ejem: se confundieron los grises •C•con •D•), nuevamente ocasionado por imperfecciones en el colorímetro.

-La iluminación del Criti-color Bulb ayudó al observador para poder percibir mejor la diferencia tanto de color como de cromatismo y valor.

-Con la iluminación disminuyó hasta más de la mitad en algunos casos el número de error.

-Cabe mencionar que la influencia de la iluminación exterior tiene una

repercusión importante en la selección, ya que al analizar a los grupos que contaban con ésta, en los diferentes horarios del día, los que mayor error cometieron, fueron los matutinos, decreciendo el número conforme se oscurecía el día y la clínica quedaba iluminada casi exclusivamente por las lámparas de luz de día del techo de la clínica.

VI.- ANEXO.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Hipótesis Estadística

Una hipótesis en términos generales es una proposición que requiere una verificación.

Una hipótesis estadística es una proposición acerca de la distribución de una variable aleatoria ya en su forma o en el valor de sus parámetros.

Una prueba de hipótesis es una regla de decisión que permite rechazar o no rechazar una hipótesis.

La aplicación de una prueba de hipótesis puede conducir a la comisión de dos tipos de errores: el error tipo I, que consiste en rechazar una hipótesis cierta y el error tipo II que consiste en no rechazar una hipótesis falsa. Desde luego se buscan pruebas de hipótesis que minimicen la probabilidad de cometer ambos tipos de errores.

Para verificar una hipótesis estadística se sigue una serie de pasos generales:

- 1) Enunciar la hipótesis nula y la hipótesis alternativa.
- 2) Determinar el nivel de significancia o probabilidad del error tipo I. El valor usualmente asignado es de 1 o 5%.
- 3) Determinar la estadística de prueba y su distribución.
- 4) Definir la región de rechazo
- 5) Realizar cálculos y concluir.

1- La hipótesis de nulidad (H_0) es formada con la intención expresa de ser rechazada, para aceptar la hipótesis alterna (H_1) que es la aseveración operacional de la hipótesis de investigación del experimentador, donde la hipótesis de investigación es la predicción derivada de la teoría que se está probando.

2.-El campo de la Estadística ha desarrollado pruebas para cualquier propósito de investigación. De las posibilidades existentes hay que escoger aquella cuyo modelo se aproxima más a las condiciones de la investigación y cuyos requisitos de medición satisfacen las medidas usadas en la investigación.

3.-El nivel de significancia (α) es un valor dado por una probabilidad realizada con el objeto de rechazar una hipótesis nula verdadera, cuando el valor obtenido de una prueba estadística es igual o menor que " α " rechazamos la hipótesis de nulidad y aceptamos a hipótesis alterna. Puesto que el valor de " α " es importante para determinar el rechazo de H_0 o su no rechazo, éste debe ser determinado antes de recoger los datos, de acuerdo a la estimación que haga de la importancia de la investigación o del posible significado de sus descubrimientos.

Al tratar de probar la H_0 contra la H_1 sobre la base de información obtenida de una muestra puede conducirnos a 2 tipos de errores. El error de rechazar una H_0 cierta se conoce como error de la primera clase, o error Tipo I, la probabilidad de cometer este error está dada por el nivel de significancia, cuando mayor sea este tanto más probable es que H_0 sea rechazada

equivocadamente. El error Tipo II se representa por " β ", se comete al no rechazar una H_0 siendo falsa. Podemos observar que los riesgos α y β son probabilidades condicionales y están estrechamente relacionadas, cuando nos alejamos de un peligro aumenta el otro.

4.-La distribución muestral es una distribución teórica, la obtenemos al tomar a azar todas las muestras posibles de un mismo tamaño, extraídas de una misma población.

5.-La región de rechazo es una zona de la distribución muestral determinada por " α ". Su localización presenta dos posibilidades, de una o de dos colas, si H_1 no indica dicha dirección la región es de dos colas.

6.- Es necesario aclarar que la decisión se basa en el nivel de significancia determinado anteriormente, donde sacamos conclusiones en base a los valores obtenidos.

La hipótesis involucra las proporciones de errores de identificación de colores con presencia de iluminación y sin presencia de iluminación.

H_0 : El porcentaje de errores de identificación con iluminación del criticolor bulb (P_1) es igual al porcentaje de errores con iluminación con tubos de luz fluorescente (P_2).

H_a : El porcentaje de errores de identificación con iluminación del criticolor bulb (P_1) es menor al porcentaje de errores con iluminación con tubos de luz fluorescente (P_2).

$$H_0: P_1 = P_2 \quad \text{vs.} \quad H_a: P_1 < P_2$$

Se selecciona un nivel de significancia del 1%

Estadístico de Prueba:

$$Z = \frac{(P_1 - P_2)}{\sqrt{pq \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Donde:

$$p = \frac{(n_1 p_1 + n_2 p_2)}{(n_1 + n_2)}$$

Se tomaron dos muestras de 300 identificaciones bajo ambos tipos de iluminación y se registraron las selecciones de color. Se calcularon las proporciones de errores en ambos casos para los 16 colores DVITTA.

La hipótesis nula fue rechazada en los 16 casos con una probabilidad mucho menor al 1%. En la tabla ... se presentan los cálculos de la estadística de prueba para cada caso.

PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA DIFERENCIA DE PROPORCIONES

Aciertos Iluminación	260	275	209	189	216	169	194	206	206	190	130	159	174	242	271	280
Aciertos sin Iluminación	238	218	113	120	117	82	129	128	123	114	56	88	100	145	188	226
Errores Iluminación	20	25	91	111	84	131	106	94	94	110	170	141	126	58	29	20
Errores sin Iluminación	62	82	187	180	183	218	171	172	177	186	244	212	200	155	112	74
Pi=	0.0667	0.0833	0.3033	0.3700	0.2800	0.4367	0.3533	0.3133	0.3133	0.3667	0.5667	0.4700	0.4200	0.1933	0.0957	0.0667
Ps=	0.2067	0.2733	0.6233	0.6000	0.6100	0.7267	0.5700	0.5733	0.5900	0.6200	0.8133	0.7067	0.6667	0.5167	0.3733	0.2467
n1=	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
n2=	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
p=	0.1367	0.1783	0.4633	0.4850	0.4450	0.5817	0.4617	0.4433	0.4517	0.4933	0.6900	0.5883	0.5433	0.3550	0.2350	0.1567
q=	0.8633	0.8217	0.5367	0.5150	0.5550	0.4183	0.5383	0.5567	0.5483	0.5067	0.3100	0.4117	0.4567	0.6450	0.7650	0.8433
z=	-7.3021	-8.6619	-15.0060	-14.3330	-14.7530	-17.6050	-13.6490	-13.8210	-14.2060	-14.8210	-20.9710	-17.1160	-15.9710	-13.0300	-10.6870	-8.2446
valor p=	<<.01	<<.01	<<.01	<<.01	<<.01	<<.01	<<.01	<<.01	<<.01	<<.01	<<.01	<<.01	<<.01	<<.01	<<.01	<<.01

TABLA DE FRECUENCIA SIN ILUMINACIÓN

	B1	A1	B2	D2	A2	C1	C2	D4	A3	D3	B3	A35	B4	C3	A4	C4	
B1	238	42	1	3	3	9	0	0	0	0	2	0	2	1	1	0	302
A1	50	218	11	5	0	16	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	301
B2	2	2	113	33	79	45	11	7	3	1	0	0	2	0	1	2	301
D2	6	20	48	120	24	68	2	2	3	1	2	0	0	0	0	2	298
A2	1	6	59	40	117	58	4	3	5	1	2	0	2	0	0	2	300
C1	2	12	51	87	52	82	3	5	1	0	0	2	0	2	2	0	301
C2	1	0	5	4	6	5	129	101	9	18	8	5	2	7	0	1	301
D4	0	0	5	5	5	3	93	128	26	8	17	3	2	6	1	0	302
A3	0	0	3	1	10	3	22	17	123	70	23	9	4	14	0	0	299
D3	0	0	3	1	2	6	20	17	81	114	15	10	8	23	2	0	302
B3	0	0	0	0	0	2	0	4	12	9	56	95	75	17	25	4	299
A35	0	0	0	0	0	0	5	4	10	21	70	88	54	27	14	6	299
B4	0	0	0	0	1	2	3	4	5	14	64	54	100	36	12	1	296
C3	0	0	1	1	1	1	8	8	18	41	31	16	18	145	6	4	299
A4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	6	13	26	14	188	52	301
C4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	4	5	5	7	48	226	299
	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	

* LA DIAGONAL EN NEGRITA DE LA TABLA INDICA EL TOTAL DE ACIERTOS AL SELECCIONAR EL COLOR ADECUADO.

* LOS NÚMEROS EN LETRA CLARA INDICAN EL TOTAL DE ERRORES QUE SE OBTUVIERON AL CONFUNDIR UN COLOR CON OTRO DE ACUERDO A LA INTERSECCIÓN QUE SE DA EN LA TABLA.

TABLA DE RAZONES EXPRESADA EN PORCENTAJES SIN ILUMINACIÓN

	B1	A1	B2	D2	A2	C1	C2	D4	A3	D3	B3	A35	B4	C3	A4	C4
B1	79.33%	14.00%	0.33%	1.00%	1.00%	3.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.67%	0.00%	0.67%	0.33%	0.33%	0.00%
A1	16.67%	72.67%	3.67%	1.67%	0.00%	5.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.33%	0.00%	0.00%
B2	0.67%	0.67%	37.67%	11.00%	26.33%	15.00%	3.67%	2.33%	1.00%	0.33%	0.00%	0.00%	0.67%	0.00%	0.33%	0.67%
D2	2.00%	6.67%	16.00%	40.00%	8.00%	22.67%	0.67%	0.67%	1.00%	0.33%	0.67%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.67%
A2	0.33%	2.00%	19.67%	13.33%	39.00%	19.33%	1.33%	1.00%	1.67%	0.33%	0.67%	0.00%	0.67%	0.00%	0.00%	0.67%
C1	0.67%	4.00%	17.00%	29.00%	17.33%	27.33%	1.00%	1.67%	0.33%	0.00%	0.00%	0.67%	0.00%	0.67%	0.67%	0.00%
C2	0.33%	0.00%	1.67%	1.33%	2.00%	1.67%	43.00%	33.67%	3.00%	6.00%	2.67%	1.67%	0.67%	2.33%	0.00%	0.33%
D4	0.00%	0.00%	1.67%	1.67%	1.67%	1.00%	31.00%	42.67%	6.67%	2.67%	5.67%	1.00%	0.67%	2.00%	0.33%	0.00%
A3	0.00%	0.00%	1.00%	0.33%	3.33%	1.00%	7.33%	5.67%	41.00%	23.33%	7.67%	3.00%	1.33%	4.67%	0.00%	0.00%
D3	0.00%	0.00%	1.00%	0.33%	0.67%	2.00%	6.67%	5.67%	27.00%	38.00%	5.00%	3.33%	2.67%	7.67%	0.67%	0.00%
B3	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.67%	0.00%	1.33%	4.00%	3.00%	18.67%	31.67%	25.00%	5.67%	8.33%	1.33%
A35	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.67%	1.33%	3.33%	7.00%	23.33%	29.33%	18.00%	9.00%	4.67%	2.00%
B4	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.33%	0.67%	1.00%	1.33%	1.67%	4.67%	21.33%	18.00%	33.33%	12.00%	4.00%	0.33%
C3	0.00%	0.00%	0.33%	0.33%	0.33%	0.33%	2.67%	2.67%	6.00%	13.67%	10.33%	5.33%	6.00%	48.33%	2.00%	1.33%
A4	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.67%	0.00%	2.00%	4.33%	8.67%	4.67%	62.67%	17.33%
C4	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.67%	0.67%	1.33%	1.67%	1.67%	2.33%	16.00%	75.33%

100% 100% 100% 100% 100% 100% 100% 100% 100% 100% 100% 100% 100% 100% 100% 100% 100%

* LA DIAGONAL EN NEGRITA DE LA TABLA INDICA EL PORCENTAJE SOBRE 300 DE LA SELECCIÓN DE EL COLOR ADECUADO.

* LOS NÚMEROS EN LETRA CLARA INDICAN EL PORCENTAJE SOBRE 300 DE UNA SELECCIÓN ERRÓNEA QUE SE OBTUVO AL CONFUNDIR UN COLOR CON OTRO DE ACUERDO A LA INTERSECCIÓN QUE SE DA EN LA TABLA.

TABLA DE FRECUENCIA CON ILUMINACIÓN

	B1	A1	B2	D2	A2	C1	C2	D4	A3	D3	B3	A35	B4	C3	A4	C4	
B1	280	20	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	302
A1	20	275	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300
B2	0	1	209	23	32	25	2	5	3	0	0	1	0	0	0	0	301
D2	0	1	23	189	17	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300
A2	0	1	36	16	216	23	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	296
C1	0	1	30	64	31	169	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	300
C2	0	0	1	2	2	1	194	56	16	20	3	1	0	5	1	0	302
D4	0	0	0	1	0	1	58	206	7	11	10	3	1	2	0	0	300
A3	0	0	0	0	1	2	20	9	206	47	8	5	0	4	0	0	302
D3	0	0	0	2	0	4	19	10	57	190	7	3	0	11	0	0	303
B3	0	0	0	0	0	0	1	1	1	6	130	68	76	13	5	0	301
A35	0	1	0	0	0	2	0	3	3	5	74	159	40	10	1	0	298
B4	0	0	0	0	0	0	1	2	2	6	54	50	174	7	3	1	300
C3	0	0	0	0	0	1	2	4	4	12	14	6	5	242	2	0	292
A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	4	5	271	19	302
C4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	1	17	280	301
	300																

* LA DIAGONAL EN NEGRITA DE LA TABLA INDICA EL TOTAL DE ACIERTOS AL SELECCIONAR EL COLOR ADECUADO.

* LOS NÚMEROS EN LETRA CLARA INDICAN EL TOTAL DE ERRORES QUE SE OBTUVIERON AL CONFUNDIR UN COLOR CON OTRO DE ACUERDO A LA INTERSECCIÓN QUE SE DA EN LA TABLA.

TABLA DE RAZONES EXPRESADA EN PORCENTAJES CON ILUMINACIÓN

	B1	A1	B2	D2	A2	C1	C2	D4	A3	D3	B3	A35	B4	C3	A4	C4
B1	93.33%	6.67%	0.00%	0.33%	0.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
A1	6.67%	91.67%	0.33%	0.67%	0.00%	0.67%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
B2	0.00%	0.33%	69.67%	7.67%	10.67%	8.33%	0.67%	1.67%	1.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
D2	0.00%	0.33%	7.67%	63.00%	5.67%	23.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
A2	0.00%	0.33%	12.00%	5.33%	72.00%	7.67%	0.33%	0.33%	0.00%	0.67%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
C1	0.00%	0.33%	10.00%	21.33%	10.33%	56.33%	0.67%	0.67%	0.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
C2	0.00%	0.00%	0.33%	0.67%	0.67%	0.33%	64.67%	18.67%	5.33%	6.67%	1.00%	0.33%	0.00%	1.67%	0.33%	0.00%
D4	0.00%	0.00%	0.00%	0.33%	0.00%	0.33%	19.33%	68.67%	2.33%	3.67%	3.33%	1.00%	0.33%	0.67%	0.00%	0.00%
A3	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.33%	0.67%	6.67%	3.00%	68.67%	15.67%	2.67%	1.67%	0.00%	1.33%	0.00%	0.00%
D3	0.00%	0.00%	0.00%	0.67%	0.00%	1.33%	6.33%	3.33%	19.00%	63.33%	2.33%	1.00%	0.00%	3.67%	0.00%	0.00%
B3	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.33%	0.33%	0.33%	2.00%	43.33%	22.67%	25.33%	4.33%	1.67%	0.00%
A35	0.00%	0.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.67%	0.00%	1.00%	1.00%	1.67%	24.67%	53.00%	13.33%	3.33%	0.33%	0.00%
B4	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.33%	0.67%	0.67%	2.00%	18.00%	16.67%	58.00%	2.33%	1.00%	0.33%
C3	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.33%	0.67%	1.33%	1.33%	4.00%	4.67%	2.00%	1.67%	80.67%	0.67%	0.00%
A4	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	90.33%	6.23%
C4	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.67%	0.00%	0.33%	5.67%	93.33%

100% 100% 100% 100% 100% 100% 100% 100% 100% 100% 100% 100% 100% 100% 100% 100% 100%

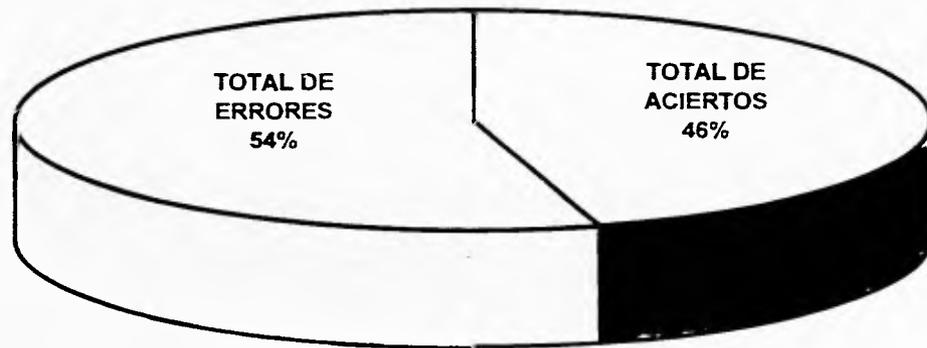
* LA DIAGONAL EN NEGRITA DE LA TABLA INDICA EL PORCENTAJE SOBRE 300 DE LA SELECCIÓN DE EL CDOR ADECUADO.
 * LOS NÚMEROS EN LETRA CLARA INDICAN EL PORCENTAJE SOBRE 300 DE UNA SELECCIÓN ERRÓNEA QUE SE OBTUVO AL CONFUNDIR UN COLOR CON OTRO DE ACUERDO A LA INTERSECCIÓN QUE SE DA EN LA TABLA.

Grupo	Horario	Total de Alumnos Por grupo	Porcentaje de alumnos Por grupo con respecto Al total (300)	Total de errores Por grupo Sin Iluminacion	Porcentaje por grupo de Errores sin iluminaci3n Con respecto al total (2622)
1	7-9 hrs.	43	14.33%	413	15.75%
2	9-11 hrs.	64	21.33%	610	23.26%
3	11-14 hrs.	43	14.33%	379	14.45%
4	14-16 hrs.	52	17.33%	420	16.02%
5	16-18 hrs.	40	13.33%	336	12.81%
6	18-21 hrs.	58	19.33%	464	17.70%
TOTALES:		300	100.00%	2622	100.00%

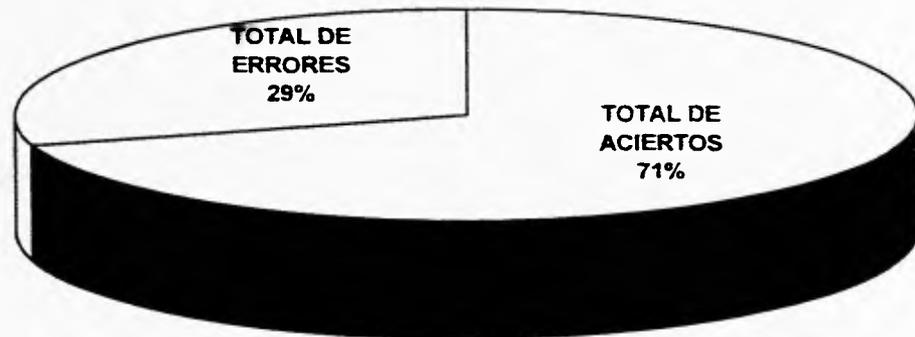
Grupo	Horario	Total de Alumnos Por grupo	Porcentaje de alumnos Por grupo con respecto Al total (300)	Total de errores Por grupo Con Iluminacion	Porcentaje por grupo de Errores con iluminaci3n Con respecto al total (1410)
1	7-9 hrs.	43	14.33%	279	19.79%
2	9-11 hrs.	64	21.33%	365	25.89%
3	11-14 hrs.	43	14.33%	228	16.17%
4	14-16 hrs.	52	17.33%	186	13.19%
5	16-18 hrs.	40	13.33%	164	11.63%
6	18-21 hrs.	58	19.33%	188	13.33%
TOTALES:		300	100.00%	1410	100.00%

Grupo	Horario	Proporción de errores Sin iluminación con Respecto al total de Alumnos por grupo	Porcentaje de La proporción Sin iluminación Con respecto al Total (5.998487)	Proporción de errores Con iluminación con Respecto al total de Alumnos por grupo	Porcentaje de La proporción Con iluminación Con respecto al Total (6.045132)
GRUPO 1	7-9 hrs.	1.098930339	18.32%	1.380504701	22.84%
GRUPO 2	9-11 hrs.	1.090532037	18.18%	1.213430851	20.07%
GRUPO 3	11-14 hrs.	1.008461498	16.81%	1.128154379	18.66%
GRUPO 4	14-16 hrs.	0.924133075	15.41%	0.761047463	12.59%
GRUPO 5	16-18 hrs.	0.961098398	16.02%	0.872340426	14.43%
GRUPO 6	18-21 hrs.	0.915331808	15.26%	0.689655172	11.41%
TOTALES:		5.998487154	100.00%	6.045132992	100.00%

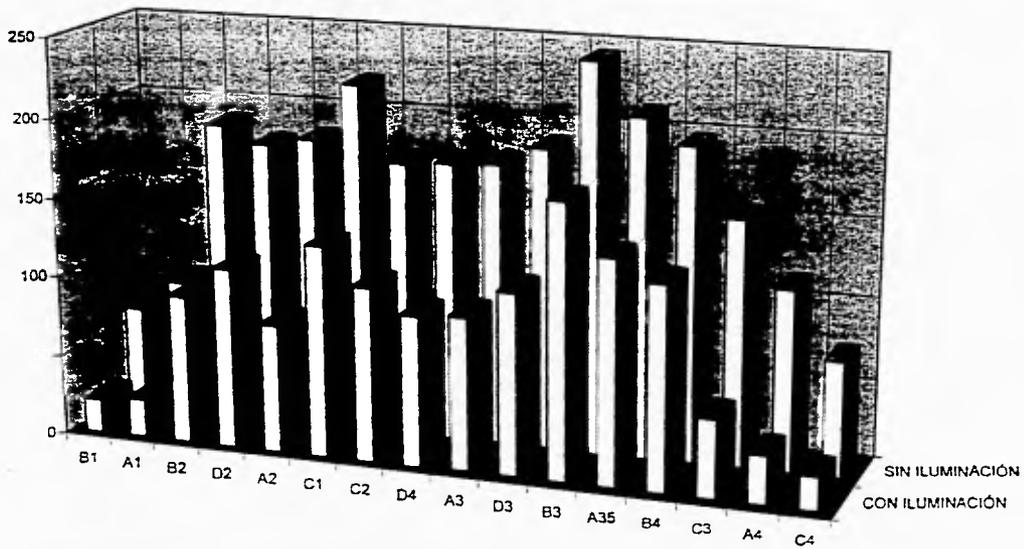
**GRÁFICA COMPARATIVA DE ACIERTOS Y ERRORES
SIN ILUMINACIÓN**



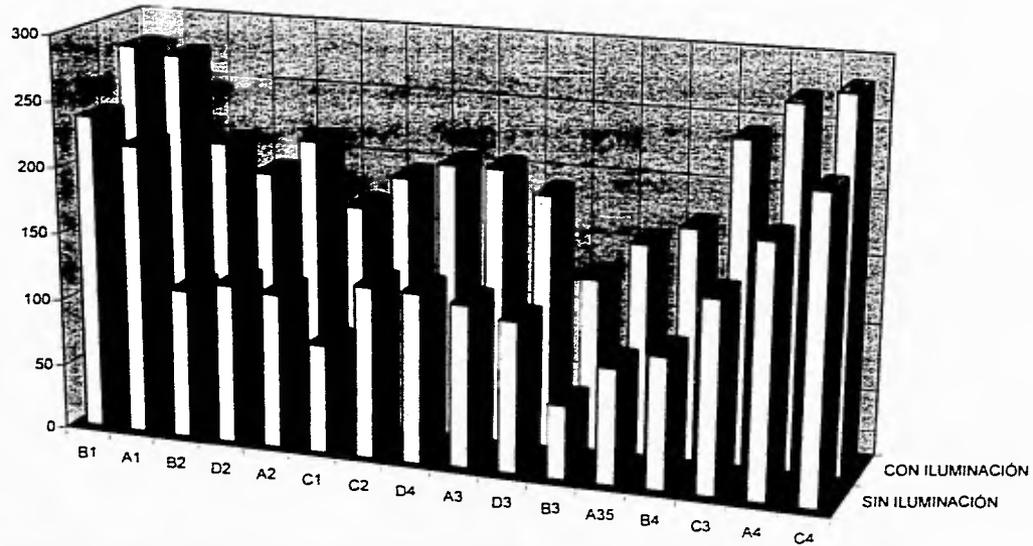
**GRÁFICA COMPARATIVA DE ACIERTOS Y ERRORES
CON ILUMINACIÓN**



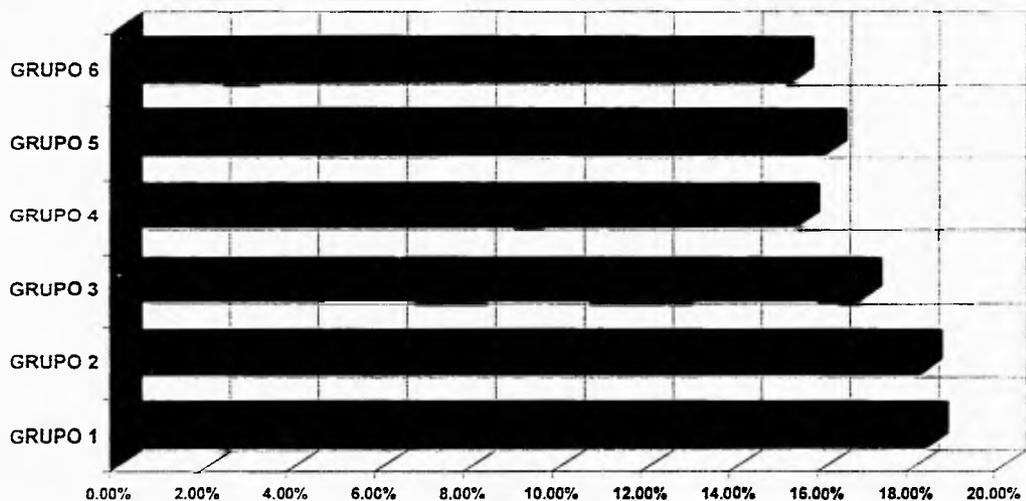
GRÁFICA COMPARATIVA DE ERRORES EN LA ELECCIÓN DEL COLOR CON ILUMINACIÓN Y SIN ILUMINACIÓN.



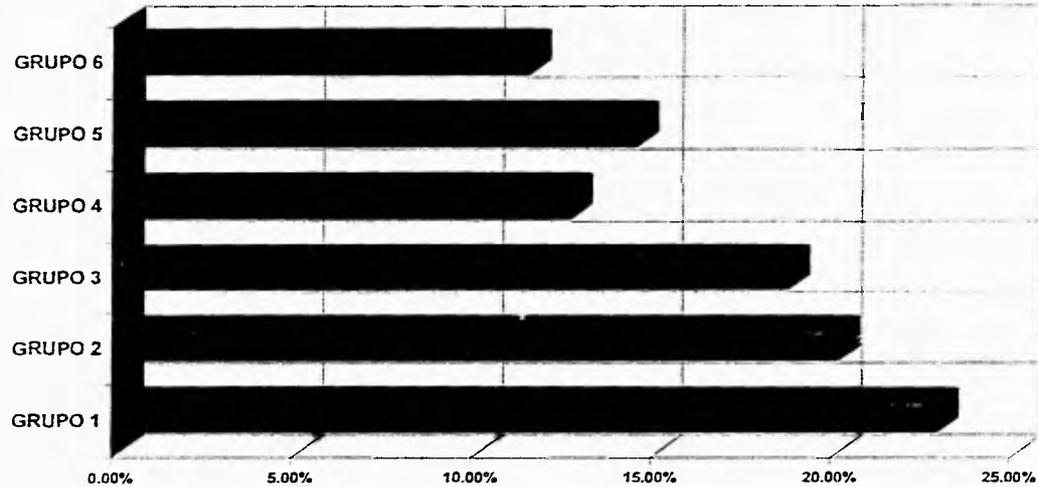
GRÁFICA COMPARATIVA DE ACIERTOS EN LA ELECCIÓN DEL COLOR CON ILUMINACIÓN Y SIN ILUMINACIÓN.



**GRÁFICA DEL PORCENTAJE DE LA PROPORCIÓN
POR GRUPO DE ERRORES SIN ILUMINACIÓN.**



**GRÁFICA DEL PORCENTAJE DE LA PROPORCIÓN
POR GRUPO DE ERRORES CON ILUMINACIÓN.**



Nº	NOMBRE	EDAD	SEXO	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
51	LOPEZ BELTRA	21	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	A1	D2	B2	C3	A2	A3	C2	C3	D4	B3	A35	B4	A4	C4	B1	A1	D2	C1	A2	B3	D3	C2	C3	D4	B3	A35	B4	A4	C4		
52	MIGUEZ MA DEL CARMEN	21	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	C1	A1	D2	A2	B2	D3	D4	A3	C2	D4	B3	A35	B4	A4	C4	B1	A1	D2	C1	A2	B3	D3	C2	C3	D4	B3	A35	B4	A4	C4	
53	PACHECO JULIA	26	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	A1	D2	C1	A2	B1	B2	C1	D2	C3	D4	B3	A35	B4	A4	C4	B1	A1	D2	C1	A2	B3	D3	C2	C3	D4	B3	A35	B4	A4	C4		
54	GALDEO RICARDO	20	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	A1	B1	B2	C2	A2	C1	A3	D3	B2	C2	A35	B3	B4	C3	A4	C4	B1	A1	B2	D2	A2	C1	A3	D4	D3	C2	B3	A35	B4	C3	A4	C4
55	CONDALIZ RICARDO	21	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	A1	D2	C1	A2	B2	C2	D4	A3	D3	A35	B3	B4	C3	A4	C4	B1	A1	B2	D2	A2	C1	A3	D4	D3	C2	B3	A35	B4	C3	A4	C4
56	SALAZAR REYNA	26	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	A1	D2	C1	A2	B2	C2	D4	A3	D3	A35	B3	B4	C3	A4	C4	B1	A1	D2	C1	A2	B3	D3	C2	C3	D4	B3	A35	B4	C3	A4	C4
57	GARCIA ELIZABETH	20	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	A1	A2	C1	B2	D3	A3	D2	C3	D4	A35	B3	B4	C3	A4	C4	B1	A1	D2	C1	A2	B3	D3	C2	C3	D4	B3	A35	B4	C3	A4	C4
58	ISLAS RICARDO	20	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	A1	B1	B2	A3	C1	D2	D4	A3	D3	A35	B3	B4	C3	A4	C4	B1	A1	B2	D2	A2	C1	A3	D4	D3	C2	A35	B3	B4	C3	A4	C4	
59	ISLAS YOLANDA	21	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	A1	B1	C1	A2	B2	D2	D3	A3	D3	A35	B3	B4	C3	A4	C4	B1	A1	C1	D2	A2	B2	D3	C2	C3	D4	B3	A35	B4	C3	A4	C4	
60	ARA ELVA	20	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	A1	B2	D2	C1	A2	D3	C2	A3	D4	A35	B3	B4	C3	A4	C4	B1	A1	B2	D2	A2	C1	C2	D4	A3	D3	A35	B3	B4	C3	A4	C4
61	PENA GABRIELA	21	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	A1	A2	C1	B2	D2	C2	D4	D3	A35	B3	B4	C3	A4	C4	B1	A1	B2	D2	A2	C1	C2	D4	A3	D3	A35	B3	B4	C3	A4	C4	
62	RAMIREZ GEORGINA	20	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	A1	D2	C1	A2	B2	C2	B3	D3	C3	A35	B4	A3	C4	A4	C4	B1	A1	B2	D2	A2	C1	C2	D4	D3	A3	A35	B4	C3	A4	C4	
63	REYES DULCE	20	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	A1	D2	C1	A2	B2	C2	A3	D4	D3	A35	B4	A3	C4	A4	C4	B1	A1	B2	D2	A2	C1	C2	D4	D3	A3	A35	B4	C3	A4	C4	
64	PEREZ MA GENOVEVA	22	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	A1	A2	C1	D2	C1	D3	D4	C3	A3	B4	A35	B4	A4	C4	B1	A1	A2	B2	D2	C1	D2	D4	A3	D3	A35	B4	C3	A4	C4		
65	TORO LUCIA	21	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	A1	A2	C1	B2	C2	A3	D3	B4	A35	B3	C3	A4	C4	B1	A1	A2	C1	D2	D3	D4	A3	D3	A35	B3	B4	C3	A4	C4			
66	FERRIOSA JUAN	25	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	A1	B2	C1	A2	D2	A3	C2	D4	D3	A35	B3	B4	C3	A4	C4	B1	A1	B2	D2	A2	C1	D2	D4	A3	D3	A35	B3	B4	C3	A4	C4
67	HOMERO SHRAISH	32	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	A1	D2	C1	A2	B2	C2	A3	D3	A35	B3	B4	C3	A4	C4	B1	A1	A2	D2	B2	C1	D4	C2	A3	D3	A35	B3	B4	C3	A4	C4	
68	DOMINGUEZ TERESA	21	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	A1	B2	B2	A2	A1	C2	D4	A3	A35	B3	B4	C3	A4	C4	B1	A1	B2	D2	A2	C1	D2	D4	A3	D3	A35	B3	B4	C3	A4	C4		
69	HERNANDEZ NEUSA	21	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	A1	B1	B2	C1	D2	A2	C2	D4	A3	D3	A35	B4	A3	C4	B1	A1	C1	D2	A2	B2	C2	D4	A3	D3	A35	B4	C3	A4	C4			
70	ROJA ELDA	20	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	D2	A1	A2	C1	D4	B2	A3	D3	C3	B4	A35	B3	C4	A4	C4	B1	A1	B2	D2	A2	C1	C2	D4	A3	D3	A35	B3	B4	C3	A4	C4	
71	CALDERAS MA ELENA	21	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	A1	B2	A2	C1	D4	C2	B3	A3	A35	B4	C3	A4	C4	B1	A1	B2	D2	A2	C1	A2	D4	D3	A3	D3	A35	B4	C3	A4	C4		
72	SANCHEZ NATIA	26	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	A1	A1	D2	C1	B2	A2	C2	D3	B4	A3	A35	B3	C4	A4	C4	B1	A1	B2	D2	A2	C1	D2	D4	A3	D3	A35	B4	C3	A4	C4		
73	ENARRADO BLANCA	22	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	A1	B1	A2	D2	C1	A3	B2	C2	D3	A35	B3	B4	C3	A4	C4	B1	A1	B2	D2	A2	C1	D3	A3	D4	C2	A35	B3	B4	C3	A4	C4	
74	RIOS LUCIA	21	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	A1	D2	C1	A2	A3	D4	C2	D3	C3	A35	B4	C3	A4	C4	B1	A1	D2	C1	A2	B2	D4	A3	D3	A35	B3	B4	C3	A4	C4		
75	CHAVEZ CONSUÉLO	21	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	A1	B2	C1	A2	D4	C2	D3	A3	C3	B4	A35	B3	C4	A4	C4	B1	A1	B2	D2	A2	C1	C2	D4	A3	D3	A35	B3	B4	C3	A4	C4
76	LOPEZ HIRIO	21	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	A1	B2	D2	A2	C1	D4	A3	D3	A35	B3	B4	C3	A4	C4	B1	A1	B2	D2	A2	C1	C2	D4	A3	D3	A35	B4	C3	A4	C4		
77	CORTEZ LUZ	24	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	A1	B2	D2	C1	A2	D4	C7	D3	A3	B4	A35	B3	C3	A4	C4	B1	A1	D2	A2	B2	C1	D2	D4	A3	D3	A35	B4	C3	A4	C4	
78	LOPEZ QUILLERMINA	16	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	A1	B2	D2	A2	C1	D4	C2	D3	C4	A35	B3	C4	A4	C4	B1	A1	B2	D2	A2	C1	C2	D4	A3	D3	A35	B4	C3	A4	C4		
79	SEGONIA CARLOS	23	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	A1	B2	D2	A2	C1	D4	A3	D3	A35	B3	C4	A4	C4	B1	A1	B2	D2	A2	C1	D2	A2	C1	D4	A3	D3	A35	B4	C3	A4	C4	
80	SERRANO ANA	21	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	A1	D2	C1	B2	A2	D4	A3	C2	B3	B4	A35	B3	A4	C4	C3	B1	A1	B2	D2	A2	C1	D2	D4	A3	D3	A35	B4	C3	A4	C4	
81	CORTEZ MARCELA	21	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	C1	A1	D2	D2	D3	A3	D3	A35	B3	B4	C3	A4	C4	B1	A1	B2	D2	A2	C1	D2	D4	A3	D3	A35	B3	B4	C3	A4	C4		
82	SANTAGO JULIAN	24	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	D2	A2	B2	C1	A3	D3	A35	B3	B4	C3	A4	C4	C3	B1	A1	B2	D2	A2	C1	D2	D4	A3	D3	A35	B4	C3	A4	C4			
83	AGUIRERA VERONICA	21	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	A1	D2	C1	A2	D3	C1	D4	A3	B2	B3	A35	B3	C4	A4	C4	B1	A1	B2	D2	A2	C1	D2	D4	A3	D3	A35	B4	C3	A4	C4	
84	AGUIRERA NATIA	21	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	A1	D2	C1	A2	B2	C2	A3	D3	A35	B3	B4	C3	A4	C4	B1	A1	B2	D2	A2	C1	D2	D4	A3	D3	A35	B4	C3	A4	C4		
85	HERNANDEZ VERONICA	21	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	A1	A2	C1	B2	A2	C2	D4	D1	B4	A35	B4	C3	A4	C4	B1	A1	D2	A2	B2	C2	D4	A3	D3	A35	B4	C3	A4	C4			
86	LOPEZ ZENE	20	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	A1	B2	D2	A2	C1	D4	A3	D3	A35	B4	C3	A4	C4	B1	A1	B2	D2	A2	C1	D2	D4	A3	D3	A35	B4	C3	A4	C4			
87	MELGAREJO JOEL	24	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	A1	C1	D2	A2	B2	D4	C2	D3	A35	B4	C3	A4	C4	B1	A1	B2	D2	A2	C1	D2	D4	A3	D3	A35	B4	C3	A4	C4			
88	RAMIREZ JOSE LUIS	21	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	A1	A2	B2	D2	C1	D4	A3	C2	C3	B4	A35	B3	C4	A4	C4	B1	A1	B2	D2	A2	C1	D2	D4	A3	D3	A35	B4	C3	A4	C4	
89	JIMENEZ FERNANDO	21	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	C1	A2	D2	D4	A1	C2	B2	B1	A3	A35	B4	C3	A4	C4	B1	A1	B2	D2	A2	C1	D2	D4	A3	D3	A35	B4	C3	A4	C4		
90	RIVAS RAFAEL P	21	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	C1	D2	A2	B2	C2	D4	D3	A3	B3	A35	B4	C3	A4	C4	B1	A1	B2	D2	A2	C1	D2	D4	A3	D3	A35	B4	C3	A4	C4		
91	TORRELLA ANTONIO	20	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	A1	B2	A2	D3	B4	A3	D4	C4	A35	B3	C4	A4	C4	B1	A1	B2	D2	A2	C1	D2	D4	A3	D3	A35	B4	C3	A4	C4			
92	TORRE ARMANDO	23	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	A1	B1	A2	B3	A2	D3	B2	D4	A3	C2	A35	B3	C4	A4	C4	B1	A1	B2	D2	A2	C1	D2	D4	A3	D3	A35	B4	C3	A4	C4		
93	LAGOS CARLOS	20	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	A1	B2	D2	A2	A3	D4	C3	D3	A35	B3	C4	A4	C4	B1	A1	B2	D2	A2	C1	A3	D4	C2	D3	A35	B4	C3	A4	C4			
94	LAURE ARIANA	21	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	B1	A1	A2	B2	D2	C2	A3	C3	D3	A35	B4	C3	A4	C4	B1	A1	B2	D2	A2													

HOJA DE DATOS EN LA INVESTIGACION DE PREVALENCIA DE LAS DEFICIENCIAS EN LA APRECIACION DEL COLOR EN UNA POBLACION ESTUDIANTIL ODONTOLOGIA EN LAS EDADES DE ____ A ____.

NOMBRE: _____ FECHA: _____ EDAD: ____ SEXO: ____

GRUPO: _____ Hr: _____

CARTAS DE ISHIHARA.

1	2	3	4	5	6	7	8
<input type="checkbox"/>							

COLORIMETRO

S/I

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<input type="checkbox"/>															

C/I

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<input type="checkbox"/>															

F A L L A S.

CARTAS: CUANTOS _____ CUALES _____

COLORIMETRO S/I: CUANTOS _____ CUALES _____

COLORIMETRO C/I: CUANTOS _____ CUALES _____

T O T A L.

COLOR

CARTAS: _____

COLORIMETRO S/I: _____

COLORIMETRO C/I: _____

O B S E R V A C I O N E S.

PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE COLOR.

INSTRUCCIONES.

1. Utilizar campos para crear una superficie neutral; gris o azul.
2. Seleccionar la luz ideal, de preferencia luz natural, o bien realizar la elección bajo una superficie cerrada sin influencia externa.
3. Deba utilizarse un colorímetro estándar y anotar cual se utilizó de los que se encuentran en el mercado.
4. Humedecer los colorímetros y el diente del color a igualar.
5. Se debe observar únicamente el tercio medio del diente a igualar, comparando con los que proporciona el colorímetro.
6. Evitar la fatiga ocular y el metamerismo, observando el color a elegir durante no más de 3seg, y voltear a ver una superficie neutra, azul o gris.
7. El color elegido deberá ser sacado del colorímetro junto con las muestras que se encuentren ordenadas antes y después con el fin de comparar los tres colores.
8. Anotar el código del color elegido.

C R O N O G R A M A

		Entrega de Protocolo	Búsqueda Bibliográfica	Recaudación de Datos	Agrupación de Información	Análisis Estadístico
Enero	1994	X				
Febrero	1994		X			
Marzo	1994		X			
Abril	1994		X			
Mayo	1994			X		
Junio	1994			X		
Julio	1994			X		
Agosto	1994			X		
Septiembre	1994			X		
Octubre	1994			X		
Noviembre	1994			X		
Diciembre	1994			X		
Enero	1995			X		
Febrero	1995			X		
Marzo	1995			X		
Abril	1995			X		
Mayo	1995				X	
Junio	1995				X	
Julio	1995				X	
Agosto	1995				X	
Septiembre	1995					X
Octubre	1995					X

VII .- BIBLIOGRAFÍA.

BIBLIOGRAFÍA.

- 1 .-Allen H, James. Enfermedades de los Ojos. España, Salvat, 1979. Pág: 176-182.
- 2 .-Bergen F, Stephen y J.McCasland. "Dental operatory lighting and tooth color discrimination". *Journal of the American Dental Association.* 94(130) 130-134. January-February, 1977.
- 3 .-Burchett J, Paul, y L.C Christensen. "Estimating age and sex by using color, form, and alignment of anterior teeth". *The Journal of Prosthetic Dentistry.* 59(2) 175-179. February, 1988.
- 4 .-Chaparro, A, C.F Stromeyer, E.P Huang et al. "Color is what the eye sees best". *Nature.* 361(28) 348-350. January, 1993.
- 5 .-Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment. "How to improve shade matching in the dental operatory". *Journal of the American Dental Association.* 102(2) 209-210. February, 1981.
- 6 .-Crispin, B.J, DDS.Okamoto, y H.Globe. "Effect of porcelain crown substructures on visually perceivable Value". *The Journal of Prosthetic Dentistry.* 66(2) 209-212. August, 1991.

RECIBO DE LA CLINICA DENTAL
SALUD DE LA BUCA

7 .-Davidson S.P, N.R Myslinski. "Shade selection by color vision-defective dental personnel". The Journal of Prosthetic Dentistry. 63(1) 97-101. January, 1990.

8 .-Donahue L, James, R.J Goodkind, W.B Shawbacher et al. "Shade color discrimination by men and women". The Journal of Prosthetic Dentistry". 65(5) 699-703. May, 1991.

9 .-Ganong, William. Fisiología Médica. 13a. de. México, El Manual Moderno, 1992. Pág: 132-152.

10 .-Goodkind, J.Richard y M.L Loupe. "Teaching of color in predoctoral and postdoctoral dental education in 1988". The Journal of Prosthetic Dentistry. 67(5) 713-717. May, 1992.

11 .-Goodkind, J.Richard y W.B Schwabacher. "Use of a fiber optic colorimeter for in vivo color measurements of 2830 anterior teeth". The Journal of Prosthetic Dentistry. 58(5) 535-542. November, 1987.

12 .-Goodkind, J.Richard, K.M Keenan y W.B Schwabacher. "A comparison of Chromascan and Spectrophotometric color measurements of 100 natural teeth". The Journal of Prosthetic Dentistry. 53(1) 105-109. January, 1985.

13 .-Guyton, Arthur. Tratado de Fisiología Médica. 7a.ed España. Interamericana, 1988. Pag: 696-729.

14 .-Hollwich, Fritz. Oftalmología. 2a de. España. Salvat, 1988. Pág:358-361.

15 .-Jensen, David. Fisiología. México, Interamericana, 1979, Pág:456-494.

16 .-Johnston, W.M, y W.J O'Brien. "Color Analysis of Dental Modifying Porcelains". Journal of Dental Research. 61(3) 484-488. March, 1982.

- 17 .-Koidis, P.T, K.Schroeder, W.Johnston y W.Campagni. "Color consistency, plaque accumulation, and external marginal surface characteristics of the collarless metal-ceramic restoration". The Journal of Prosthetic Dentistry. 65(3). March, 1991.
- 18 .-Lund, W.Toood, W.B Schwabacher y R.J Goodkind. "Spectrophotometric study of the relationship between body porcelain color and applied metallic oxide pigments". The Journal of Prosthetic Dentistry. 53(6) 790-796. June, 1985.
- 19 .-Miyagawa, Y, J.M Powers. "Optical Propieties of Conposites of Selected Shades". Journal of Dental Research. 61(6) 797-801. June, 1982.
- 20 .-Miyagawa, Y, J.M Powers y W.J O'Brien. "Optical propieties of Direct Restorative Materials". Journal of Dental Research. 60(5) 890-894. May, 1981.
- 21 .-O'Brien, W.J, W.M Johnston y F.Fanian. "Double-layer Color Effects in Porcelain Systems". Journal of Dental Research. 64(6) 940-943. June, 1985.
- 22 .-Padilla de Alba, Francisco J, J.Perales y L.Perera. Oftalmología Fundamental. México, Cervantes, 1983. Pág:41-43.
- 23 .-Parsons, Duke y S.Miller. Enfermedades de los Ojos de Parsons. 16a.ed. México, Interamericana, 1980. Pág:335-337.
- 24 .-Pizzamiglio Elio. "A color selection technique". The Journal of Prosthetic Dentistry. 66(5) 592-596. November, 1991.
- 25 .-Rhoads, Jhon, K.Rudd y R.Morroq. Procedimientos en el Laboratorio dental. España, Salvat, 1988. (Vol. II. Prótesis Fija) Pág:119-135.
- 26 .-Schwabacher, W.B, R.J Goodkind. "Three-dimensional color coordinates of natural teeth compared with three shade guides". The Journal of Prosthetic Dentistry. 64(4) 425-431. October, 1990.

- 27 .-Shillinburg, Herbert, S.Hobo y L.Whitsett. Fundamentos de Prostodoncia Fija. México, La Prensa Médica Mexicana, 1990. Pág:325-326.
- 28 .-Sorensen A, Jhon y T.J Torres. "Improved color matching of metal ceramic restorations. Part II; Procedures for visual communication". The Journal of Prosthetic Dentistry. 58(6) 669-677. December, 1987.
- 29 .-Sorensen A. Jhon y T.J Torres. "Improved color matching of metal ceramic restorations. Part III; Innovations in porcelain application". The Journal of Prosthetic Dentistry. 59(1) 1-7. January, 1988.
- 30 .-Stager R, David, M.Everett y W.H Swanson. "The importance of Controlled Illumination in Color Vision Testing in a Pediatric Ophthalmology Clinical Practice". Journal of Pediatric Ophthalmology & Strabismus. 30(1) 39-42. January-February, 1993.
- 31 .-Ubassy Gerald. Shape and Color-the key to Successful Ceramic Restorations. France, Quintessence Publishing, 1993.
- 32 .-Van der Burg, T.P, J.J ten Bosch, Borsboom, et al. "A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color". The Journal of Prosthetic Dentistry. 63(2) 155-162. February, 1990.
- 33 .-Van der Burgt, T.P, J.J ten Bosch, P.C.f, Borsboom, et al. "A new method for matching tooth colors with color standars". Journal of Dental Research. 64(5) 837-841 May, 1985.
- 34 .-Van der Burgt, T.P, J.J ten Bosch, Borsboom et al. "Colorimeter for tooth color quantification". (Abstract). Journal of Dental Research. 64. 724. 1985.
- 35 .-Vaughan, Daniel, T.Asbury y R.Cook. Oftalmología General. México, Manual Moderno, 1980. Pág: 28-29. 145-146. 299-305.
- 36 .-Villanueva Díaz, Gil. Introducción a la Oftalmología. México, Litografía, 1978. Pág:115-117. 141-142.