

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
POSTGRADO DE ODONTOLOGÍA
OPERATORIA Y ESTÉTICA

**MANEJO DE LA LUZ Y EL COLOR EN EL DISEÑO DEL
CONSULTORIO ESPECIALIZADO EN EL ÁREA DE
ODONTOLOGÍA ESTÉTICA**

Trabajo especial de grado
presentado ante la ilustre
Universidad Central de Venezuela
por la Odontóloga Ana Fabiola
Sanz Guardia para optar por
el título de Especialista en
Odontología Operatoria y
Estética.

Caracas, Mayo 2006

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
POSTGRADO DE ODONTOLOGÍA
OPERATORIA Y ESTÉTICA

**MANEJO DE LA LUZ Y EL COLOR EN EL DISEÑO DEL
CONSULTORIO ESPECIALIZADO EN EL ÁREA DE
ODONTOLOGÍA ESTÉTICA**

Autor: Od. Ana Fabiola Sanz Guardia

Tutor: Prof. Ana Lorena Solórzano Peláez

Caracas, Mayo 2006

Aprobado en nombre de la
Universidad Central de Venezuela
por el siguiente jurado examinador:

(Coordinador) Nombre y Apellido C.I.	FIRMA
--	-------

Nombre y Apellido C.I.	FIRMA
---------------------------	-------

Nombre y Apellido C.I.	FIRMA
---------------------------	-------

Observaciones: _____

Caracas, Mayo 2006

DEDICATORIA

A la memoria de mi papá, Esteban Reinaldo Sanz Riquel.

A mi mamá, Dra. Amelia Guardia de Sanz por guiarme, aconsejarme y formarme, por enseñarme a luchar ante las dificultades que se me presentaron a lo largo de este camino.

A mis hermanas Ana Amelia y Astrid Sanz Guardia , por su comprensión, apoyo y estímulo permanente y a mi sobrino Santiago por regalarme tantas sonrisas.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Central de Venezuela y a la Facultad de Odontología por haber contribuido con mi formación profesional.

A mi tutora, profesora Ana Lorena Solórzano Peláez, Especialista en Prostodoncia, un agradecimiento especial, por su valiosa orientación, ayuda bibliográfica y por haber dedicado parte de su tiempo a la lectura y discusión de las partes de éste trabajo.

A la profesora Olga González Blanco, MSc en Odontología Restauradora y Oclusión, por las orientaciones y el apoyo recibido durante mis estudios de postgrado así como por su aporte en la definición de la línea de este trabajo.

A la profesora Amarelys Pérez Sánchez, Especialista en Prostodoncia, por su apoyo y aporte bibliográfico para el desarrollo de esta monografía.

A mis compañeros de postgrado, Leslie, Heidi, Eduardo,

Doryhenn, María Alejandra, Lisbeth y Samanta por haber compartido largos ratos de reflexión, inquietudes e intereses comunes a lo largo de estos años.

A mi hermana Ana Amelia y mi cuñado José Alberto arquitectos, por su ayuda en la búsqueda de la bibliografía y por realizar el diseño del consultorio odontológico y a mi cunado Daniel por su apoyo y estímulo durante mis estudios de postgrado.

A Claudio, por su gran apoyo, cariño, paciencia, por ser siempre consecuente y por su gran ayuda durante la realización de este trabajo.

LISTA DE CONTENIDOS

	Página
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Lista de gráficos	x
Resumen	xii
Introducción	1
II. Revisión de la literatura	4
1. La luz	4
1.1. La naturaleza de la luz	4
1.1.1. Reflexión y refracción	5
1.1.2. Espectro visible	9
1.1.3. Dispersión de la luz	11
1.2. Clasificación de la luz según su fuente	13
1.2.1. Luz natural	14
1.2.1.1. Definición de luz natural	15
1.2.1.2. Propiedades físicas de la luz natural	16
1.2.1.3. La luz natural en espacios interiores	17
1.2.2. Luz artificial	21
1.2.2.1. Definición de luz artificial	22
1.2.2.2. Propiedades de la luz artificial	23
1.2.2.2.1. Flujo luminoso	24

1.2.2.2.2. Densidad de iluminación	25
1.2.2.2.3. Luminarias	26
1.2.2.3. Características de la luz artificial	27
1.2.2.3.1. Nivel de iluminación	28
1.2.2.3.2. Dirección de la luz	29
1.2.2.3.3. Área de deslumbramiento	30
1.2.2.3.4. Distribución lumínica	32
1.2.2.4. Luz artificial en espacios interiores	34
2. El color	35
2.1. Definición del color	36
2.2. Clasificación del color	39
2.2.1. Colores primarios	41
2.2.2. Colores secundarios	43
2.2.3. Colores complementarios	45
2.3. Dimensiones del color	46
2.3.1. Tinte o matiz	49
2.3.2. Valor	51
2.3.3. Croma	54
2.4. Percepción del color	57
2.4.1. Emisor	58
2.4.2. Receptor	63
2.5. Interpretación del color	64
2.5.1. Contraste	64

2.5.2. Adaptación del color	69
2.5.3. Temperatura psicológica del color	70
2.5.4. Fenómeno del metamerismo	71
2.6. Efecto psicológico del color en el ser humano	72
3. Influencia de la luz y el color dentro del diseño de un consultorio especializado en el área de la odontología estética	76
3.1. Definición de consultorio odontológico	79
3.2. Importancia del diseño interior en el consultorio especializado en el área de la odontología estética	82
3.3. Tipos y ubicación d la iluminación recomendada para un consultorio especializado en el área de la odontología estética	85
3.4. Utilización adecuada de los colores circundantes dentro del consultorio especializado en el área de la odontología estética	90
III. Discusión	96
IV. Conclusiones	100
V. Referencias	105

LISTA DE GRÁFICOS

	Páginas
Gráfico 1. Reflexión en diferentes superficies	5
Gráfico 2. La luz blanca que pasa a través de un prisma	10
Gráfico 3. Espectro de luz visible	12
Gráfico 4. Flujos luminosos	25
Gráfico 5. Diagrama cromático	40
Gráfico 6. Mezcla de colores por adición y sustracción	40
Gráfico 7. El matiz, el valor y el croma	48
Gráfico 8. El tinte o matiz	50
Gráfico 9. El valor	52
Gráfico 10. El color Munsell	53
Gráfico 11. El croma	55
Gráfico 12. Sensibilidad de los tonos de la retina	59

	Páginas
Gráfico 13. El contraste	66
Gráfico 14. Objeto con diferentes colores de fondo	68
Gráfico 15. Diferentes tipos de luminarias	87
Gráfico 16. Diseño de consultorio odontológico	95

RESUMEN

La selección del color ideal de un material restaurador, es una de las tareas más difíciles para el profesional de la odontología restauradora. Dentro de el proceso de selección entran en juego una serie de factores y de acuerdo al uso que se haga de ellos, el tratamiento será exitoso o no. En consecuencia, el profesional de la odontología debe conocer el aporte que otras disciplinas han realizado a la naturaleza de la luz y su vinculación con el color, la misma resulta determinante para una adecuada selección del color del material restaurador. En este sentido, las condiciones del consultorio y el aprovechamiento adecuado de las fuentes de iluminación son de aspectos que deben ser tomados en cuenta para el diseño de un consultorio odontológico.

I.-INTRODUCCIÓN

Antes del siglo XIX, la luz se consideraba como una corriente de partículas emitidas por una fuente luminosa que estimulaba el sentido de la visión. Este argumento, base de la teoría corpuscular, se relacionaba con los fenómenos de refracción y reflexión y en su conjunto fue aceptado por una mayoría de científicos, hasta que durante el siglo XIX otros experimentos dieron lugar a la teoría ondulatoria de la luz.

A partir de entonces se considera que la luz tiene una naturaleza dual, es decir, en unos casos actúa como onda y en otros como partícula. En consecuencia, la luz es luz y viaja a una alta velocidad y se puede reflejar o desviar si viaja a través de un medio transparente. En ese sentido, la luz se desplaza y por lo general, una parte se refleja y otra se transmite.

Tales conocimientos han conducido a la determinación de modelos de rayos de luz y al conocimiento de la naturaleza de la misma y gracias a tan importantes aportes, la odontología puede ampliar su conocimiento en beneficio de su profesión. En efecto, dado que la selección del color es una de las tareas más difíciles que debe realizar un

odontólogo especializado en odontología restauradora y estética, el aporte de las teorías sobre la naturaleza de la luz como factor que incide en la determinación de un color es ineludible.

La luz y el color están relacionados puesto que la primera influye sobre la segunda y hasta crean diversas tonalidades de colores en un espectro que va desde los llamados colores matutinos, hasta los espectrales que se observan en la hora crepuscular.

La odontología restauradora tiene dentro de sus objetivos, restaurar la función y la estética, ésta se puede lograr cuando relacionamos la forma, la textura, el tamaño y el color, por eso la selección del color juega un papel vital para determinar el éxito o fracaso de una restauración.

Es importante agregar que la percepción del color es un proceso subjetivo porque destaca la influencia que ejerce la familiaridad o el conocimiento del color y por lo tanto, dificulta la selección del mismo. Para disminuir esta dificultad, se puede recurrir al uso de sistemas fotométricos y colorimétricos.

De allí la importancia de tomar en cuenta el ambiente dentro del consultorio dental, porque éste debe ser un lugar rentable y optimizado al máximo. Es decir, un espacio que combina lo que quiere y lo que necesita el odontólogo, para poder optimizar los espacios del consultorio odontológico, según las funciones que se van a realizar en las diferentes áreas de especialización.

Se debe realizar un diseño adecuado, mediante un estudio y análisis detallado, que incluye el color de las paredes, del mobiliario, el tipo y número de ventanas para el paso de la luz natural, así como, el tipo de luminarias para la luz artificial. Un buen diseño de un consultorio odontológico se basa en una buena planificación arquitectónica y de los espacios interiores para lograr un conjunto armónico, estético y de calidad.

Dado que el color viene influenciado por la luz, el objetivo general de este trabajo especial de grado es analizar la importancia que tiene el manejo de la luz y el color en el diseño de un consultorio adecuado a las necesidades de la odontología estética.

II.- REVISIÓN DE LA LITERATURA

1.- La luz

1.1.- La naturaleza de la luz

En la antigüedad, los griegos intentaron dar una explicación a la percepción de los objetos pero no encontraron una respuesta adecuada^(1,2). Sin embargo, más tarde, se dio el desarrollo científico que fue alcanzado por la física en el siglo XV lo cual produjo grandes avances importantes sobre la luz y los fenómenos luminosos. Uno de estos avances es la hipótesis científica desarrollada por Isaac Newton sobre la naturaleza de la luz y conocida como la teoría corpuscular o de la emisión, según la cual la velocidad de la luz podía aumentar en los medios de mayor densidad^(1,2,3).

Ésta teoría fue abandonada porque resultó contradictoria al compararla con los resultados obtenidos y experimentados por otros científicos, quienes luego de intentar medir la rapidez de la luz, llegaron a mostrar que la reflexión y la refracción también están asociadas a la naturaleza de la luz y que existen otros efectos como son la absorción y la emisión de la luz, que revelan el aspecto corpuscular^(2,3).

1.1.1.- Reflexión y refracción

La reflexión es el efecto que se produce cuando la luz choca contra la superficie de un objeto. En el proceso participan lo que se refleja y lo que es absorbido por el objeto y en el caso que estemos en presencia de un objeto transparente, hay reflexión cuando parte de la luz incidente se transmite a través de él^(2,3). (Gráfico 1)

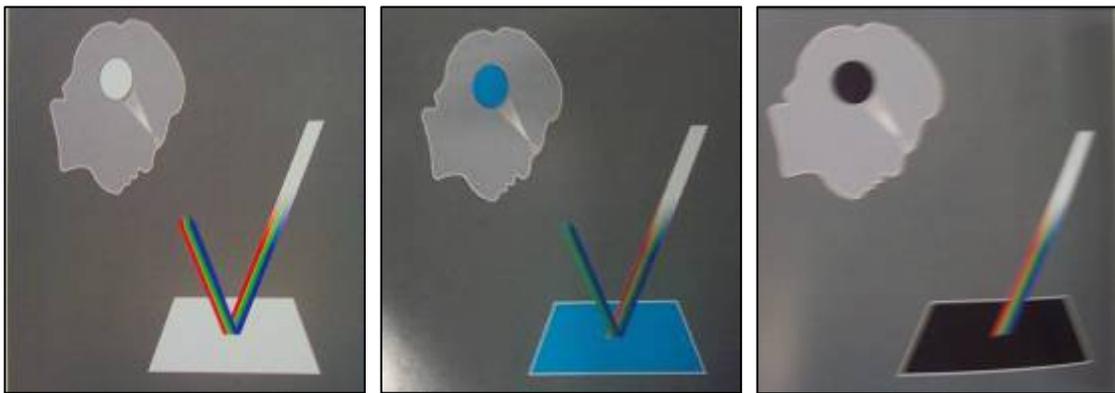


Gráfico 1.-Reflexión en diferentes superficies.

Tomado de Touati, 1999.

Cuando se hace incidir un haz de luz sobre el plano de separación entre dos superficies homogéneas e isotropas, se encuentra que el haz incidente se divide en un haz reflejado y otro refractado. Ambos deben cumplir ciertas características como que el rayo reflejado y el refractado están en el mismo plano formado por el rayo incidente; éste ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión⁽⁴⁾.

Se sabe que los cuerpos son capaces de devolver una parte considerable de la luz que reciben. Sin embargo, puede ocurrir que la luz sea devuelta en una sola dirección cuando un haz luminoso paralelo incida sobre una superficie plana. El efecto incluso se puede especificar ya que cada objeto da una imagen simétrica de ese objeto con relación al plano del espejo⁽¹⁾.

En cuanto a la refracción, la luz se propaga en línea recta en tanto se mantenga en un medio transparente y homogéneo bien definido. Este fenómeno ocurre porque en el curso de su propagación, un haz encuentra una superficie de dos medios transparentes como aire-agua, aire-vidrio y vidrio-agua^(1,2,3).

Según Rat⁽¹⁾, el cambio de dirección impuesto a todo rayo por la refracción de la luz se puede caracterizar por los ángulos i y r que forman, respectivamente, los rayos incidentes y refractados con la normal.

Cuando se habla de reflexión total se hace para indicar el ángulo de incidencia de un rayo que se refracta en el agua y como tal, no puede sobrepasar el valor

de un ángulo recto. Dicho fenómeno se produce cuando la luz llega sobre una superficie que separa un medio más refringente de un medio menos refringente y bajo un ángulo, superior al ángulo límite⁽¹⁾.

En ese proceso, la reflexión total se utiliza en el paso del vidrio-aire y el prisma de reflexión total puede reemplazar al espejo, pues no pierde luz alguna. Cuando se obtienen efectos coloreados, se debe a que ha habido una interposición de vidrios convenientemente elegidos sobre el haz inicial de luz blanca^(1,3).

Cuando un rayo de luz viaja a través de un medio transparente y encuentra una frontera que lleva a otro medio similar, se producen un rayo incidente y un rayo reflejado mientras que el rayo refractado permanece en el mismo plano^(1,3).

También ocurre que cuando la luz se desplaza desde un material cuya velocidad es alta hacia un material que tiene una velocidad menor, se produce un ángulo de refracción que es menor que el ángulo de incidencia. En efecto el desplazamiento de la luz permite mostrar la

relación de dependencia que existe entre, el ángulo de refracción y la rapidez de la luz en ambos medios y del ángulo de incidencia^(1,3).

Para el año 1621, el científico holandés Willebrord Snell (1591-1626) trabajó sobre la llamada **Ley de Snell** que es una fórmula simple utilizada para calcular el ángulo de refracción de la luz al atravesar la superficie de separación entre dos medios de índice de refracción distinto^(1,2,3). Esta ley fue formulada para explicar los fenómenos de refracción de la luz que se pueden aplicar a todo tipo de ondas, las cuales atraviesan una superficie entre dos medios⁽²⁾.

Por lo tanto, la simetría de la Ley de Snell implica que las trayectorias de los rayos de luz son reversibles, es decir, si un rayo incidente cae sobre la superficie de separación con un ángulo de incidencia (θ_1) se refracta sobre el medio con un ángulo de refracción (θ_2), entonces un rayo incidente en la dirección opuesta desde el medio 2 con un ángulo θ_2 se refracta sobre el medio 1 con un ángulo θ_1 , es decir, la relación de estos ángulos es una constante característica de ambos medios que depende del índice de refracción (Ley de Snell)^(1,2).

La Ley de Snell se puede derivar a partir del principio de Fermat que indica que la trayectoria de la luz es aquella en la que los rayos de luz necesitan menos tiempo para ir de un punto a otro⁽²⁾.

Una vez analizado el cambio de dirección de un rayo de luz producido por el paso de la luz de un material a otro de diferente índice de refracción, a continuación se pasará a exponer otras propiedades de la luz⁽²⁾.

1.1.2.- Espectro visible

La luz determina el tipo de ambiente y a la hora de seleccionarla se debe evaluar su rendimiento, calidad y propiedades para adaptarla a las necesidades. La intensidad está relacionada con el cuadrado de la amplitud de la onda y el color o con la longitud de onda o con la frecuencia de la luz^(2,5).

La llamada luz visible, es sensible al ojo humano y esta ubicada en un intervalo de longitud de onda entre 400nm y 700nm, es decir, dentro del llamado espectro visible porque es allí donde se encuentran los diferentes colores, desde el violeta hasta el rojo^(2,5).

La luz con una longitud de onda menor de 400nm se conoce como ultravioleta (UV) y la onda mayor de 700nm se conoce como infrarroja (IR). El prisma es la figura que divide a la luz blanca en una gama de colores y se produce debido a que el índice de refracción de un material depende de la longitud de onda^(2,5). (Gráfico 2).



Gráfico 2.- La luz blanca que pasa a través de un prisma se divide en sus colores constituyentes.

Tomado de Giancoli, 1997.

En cuanto a los tipos de luz, la llamada luz blanca se produce por la mezcla de todas las longitudes de onda visibles. Cuando esas ondas inciden sobre el prisma, las longitudes de onda son desviadas en ángulos provocando que el índice de refracción sea mayor para las longitudes de ondas más pequeñas^(2,5).

En cuanto a la proporción de desviación de la luz, se tiene que mientras la luz ultravioleta es la que más desvía, la roja, es la que provoca menos desviación. La apreciación de los diferentes tamaños de ondas que se refractan son conocidos como dispersión⁽⁵⁾.

1.1.3.- Dispersión de la luz

La dispersión se conoce como las diferentes longitudes de onda que se refractan⁽²⁾; además es un hecho de observación corriente que se produce cuando un haz de rayo solar que atraviesa un prisma de vidrio o de agua da lugar a efectos coloreados⁽¹⁾.

La dispersión es un fenómeno de separación de las ondas de distinta frecuencia y se produce cuando las mismas atraviesan un material. El efecto se observa cuando un rayo de luz compuesta se refracta en algún medio quedando separados sus colores constituyentes⁽¹⁾.

Esto ocurre cuando la luz incide en un cuerpo con dos caras planas no paralelas, llamado prisma. Así tenemos que un rayo de luz incidente de una sola longitud de onda sobre

el prisma hace que los rayos que emergen de otra cara se dispersen en colores, conocido esto como espectro⁽²⁾.

(Gráfico 3)

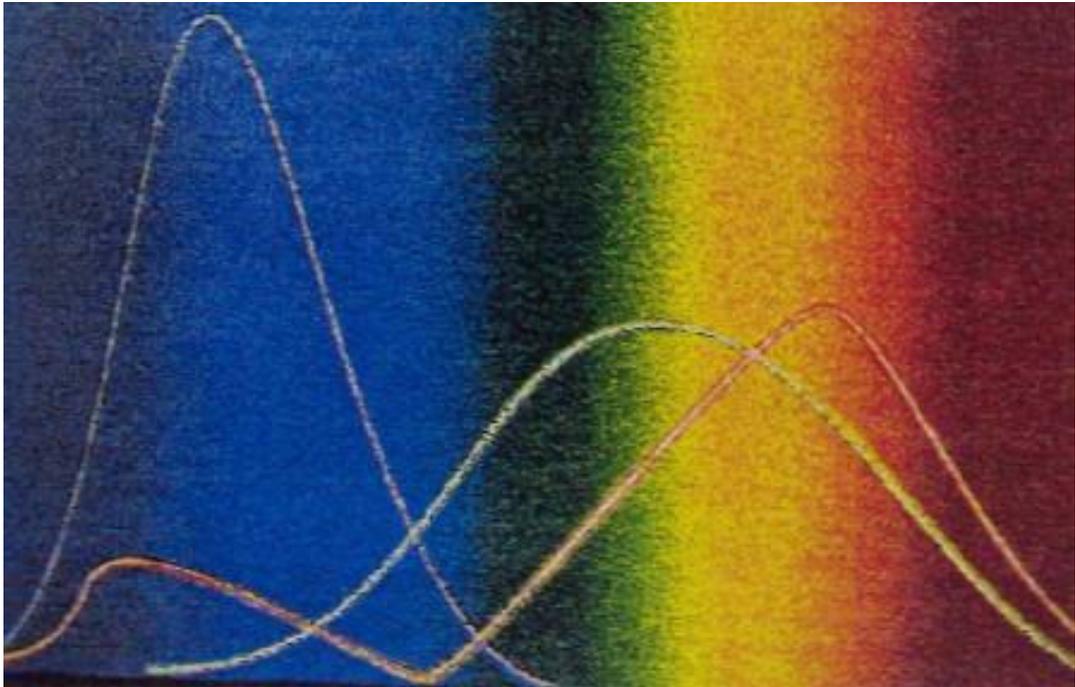


Gráfico 3.- Espectro de luz visible (longitudes de ondas).

Tomado de Touati, 1999.

Cuando tenemos que un haz de luz que incide en torno a la arista de un espejo biselado y se proyecta sobre la pared o el techo una figura coloreada en la que se reconocen los colores fundamentales del arco iris. Estos colores en orden de longitud de onda decreciente son rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, índigo y violeta^(1,2,5). Las

dos caras del bisel forman un prisma a través del cual la luz se refracta^(1,2).

Newton demostró que cada color tiene un ángulo particular de desviación, que el espectro ya no se puede descomponer más y que los colores se pueden recombinar para formar la luz blanca original. En el ángulo de desviación se presenta la longitud de onda la cual depende de un color determinado, por cuanto podemos conocer la clasificación de la luz según su fuente y que la luz violeta es la que más desvía, la luz roja es la que menos desvía y los colores restantes en el espectro visible caen en los extremos⁽²⁾.

1.2.- Clasificación de la luz según su fuente

La luz es una onda electromagnética. En su interacción con la materia, muestra un carácter de tipo dual, porque es ondulatorio (ondas electromagnéticas) y corpuscular (fotón). Las ondas electromagnéticas están constituidas por campos eléctricos y magnéticos que oscilan armónicamente en fases perpendiculares entre sí y a la dirección de propagación, lo cual corresponde a ondas de tipo transversa^(5,6)

La luz es una forma de energía visible y es parte del espectro de energía radiante, por ello posee longitudes de onda específicas que se pueden usar para identificar el tipo de energía. Las longitudes de onda más cortas que la luz visible incluyen los rayos ultravioleta^(2,7).

La luz según su fuente se clasifica en luz natural y luz artificial, la primera es aquella que proviene del sol, la luna y las estrellas. La segunda puede ser continua (bombillas) o discontinua (flash)^(1,2,8).

1.2.1.- Luz natural

El pasaje de un haz luminoso por un prisma muestra su complejidad, de esta manera fue como Newton observó y presentó una adecuada interpretación del fenómeno de la luz solar. Como bien sabemos el ojo humano no puede llegar a entender la luz sin la ayuda de un fenómeno físico como es la dispersión provocada por el prisma o la difracción⁽¹⁾.

Es así como somos capaces de afirmar que tal o cual luz parece más coloreada que otra, es decir, cuando observamos una luz proveniente de una lámpara con una luz incandescente parece que fuese ligeramente amarilla

comparada con la de un tubo fluorescente (blanco) que sería de un aspecto más azulado⁽¹⁾.

Sabemos que dependiendo del tipo de luz las cosas que miramos pueden presentar aspectos muy variados y de igual forma, si modificamos el tipo de luz que ilumina los diferentes objetos o cosas, éstos pueden variar⁽¹⁾.

1.2.1.1.- Definición de luz natural

Uno de los factores que determinan la calidad de un ambiente es la iluminación y antes de valorarla es necesario estudiar la orientación y los cambios de sus cualidades (intensidad, dirección, calidad y color)⁽⁸⁾.

La luz natural es muy compleja, por lo tanto, consideraremos que la luz blanca ideal es la luz del día. De esta manera su espectro comprende una infinidad de tonos los cuales no presentan nítidas separaciones y que se extienden desde el color rojo al violeta, pasando por el anaranjado, el amarillo, el verde, el azul y el índigo. Ahora bien, si todos esos colores se encuentran en la luz blanca, estos se podrán reproducir si los superponemos unos con otros^(1,8).

Las fuentes que producen luz natural no son constantes. El sol es la fuente primaria de luz natural, independientemente del estado del cielo, de la inclinación terrestre y de la rotación diaria de la tierra alrededor de su propio eje. La luz diurna la percibe el hombre como si fuera de color blanco, a excepción de los colores rojizos del amanecer y el atardecer. La luz solar contiene proporcionalmente más radiación de onda larga que las lámparas de incandescencia, es decir, es más roja^(2,8).

La luz natural la podemos observar como la luz blanda que es un tipo de luz que apenas produce sombras, consiguiendo tonos suaves y difuminados. La luz dura es aquella luz intensa que arroja fuertes y profundas sombras sobre los sujetos/objetos⁽⁸⁾.

1.2.1.2.- Propiedades físicas de la luz natural

Dentro de las propiedades físicas de la luz natural podemos mencionar la intensidad de iluminación, el grado de reflexión, la reproducción de colores y el deslumbramiento. La acción conjunta de estas propiedades influye en gran parte en el grado de claridad de un espacio interior⁽²⁾.

La intensidad de iluminación es el coeficiente que define la cantidad de luz emitida por una lámpara, ésta es comparable con la ayuda de un fotómetro que es un aparato que permite comparar las iluminaciones. El grado de reflexión se refiere a que los cuerpos iluminados son capaces de devolver una parte considerable de la luz que reciben. La reproducción de colores nos indica la característica de la luz la cual se describe tal como se ve en nuestro entorno, es decir, natural, esto se expresa con el índice general de reproducción del color (Ra) y el deslumbramiento se refiere a la distorsión para observar ciertos objetos, debido a una mala distribución de luminarias (lámparas)^(1,2).

1.2.1.3.- Luz natural en espacios interiores

Los espacios destinados a la estancia permanente de personas se iluminan con suficiente luz natural para garantizar una conexión visual adecuada con el exterior⁽⁸⁾.

Podemos valorar la luz natural en espacios interiores con los siguientes criterios como son la intensidad de iluminación y la claridad, la uniformidad, las sombras y

el deslumbramiento. De esta manera para valorar la luz natural en espacios interiores se emplea como referencia la intensidad de iluminación del cielo cubierto⁽⁸⁾.

La luz natural que entra en un espacio interior bien sea por una ventana, puerta, etc., se expresa mediante el cociente de la luz natural. Éste cociente relaciona la intensidad de iluminación en el espacio interior con la intensidad de iluminación existente en el exterior. Por lo tanto, el cociente de iluminación natural siempre es constante⁽⁸⁾.

Por lo tanto, la intensidad de iluminación en el interior sólo varía con la intensidad de iluminación existente, de esta manera la intensidad variará en el exterior cuando tengamos el cielo cubierto, esto sucede claro está dependiendo de la hora del día y la estación del año⁽⁸⁾.

El cociente de iluminación es constante, sin embargo, depende de varios factores que influyen en él como son la luz reflejada por el cielo, la luz reflejada por los edificios circundantes y la luz reflejada por las superficies interiores⁽⁸⁾.

Podemos hacer referencia a la claridad a través del tamaño y el tipo de las ventanas y las relaciones visuales, las cuales influyen en la distribución de la luz natural en un espacio interior⁽⁸⁾.

Los expertos aconsejan realizar un control visual de los espacios interiores y exteriores proyectados en una maqueta utilizando un sol o un cielo artificial. De esta manera debemos evaluar la luz natural y ella se calcula en tres dimensiones, es decir, se debe analizar una maqueta del espacio o del edificio en la que se simulen los diferentes efectos de la luz natural⁽⁸⁾.

Al aumentar la profundidad de un espacio interior disminuye la intensidad de la luz natural, por cuanto se utiliza la luz dirigida o lateral, porque puede iluminar salas de gran profundidad de forma natural. Esto tiene como finalidad distribuir uniformemente la luz, mejorar la luz natural en espacios de gran profundidad y evitar el deslumbramiento cuando el sol está más alto⁽⁸⁾.

Los reflectores mejoran notablemente la uniformidad de la iluminación, de tal manera que podemos colocarlos

delante o detrás de las ventanas. Como superficies de reflexión se pueden emplear espejos y superficies pulidas o blancas⁽⁸⁾.

Se puede obtener luz natural en espacios interiores con lucernarios (artefactos) que presentan una cubierta que produce una claridad máxima y mínima en el plano útil, es decir, crean un valor medio entre el “claro u oscuro” denominado cociente medio de luz natural⁽⁸⁾.

Los requisitos a satisfacer en la transmisión de la luz natural de forma cenital también dependen de los siguientes factores, la altura del espacio y la disposición de los huecos. Se alcanza una uniformidad ideal cuando la separación entre los lucernarios responde a la altura del espacio, es decir, estando en una relación 1:1 entre sí⁽⁸⁾.

Cuando utilizamos lucernarios, estos determinan el porcentaje lumínico, de esta manera se compara la cantidad de luz incidente en una ventana, con la cantidad de luz incidente en un lucernario, en función de su inclinación, en donde se consigue captar la máxima cantidad de luz posible⁽⁸⁾.

La cantidad de luz natural en espacios interiores con lucernarios depende de los parámetros antes citados y también de la relación que exista entre la superficie total con lucernarios y la superficie del espacio interior⁽⁸⁾.

Para conseguir mayor entrada de iluminación natural se debe aumentar un 5% los cocientes de la luz natural en las ventanas verticales y en los lucernarios situados sobre ellas y así se logra un aumento en el tamaño de las ventanas⁽⁸⁾.

La valoración de la calidad de la luz natural se efectúa con el cielo cubierto, sin embargo en los lucernarios, además de la radiación solar difusa, incide también la radiación directa. Para aprovechar la luz natural se deben evitar contrastes lumínicos fuertes e iluminar todas las esquinas y las superficies de delimitación del espacio y evitar el deslumbramiento⁽⁸⁾.

1.2.2.- Luz artificial

El ambiente que se va a diseñar, debe combinar varios tipos de luz artificial: general para todas las estancias, ambiental para cada una de las zonas y puntual para los sitios concretos⁽⁸⁾.

1.2.2.1.- Definición de luz artificial

La luz artificial es aquella que se logra con las lámparas y los factores claves de esta iluminación son la cantidad y la dirección de luz sobre la superficie de trabajo⁽¹¹⁾. La luz artificial es una fuente de luz que emite un destello breve e intenso, esta puede ser continua (a través de bombillos) o discontinua (a través de flash)^(8,9).

La luz artificial ilumina el cielo tanto en forma continua como en líneas espectrales, generadas por las lámparas de vapores de metales. Esta luz se dispersa formando un fondo brillante en el que se deben detectar fuentes celestes. Existe un fondo natural continuo por el brillo difuso y la luminiscencia atmosférica^(8,9).

Al referirnos a la iluminación queremos expresar que ésta no es sólo un elemento necesario para desarrollar actividades en ambientes u horarios en donde no hay luz natural, sino que es un elemento decorativo porque ayuda a darle ciertas características específicas a sus ambientes, por lo tanto es importante analizar las propiedades de la luz artificial^(8,9)

1.2.2.2.- Propiedades de la luz artificial

Las propiedades de la luz artificial otorgan beneficio al ambiente y se refieren a los diferentes tipos de luz que se pueden utilizar y a los niveles de iluminación artificial que se han desarrollado a lo largo del tiempo^(8,9,10).

Esto ocurre por la amplia oferta de luminarias debido el progreso que ha experimentado la producción de lámparas de alta eficiencia. Existen varios tipos de iluminación artificial y su uso, selección y aplicación depende de que se desee iluminar. Entre los tipos están: Iluminación general, es la necesaria para reconocer un espacio; iluminación específica, es aquella que se utiliza para leer, trabajar y es de mayor intensidad que la general; Iluminación de acentuación, es aquella que se utiliza para mostrar algo específico

Dependiendo del lugar donde se ubique un objeto específico, se puede aplicar los siguientes tipos de iluminación directa porque tiene la capacidad de iluminar a los objetos directamente; iluminación por reflejo, es decir, que ilumina a través de un artefacto que esta colocado en la pared^(8,9,10).

Las propiedades que conforman la luz artificial son el flujo luminoso, la densidad lumínica y las luminarias^(8,9,10).

1.2.2.2.1.-Flujo luminoso

Se denomina flujo luminoso al rendimiento de la radiación percibida por el ojo. Este flujo luminoso está comprendido en un determinado ángulo y de acuerdo con una dirección específica de la radiación que es la intensidad luminosa. De tal manera tenemos que el flujo luminoso por unidad de superficie, es la intensidad de la iluminación, así la potencia (W) es emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible. Su símbolo es θ (ángulo) y su unidad es el lumen (lm)⁽⁸⁾.

El flujo luminoso describe la potencia luminosa total emitida por una fuente de luz. Básicamente, se podría expresar esta potencia de radiación, por ser energía entregada, en la unidad llamada vatio y mediante la consideración de la sensibilidad espectral del ojo se obtiene la magnitud llamada lumen. Por otro lado, el mismo flujo de radiación genera en las gamas de frecuencias de menor sensibilidad unos flujos luminosos más pequeños^(8,9).

El flujo luminoso da una idea de la cantidad de luz que emite una fuente lumínica, por ejemplo una bombilla ilumina en todas las direcciones del espacio y si pensamos en un proyector es fácil ver porque sólo ilumina en una dirección. Para conocer cómo se distribuye el flujo en cada dirección del espacio es necesario conocer que es la intensidad luminosa⁽⁸⁾. (Gráfico 4)

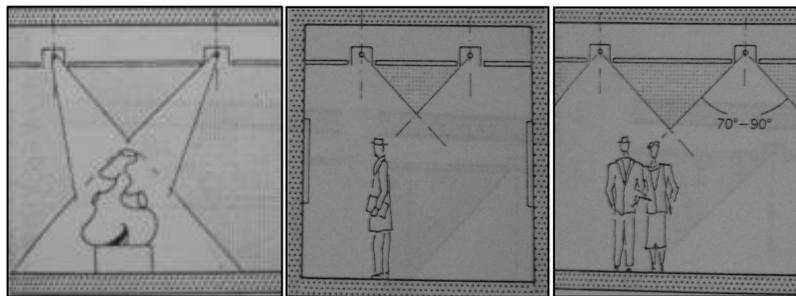


Gráfico 4.- Diferentes flujos luminosos.

Tomado de Neufert, 2001.

Se conoce como intensidad luminosa al flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido en una dirección concreta^(8,9).

1.2.2.2.2.-Densidad de iluminación

La densidad de iluminación es una medida para determinar la claridad percibida. En las luminarias ésta densidad es relativamente alta y puede deslumbrar, por ello

es necesario colocar pantallas en las luminarias ubicadas en espacios interiores^(8,9).

La densidad de iluminación de una superficie se calcula a partir de la densidad de iluminación y el grado de reflexión^(8,9).

1.2.2.2.3.- Luminarias

Para trabajar en los espacios interiores se instalan lámparas de incandescencia y de descarga, las primeras proporcionan una luz de color blanco cálido, con excelente reproducción de los colores y que funcionan sin centelleos. Por el contrario, las segundas que son las lámparas de descargas tienen un funcionamiento con un elevado rendimiento y vida media considerablemente alta al igual que las incandescentes. Sin embargo, tenemos que el color de la luz varía según el tipo de lámpara^(8,9).

Para elegir unas luminarias se toma en cuenta la lámpara utilizada y su entorno de trabajo. Hay muchos tipos de luminarias y sería difícil hacer una clasificación exhaustiva. La forma y el tipo de las luminarias oscilará entre las más funcionales donde lo más importante es dirigir

el haz de luz de forma eficiente, como pasa en el alumbrado necesario en el sector salud, a las más formales donde la función es decorativa como ocurre en el alumbrado doméstico^(8,9).

Las luminarias son aparatos que necesitan de una pantalla pues el filamento de estas lámparas tiene una luminancia muy elevada y pueden producir deslumbramientos^(8,9).

1.2.2.3.- Características de la luz artificial

Para obtener un buen resultado en cuanto a la distribución de la luz artificial, se deben satisfacer ciertos requisitos tanto funcionales como ergonómicos y tomar en cuenta la rentabilidad económica. Además, se deben considerar tanto aspectos cuantitativos como arquitectónicos^(8,9).

En cuanto a los aspectos cuantitativos tenemos el nivel de iluminación, la dirección de la luz y el área de deslumbramiento, así como también toman importancia la distribución de la densidad lumínica, la temperatura del color y su reproducción^(8,9).

1.2.2.3.1.- Nivel de iluminación

El nivel de iluminación se define como el flujo luminoso incidente por unidad de superficie^(8,9). Los niveles de iluminación recomendados para un local dependen de las actividades que se vayan a realizar en él. En general, podemos distinguir entre áreas con requerimientos luminosos mínimos, normales y exigentes^(5, 6, 7, 8, 9).

La elección de cualquier haz de luz dependerá del tamaño de los espacios. En los requerimientos normales como las zonas de paso (pasillos, vestíbulos) o los locales poco utilizados (almacenes, recepción) con iluminancias entre 50 y 200 lx. El lx, expresa el flujo luminoso que alcanza una superficie por unidad de medida, es decir, es la luz directa sobre una superficie ubicada a 30,48 cm. (1 pie) de distancia de una vela de tamaño estándar^(8,9).

Para los requerimientos normales tenemos las zonas de trabajo y otros locales de uso frecuente con iluminancias entre 200 y 1000 lx. Por último, están los lugares donde son necesarios niveles de iluminación muy elevados y exigentes, más de 1000 lx, porque se realizan tareas visuales con un grado elevado de detalle que se puede conseguir con

iluminación local, este sería el tipo de iluminación que requiere el consultorio odontológico^(8,9).

Por lo tanto, sabemos que es necesario que en las zonas de trabajo se empleen entre 300 lx y hasta 1000 lx, además, se podría utilizar como iluminación complementaria en los puestos de trabajo porque se pueden conseguir niveles superiores de iluminación^(8,9,10).

1.2.2.3.2.- Dirección de la luz

Varios autores refieren que la iluminación en los puestos de trabajo debe ser de tipo lateral, por lo tanto es necesario que la distribución de la luz sea en forma de ala. De esta manera se recomienda utilizar las llamadas luminarias fluorescentes o bañador de pared, porque el resultado de la iluminación equivale a la luz directa, obteniendo así una mejor absorción lumínica por el ojo humano^(8,9).

Existen diferentes direcciones de la luz como son: la iluminación frontal, la iluminación lateral, la iluminación de tipo contraluz, la iluminación desde arriba y la iluminación uniforme⁽⁸⁾.

La iluminación frontal es aquella donde los resultados son muy confiables y es una iluminación fácil de usar, además aporta mayor brillantez a los colores y abarca totalmente el lado del sujeto, a su vez proyecta las sombras detrás de él. La iluminación lateral que resalta el volumen y la profundidad de los objetos y destaca la textura, la cual nos da una sensación de mayor dimensión. El contraluz, tiene la característica de iluminar toda la parte posterior del sujeto. En cuanto a la iluminación desde arriba, esta fuente de iluminación hace que las partes inferiores de un objeto permanezcan en sombra, pero por otro lado, ilumina los detalles más sobresalientes y por último tenemos, la iluminación uniforme que es aquella donde se ilumina a todo el individuo^(8,9).

1.2.2.3.3.- Área de deslumbramiento

El área de deslumbramiento es aquella que se produce por la reflexión y los reflejos de algunas pantallas, este se puede delimitar de manera tal de colocar las luminarias con un ángulo de apantallamiento $\geq 30^\circ$ y a su vez los reflejos especulares en las pantallas se pueden reducir con los filtros antirreflectantes, es decir, que eliminan el reflejo^(8,9).

De esta forma se deberán evitar brillos que produzcan molestias, dificulten la resolución de las imágenes o contribuyan a una mayor fatiga visual^(8,9,10).

El deslumbramiento es un fenómeno de la visión que produce molestia o disminución en la capacidad para distinguir objetos o ambas cosas a la vez, debido a una inadecuada distribución de luminancias o como consecuencia de contrastes excesivos en el espacio o en el tiempo^(8,9,10).

Existen algunos factores específicos y determinantes del deslumbramiento, ellos son:

- El brillo de la fuente: cuanto mayor sea éste, mayor será la molestia y la interferencia con la visión,
- El tamaño de la fuente: un área muy extensa de luz indica un bajo brillo que puede deslumbrar un área reducida de alto brillo,
- La posición de la fuente de luz: el deslumbramiento disminuye rápidamente a medida que la fuente de luz se aparta de la línea de visión,
- El contraste de brillo: cuanto mayor es el contraste de brillo, mayor será el efecto del deslumbramiento,

- El tiempo: una exposición a la luz puede no ser molesta durante un período corto, pero sí serlo si éste se alarga^(5,6,7,8,9,10).

Existen varios tipos de deslumbramientos, el directo es aquel que es causado por las luces situadas dentro del campo de visión. Cuando se trata de lámparas que quedan fuera del campo de la visión, necesitan pantallas difusoras; el reflejado es aquel que proviene del reflejo de una fuente de luz sobre superficies que caigan directamente sobre el ojo; el velado es producto de la dispersión de la luz en pequeñas partículas que pueden estar en el medio ambiente, esto se debe evitar cambiando la coloración de la luz y prefiriendo de esta manera las tonalidades de onda larga, como las rojas, las amarillas y las anaranjadas, en vez de las tonalidades de onda corta como los colores verde, azul y violeta^(6,7,8,10).

1.2.2.3.4.- Distribución lumínica

La distribución lumínica es necesaria para que la luz pueda fluir en todo el ambiente. La distribución armónica de la densidad lumínica es el resultado de una cuidadosa sintonía de todas las reflexiones en el espacio^(8,9).

La distribución lumínica es importante porque dependiendo de la calidad y de la cantidad, la luz puede tener efectos profundos en las personas, llegando a afectarles tanto la emoción y el humor, como la productividad y la concentración. Por lo tanto, la distribución de la luz frecuentemente será tomada en cuenta a la hora de realizar algún diseño de interiores^(8,9).

Las fuentes de luz alternativas incorporan difusores para que la luz resulte más agradable y las más utilizadas en la práctica tienen una superficie luminosa más o menos grande, cuya intensidad de radiación se ve afectada por la propia construcción de las fuentes, presentando diversos valores en diferentes direcciones^(8,9).

Si se quiere controlar la intensidad de la luz se puede recurrir a los reguladores que son dispositivos que permiten graduar la luz y crear una atmósfera determinada. La distribución lumínica es muy importante y es una tarea que logra la adecuada colocación del conjunto lumínico y de las intensidades luminosas que deben proporcionar un objeto en todas sus direcciones dentro de los espacios interiores^(8,9).

1.2.2.4.- Luz artificial en espacios interiores

La iluminación directa es apropiada para las salas de trabajo, de esta manera necesitamos un alcance de un determinado nivel de iluminación con un rendimiento eléctrico relativamente bajo, éste dependerá del tipo de luminaria que se vaya a emplear^(8,9).

En los consultorios odontológicos se emplean luminarias que dirigen la luz directamente a las superficies a iluminar. Por esto hay que tener cuidado a la hora de distribuir las luminarias para así evitar provocar sombras duras^(8,9).

Con la iluminación indirecta conseguimos una sensación de claridad, aunque el nivel de iluminación sea bajo. La ausencia de deslumbramiento caracteriza este tipo de iluminación, además es necesario que el lugar de trabajo tenga una altura apropiada e incluso adecuar la iluminación a la forma del techo^(8,9).

No hay iluminación directa sobre el plano de trabajo. La fuente de luz está oculta por eso se utiliza el cielorraso como fuente secundaria, además de las luminarias que se cuelgan del techo^(8,9).

La iluminación directa e indirecta nos da una sensación de claridad y de rendimiento energético, cuando estamos en presencia de un espacio de suficiente altura, ya que se suele optar por una iluminación directa e indirecta^(8,9).

2.- El Color

El color nace de la luz, si no hubiera luz el color no existiría, pero cuando la luz está presente siempre hay color. Por lo tanto, podemos observar el color a causa de dos comportamientos diferentes de la luz como son el reflejo en la superficie de un objeto o su absorción en esa superficie⁽⁹⁾.

El color es un fenómeno combinado físico-sensorial-psicológico, producido por una compleja interacción entre la luz, la forma en que se transmite, se refleja, se absorbe y el objeto. Además, la longitud de onda de la luz determinará su color^(5, 11).

En el siglo XVII, Isaac Newton fue el primero que por medio de un prisma de cristal, descompuso la luz. Ésta, al incidir sobre una pantalla, apareció en forma de una banda de varios colores porque si se miraba a través de un

prisma, se podían ver siete colores. Los diferentes caminos que siguen los rayos se deben a su longitud de onda y a cada longitud de onda le corresponde un color, sabiendo entonces que las radiaciones luminosas constituyen sólo una pequeña parte del espectro de las radiaciones^(1, 2).

La apreciación de los colores se basa en una coordinación complicada de procesos físicos, fisiológicos y psicológicos^(1, 2).

El color tiene una inmensa afinidad con las emociones, los egipcios usaban el color con fines curativos. Los griegos de la antigüedad hicieron del color una ciencia^(1, 2).

El color es una ciencia y también una filosofía profunda y ambas deben ir de la mano para alcanzar la armonía y tranquilidad deseadas^(1,2).

2.1.- Definición del color

El color es luz y la luz es color. El color es un fenómeno físico combinado y producido por una compleja interacción entre la luz, el objeto y el receptor⁽¹¹⁾. El color en sentido científico, no es una propiedad exclusiva de los

objetos, ni es parte de ningún artículo sino el resultado de la recepción de las ondas luminosas⁽¹²⁾.

Científicamente es una impresión producida al incidir, en la retina, los rayos luminosos difundidos o reflejados por los cuerpos. Algunos colores toman nombre de los objetos o sustancias que los representan naturalmente⁽¹⁰⁾.

No obstante, la definición resulta compleja puesto que a pesar de su explicación, se encuentra que desde el punto de vista material el color no existe sino que es una sensación que se puede percibir de forma integral. Desde el punto de vista físico se considera un pigmento o tinte que se puede agregar a un objeto para lograr un efecto determinado⁽¹³⁾.

El color se califica de complejo porque en su percepción confluyen varios aspectos de tipo fisiológico, sensorial y físico. Lo fisiológico participa cuando se da una respuesta a cierto estímulo; lo sensorial, cuando la experiencia subjetiva despierta una determinada sensación y lo físico, cuando actúa el rayo de luz. Por ello, cuando se percibe algo que puede ser simple como un determinado color, el proceso de

reflexión o la transmisión de un rayo de luz blanca o de una parte del mismo, ya se ha realizado^(14, 15).

De tal manera que, la reacción de un objeto a la luz incidente consiste en absorber, dispersar o ambas, en forma selectiva ciertas longitudes de ondas. La distribución del espectro de la luz transmitida o reflejada se parece a la luz incidente, aunque ciertas longitudes de onda se reducen en magnitud⁽¹⁵⁾.

Esta luz que es incidente en el ojo, se enfoca en la retina y se convierte en impulsos nerviosos que se transmiten al cerebro. Las células cónicas de la retina se encargan de la visión del color, éstas tienen un umbral de intensidad que se requiere para dicha visión, además presenta una curva de respuesta relacionada con la longitud de onda de la luz incidente. Al intervenir las respuestas nerviosas en la visión del color, una estimulación constante por un solo color causará fatiga al color y disminuirá la respuesta del ojo⁽¹⁵⁾.

La luz es una forma de energía radiante electromagnética que es posible detectar con el ojo humano.

El ojo es sensible a las longitudes de onda corta de 350 a 400 nm (violeta) y a 700 nm (rojo oscuro) que es la longitud de onda larga. Entre ambas se encuentran luces verde, azul, amarilla y naranja y las intensidades combinadas de longitudes de ondas presentes en un rayo de luz, determinan la propiedad que por lo general la llamamos COLOR^(14, 15).

2.2.- Clasificación del color

Los colores se pueden clasificar en dos grupos principales: los colores primarios que son rojo, amarillo y azul y los colores secundarios que son naranja, verde y violeta, clasificación contenida en el denominado Círculo Cromático de Darwin⁽¹⁶⁾.

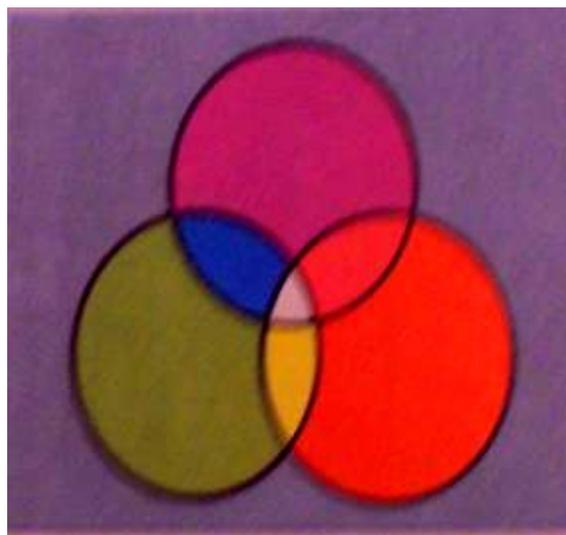
Es importante señalar que de toda la variedad de cambios que ocurren dentro del amplio espectro electromagnético, sólo una pequeña parte puede ser percibida por el ojo humano. Por debajo del color violeta se encuentran longitudes de onda más bajas que son conocidas como rayos ultravioleta y por encima del rojo, se hallan longitudes de onda más altas como los rayos infrarrojos^(16,17).(Gráfico 5)



Gráfico 5. Representa el diagrama cromático.

Tomado de Anusavise, 1998.

Para el color se utiliza un criterio de orden aditivo o mejor dicho, de síntesis aditiva. Esto significa que a medida que sumamos el color luz se restituye gradualmente el blanco y al utilizar colores pigmentos, las mezclas que se hacen involucran un tipo distinto de síntesis, la sustractiva. A medida que incorporamos color, restituimos gradualmente el negro^(16,17,18). (Gráfico 6)



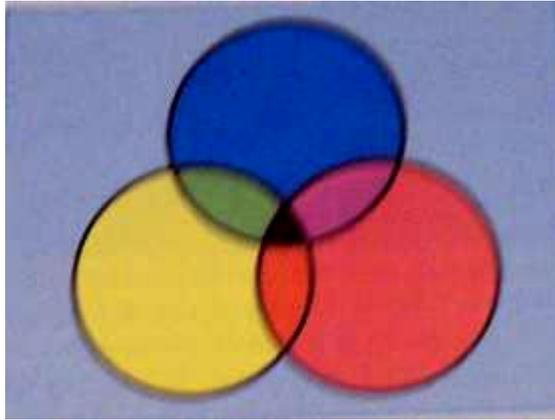


Gráfico 6. Mezcla de colores aditivos y sustractivos.

Tomado de Fisher, 1999.

De la serie de colores del espectro luminoso podemos diferenciar tres *colores fundamentales* o *primarios*. Ellos dan origen a otros colores que son: rojo, verde y azul. De las respectivas mezclas de estos colores derivan los llamados colores secundarios o complementarios^(16, 17).

2.2.1.- Colores primarios

El término colores primarios identifica a un grupo de colores que por sus propiedades producen un nuevo rango de color, después que se han combinado de manera selectiva. Cuando se produce la combinación, se puede hacer una subclasificación del color de acuerdo con la mezcla de colores primarios ligeros, de pigmentos y de primarios psicológicos⁽¹⁹⁾.

De la misma forma que para el color luz existen tres colores fundamentales o primarios, también los hay en el caso del color pigmento y ellos originan al resto de los colores. Se llaman primarios porque no se pueden obtener por mezcla y son: rojo magenta, azul cian y amarillo. Es interesante destacar que los colores primarios para el color pigmento, son secundarios para el color luz^(14, 15).

Los tres colores primarios rojo, verde y azul, corresponden a radiaciones de longitud de onda diferente, pero el ojo no es un aparato de medida de la composición de la luz. Ya se ha visto que cuando se percibe una luz de color amarilla, es porque en su constitución predominan el rojo y el verde. Aunque la sensación que se produce sea la de color amarillo, se observa que a nuestros ojos no ha llegado ninguna longitud de onda que corresponda a ese color, sino que lo que se interpreta como una mezcla de colores es como si se tratara de un solo color^(14,15,16,17).

Para conseguir luz blanca bastan luces de tres colores: el rojo, el azul y el verde, si a estos se les suman los colores primarios de la luz, se puede obtener cualquier color. Es así como se entiende la conocida afirmación que

dice que el blanco es la suma de todos los colores-luz pero el negro es la ausencia de luz^(16,17).

Existen ciertos colores primarios luz como el verde, el azul y el rojo, que no resultan de la mezcla de otros colores. El rojo, el azul y el amarillo también son primarios pigmentos y no resultan de la luz⁽¹⁷⁾. Las mezclas producen varios resultados. Del azul con el amarillo se produce el color verde pero si se mezcla azul, amarillo y rojo se obtiene un color prácticamente negro^(14, 16, 17).

Para explicar lo anteriormente expuesto hay que tener presente que casi todos los objetos deben su color a los pigmentos, los cuales absorben determinadas longitudes de onda de la luz blanca y la otra parte la reflejan. Así nos llega a nosotros el conjunto de longitudes de onda que se han reflejado y son éstas las que producen la sensación de color. A esto se le llama color pigmento y los que absorben la luz de los colores primarios aditivos se llaman colores primarios sustractivos^(4,16, 17).

2.2.2.- Colores secundarios

Se denominan colores secundarios aquellos que son

obtenidos con la mezcla de los primarios porque son creados a partir de la mezcla de los tres colores primarios mezclándolos con su adyacente⁽¹⁶⁾.

Los colores secundarios, de igual forma que para el color luz, se obtienen de la mezcla de los primarios, el rojo magenta más el azul cian nos da el violeta, el amarillo más el rojo magenta es igual al rojo bermellón y el azul cian mezclado con el amarillo nos da verde^(14,16,17).

La mezcla de dos colores primarios origina un color secundario y se puede decir que la mezcla de un primario con un secundario origina un color terciario. Si se aplica esto a los seis colores obtenidos se tiene la siguiente clasificación:^(14,16,17)

Amarillo + rojo bermellón = naranja
Rojo magenta + rojo bermellón = rojo
Violeta + rojo magenta = violeta rojizo
Azul cian + violeta = azul violáceo
Verde + azul cian = azul verdoso
Amarillo + verde = verde amarillento

Ahora bien, una vez señalada la explicación relacionada con colores primarios y secundarios, se pasará a exponer algunas consideraciones en torno a los complementarios^(14,16,17).

2.2.3.- Colores complementarios

Se puede inferir que un color es complementario de otro cuando actúa para recomponer la luz blanca. Dicho de otro modo, un color es complementario de otro cuando para su mezcla no participa el color del que es complementario⁽¹⁷⁾.

Cuando se está ante un esquema de color, cada uno de los tonos complementarios, se pueden mezclar con ellos para producir una serie de gradaciones de color consiguiéndose efectos de disolución, cuando las gradaciones son suaves⁽¹⁷⁾.

Se puede decir que un color complementario es un color que dentro de una ordenación circular, se encuentra en el radio opuesto de la circunferencia y esa ubicación determina que también sea conocido como colores opuestos. Desde esa perspectiva se puede establecer que son los mismos secundarios pero al que le falta un primario y como luces

complementarias quedaría definida de la siguiente manera:⁽¹⁷⁾

Rojo + azul cian
Azul + amarillo
Verde + magenta

Cuando se desee un determinado esquema de color, se pueden elegir sistemáticamente tonos que muestren ciertas relaciones, tonos análogos y tonos complementarios. De esos tonos inconexos pueden resultar esquemas de color inusuales que en algunos casos son producto de una elección intuitiva entre los colores disponibles⁽¹⁷⁾.

En conclusión se puede señalar que los colores complementarios se obtienen a partir de los secundarios (amarillo-naranja, rojo-naranja, rojo-púrpura, azul-púrpura o índigo, azul-verde y amarillo-verde)⁽¹⁷⁾.

2.3.- Dimensiones del color

E. Bruce Clark fue uno de los pioneros en el uso de la combinación de colores en el campo de la odontología. En sus estudios sobre el color reportó que lo más importante es

la capacidad de adquirir una íntima familiaridad con las tres dimensiones del color^(17,20).

El estudio del color es muchas veces confuso porque resulta difícil hacerlo de manera especializada para establecer la distinción de su cometido específico. Para los físicos, el interés es el fenómeno de luz, la mezcla de luces cromáticas, la clasificación del color a través de la comprensión de las frecuencias y longitudes de onda de los rayos luminosos de colores⁽²⁰⁾.

La investigación de los fisiólogos, versa sobre nuestro aparato visual y la reacción neurológica ante la luz y los colores y es más cercana a nuestro interés^(17,27,28).

Para los artistas, la motivación por el estudio del color está centrada fundamentalmente en dos aspectos: a) el constructivo del color, es decir, en conocer cómo funciona el color en distintas relaciones y b) el aspecto expresivo del color, es decir, su potencialidad para la traslación de la impresión visual que tiene el mundo exterior y su potencialidad como vehículo emocionalmente expresivo de su mundo interior^(16,17).

Las distintas perspectivas que abordan el estudio del color, muestra que tiene un carácter interdisciplinario en donde convergen los aportes de distintas ramas de la investigación científica. Los colores tienen la particularidad de poseer elementos que los hacen únicos y la importancia visual que tienen se basa en las cualidades matiz, tono o valor, saturación, temperatura y contraste^(16,17). (Gráfico 7)

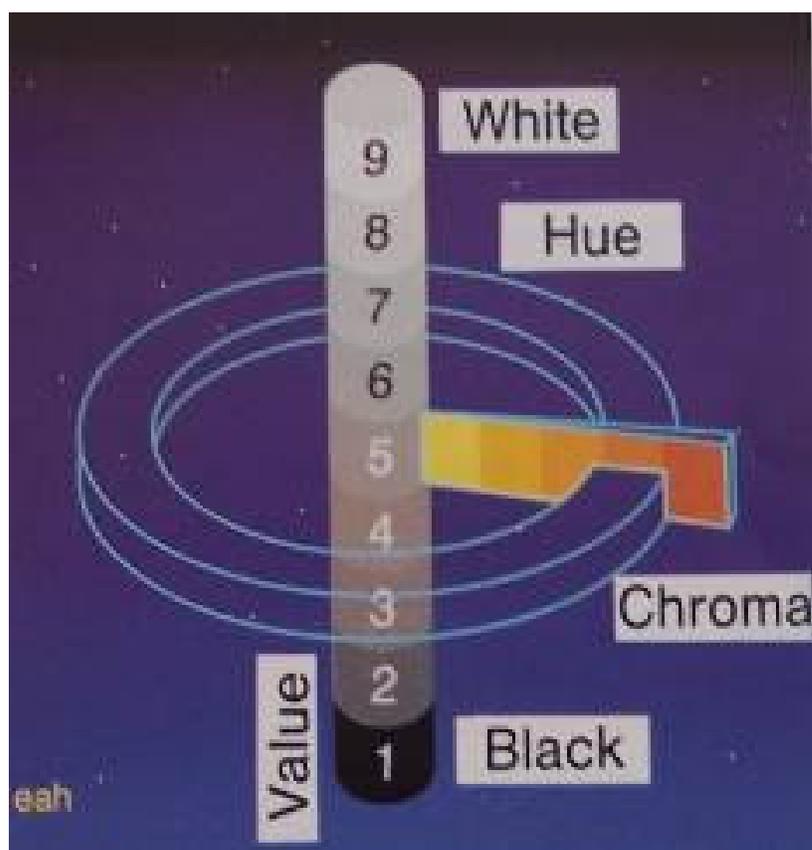


Gráfico 7. Es importante conocer la familia de colores, si estas se pueden mezclar, entonces las características que se deben considerar son el matiz, el valor y el croma.

Tomado de Hegebarth, 1989.

Los colores poseen la propiedad de cambiar la combinación de las tonalidades y su modificación se puede lograr cuando se observan y analizan sus diferencias. De allí que, ver y analizar se convierte en un aprendizaje y una vez alcanzado el conocimiento, el manejo de las técnicas, de la ciencia, del medio, del espacio y del objeto, se estará en condiciones para acercarnos al color que buscamos⁽²⁰⁾.

2.3.1.- Tinte o matiz

Según Munsell, el tinte es una cualidad por lo cual se distingue una familia de colores de otra, es por esto que otros autores coinciden en señalar que es básicamente el color en sí^(15,20,21,22,23).

Preston⁽¹⁶⁾ define el tinte como la cualidad de una sensación que permite a un observador darse cuenta de las distintas longitudes de onda de la energía radiante.

El tinte, matiz o *hue* no es más que una cualidad del color, porque permite diferenciar un color de otro, es lo que da identidad al color^(9,16). Así como también es la primera dimensión del color y la más fácil de entender⁽¹³⁾.(Gráfico 8)

El tinte como bien se ha señalado, se confunde con el color, pero entre ambos existe una diferencia que es la variación de color que produce un único tono. Por ejemplo, el tono rojo puede experimentar variaciones de color dentro de él mismo, es decir, puede ser rojo claro, oscuro, apagado o brillante^(13,17,22,23).



Gráfico 8. El matiz se puede observar en un una pimiento roja fácilmente sin una barrera óptica.

Tomado de Ahmad, 2000.

La naturaleza no proporciona los pigmentos necesarios para describir todos los tonos del espectro. Sin embargo, se disponen de pigmentos producidos por investigaciones y trabajos realizados durante varios años y es esa amplísima oferta que nos coloca ante la tarea de realizar una adecuada selección del mismo para lograr el tono deseado^(16,17,20).

Para realizar gradaciones de tono o tinte, se debe seleccionar un tono base que sirva de punto de partida y otro, como referencia o punto final. Desde luego, esto se realiza en el círculo del color, con el objetivo de mantener una intensidad fuerte durante las transiciones. Por lo tanto, es más sencillo pasar de un tinte primario a otro tinte primario y ello se puede hacer con dos primarios únicamente o con todos los pigmentos disponibles. Por el contrario es muy difícil comenzar con un tinte secundario para llegar a otro tinte secundario^(17,20).

El atractivo del tinte radica en que si se conocen sus posiciones en el círculo cromático y se mezclan apropiadamente con todos los grados intermedios, se podrán obtener las gradaciones de tono deseadas con una intensidad plena⁽¹⁷⁾.

2.3.2.- Valor

El valor, brillo o *value* es la cualidad que relaciona el color con la escala de los grises. En la disciplina odontológica este vocablo se acepta como sinónimo de claro u oscuro, de luminosidad alta o baja y de brillo vivo o apagado⁽¹⁶⁾.

El valor es un término que se usa para describir que tan claro u oscuro parece un color y se refiere a la cantidad de luz percibida. El brillo se puede definir como la cantidad de "oscuridad" que tiene un color, es decir, representa lo claro u oscuro que es un color respecto de su color^(8,17). (Gráfico 9)

El valor crea sensaciones especiales por medio del color. Por ejemplo, porciones de un mismo color con fuertes diferencias de valor definen porciones diferentes en el espacio, mientras que un cambio gradual en el valor de un color (gradación) va a dar sensación de contorno y de continuidad de un objeto en el espacio⁽¹⁷⁾.

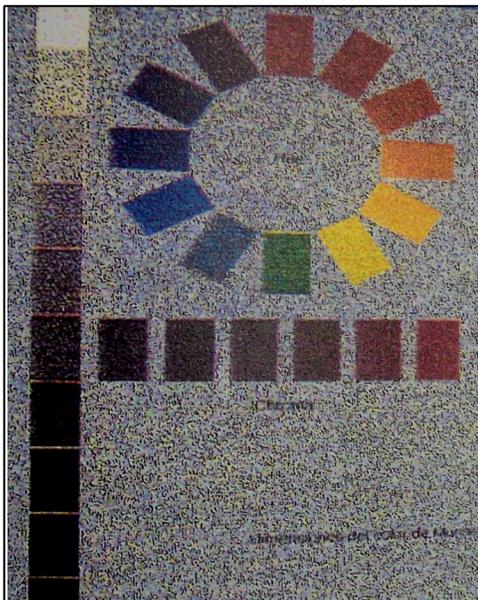


Gráfico 9.- El valor.
Tomado de Preston, 1991.

Esta gradación posee una dimensión difícil de identificar y la misma se debe a que la mayoría de los colores poseen una cantidad de gris, color básico de la escala y cuando se encuentra ausente, significa que se trata de un color puro^(16,17, 20,21,22).

En cuanto a la gradación del color, Munsell describió la cualidad por la cual se distingue un color claro de un color oscuro. El valor de esa distinción es alto cuando se tiene un color muy blanco, luminoso y brillante mientras que, si la apariencia de este color es grisácea, el valor es bajo y es esa relación la que permite concluir que a mayor cantidad de gris, menor será el valor⁽¹⁷⁾. (Gráfico 10)

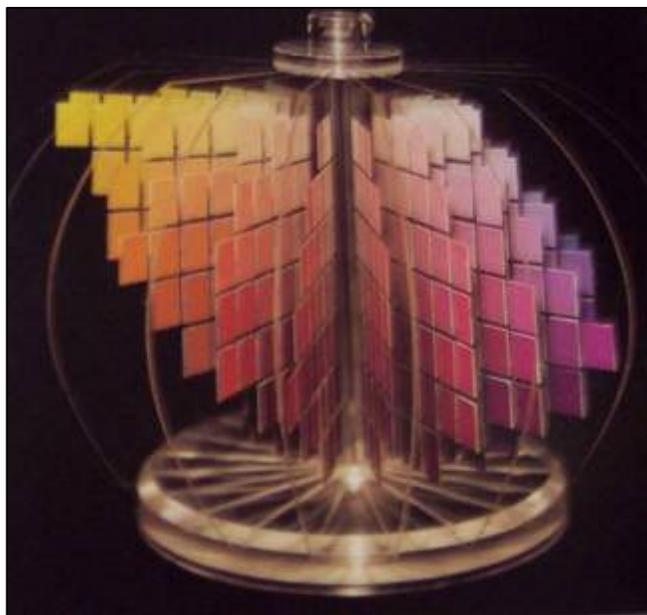


Gráfico 10.- El árbol del color
Es una representación
tridimensional del Sistema de
Munsell.

Tomado de Preston, 1991.

En uno de los extremos de esta gama están el blanco que posee gran brillo o valor y el negro que no tiene nada de luminosidad ni brillo^(9,16). El valor indica las luminancias de un color, es decir, el grado de claridad u oscuridad que posee como cualidad intrínseca. Dentro del círculo cromático, el amarillo es el color de mayor luminancia y el violeta el de menor^(9,16).

Independientemente de los valores propios de los colores, éstos se pueden alterar mediante la adición de blanco que lleva el color a claves o valores de luminancia más altos o de negro que los disminuye^(9,16).

2.3.3.- Croma

Llamamos croma o *chroma* al grado de saturación, pureza e intensidad del color. Este concepto representa la pureza o intensidad de un color particular, la viveza o palidez del mismo y se puede relacionar con el ancho de banda de la luz que estamos visualizando. Los colores puros que se encuentran dentro del espectro están completamente saturados. Un color intenso es muy vivo y cuanto más se satura un color, mayor es la impresión que el objeto se está moviendo^(14,20,22).

Esta última dimensión fue descrita por Munsell como la cualidad en que se distingue un color de otro débil, la desviación de una sensación de color de la del blanco o gris y la intensidad de un tinte distintivo, es en sí la intensidad de color^(14,20,23,24,25).

La intensidad cromática del color está determinada por el grado de pureza del tinte que puede reflejar una superficie. Un color saturado es aquel que se manifiesta con todo su potencial cromático, completo. La presencia o ausencia de color, no afecta al tono, porque éste es constante^(19,24). (Gráfico 11)



Gráfico 11. El croma, se observa en el pimentón como va decreciendo la intensidad y va aumentando la opacidad.

Tomado de Ahmad, 2000

La intensidad se puede controlar de diferentes formas, una, con la adición de un color neutro como blanco, negro o gris y otra, con la de un pigmento complementario^(14,20,24).

En el sistema Munsell se puede observar que cada proyección del color es, en efecto, el centro de la esfera de color y es éste el que adecua el sistema a los procedimientos de combinación de los colores visuales. Las diferencias de valor se ven en proyecciones de color por debajo o por arriba de una proyección dada y las de intensidad están a la izquierda o a la derecha^(9,20,26).

Si se disminuye el croma, el matiz mantiene su color básico y si sucede lo contrario, es decir, un aumento, el croma se verá más fuerte. En conclusión, el croma es inversamente proporcional a la dimensión valor, es decir, a mayores dimensiones de croma, menor valor y a menores dimensiones de croma mayor valor^(20,21,24).

Para eliminar la saturación de un color sin que varíe su valor, hay que mezclarlo con gris, blanco y negro de su mismo valor. Un color intenso como el azul perderá su saturación a medida que se le añada blanco y se convierta

en celeste. Otra forma de eliminar la saturación de un color, es mezclarlo con su complementario, así producir su neutralización^(9,21,24).

De acuerdo con los conceptos descritos, se puede definir un color neutro como aquel en el cual no se percibe con claridad su saturación. La intensidad de un color está determinada por su carácter de claro o apagado^(9,20).

2.4.- Percepción del color

Para la psicología moderna, la interacción con el entorno no sería posible en ausencia de un flujo informativo constante, al que se denomina percepción. La percepción se puede definir como el conjunto de procesos y actividades relacionados con la estimulación que alcanza a los sentidos, mediante los cuales se obtiene información respecto a nuestro hábitat, a las acciones que efectuamos en él y a nuestros propios estados internos⁽⁹⁾.

La percepción del color en sí tiene un aspecto psicológico importante, en donde su apreciación subjetiva constituye una sensación muy particular fraguada en el

cerebro. Por lo tanto, una vez que el ojo humano percibe el color es capaz de transportar dicha imagen al cerebro, el cual será el encargado de elaborar la imagen subjetiva del objeto que posee el color que se ha percibido⁽¹⁶⁾.

Siendo así, la percepción del color implica la llegada de ondas luminosas a los ojos y allí se convierten en impulsos nerviosos que se envían al cerebro para que sean interpretados y produzcan la sensación del color⁽⁹⁾.

Se tiene entonces, que el color de un objeto se va a determinar mediante los siguientes factores: el emisor que vendría siendo la fuente de luz; el objeto que absorbe, transmite, refleja y el que disipa la luz sobre el receptor^(20,22,23).

2.4.1.- Emisor

La subjetividad con que un individuo integra en su cerebro el fenómeno del color va a estar influenciada por sus experiencias, memorias y sentimientos. El ojo percibe el color porque es ese órgano en donde están alojadas millones de células especializadas en detectar las longitudes de onda procedentes de nuestro entorno. Éstas,

principalmente los conos y los bastones, recogen las diferentes partes del espectro de luz solar y las transforman en impulsos eléctricos, que son enviados luego al cerebro a través de los nervios ópticos, siendo éste el encargado de crear la sensación del color⁽⁷⁾. (Gráfico 12)

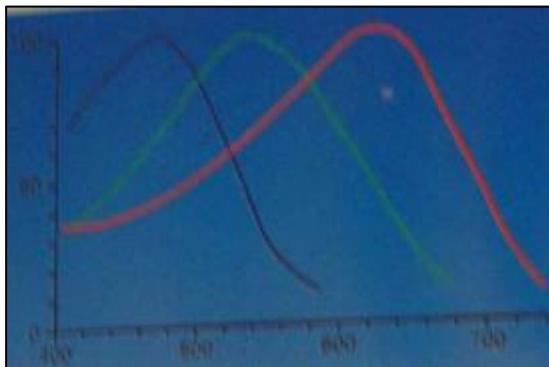


Gráfico 12. Sensibilidad de los conos en la retina.

Tomado de Fischer, 1999.

Cuando no existe energía visible, hay ausencia de color y por lo tanto, no se podrán distinguir los rayos ultravioletas ni los infrarrojos. Desde el punto de vista cuantitativo se tiene que cuando existen ondas inferiores a los 360 nanómetros o superiores a los 760 nanómetros, las células receptoras del ojo no serán capaces de iniciar respuesta visual. Como conclusión se tiene que, la longitud de onda corta visible por el ojo humano, es violeta y las más

larga roja^(3,11).

El agente de conexión de las transmisiones nerviosas que van al cerebro y por tanto, responsable de la visión del color y de la definición espacial, es el cono. Se cree que hay tres tipos de conos que son sensibles a los colores rojo, verde y azul, respectivamente y son poco sensibles a la intensidad de la luz^(27,28).

Otro elemento son los llamados bastones y se les encuentran concentrados en zonas alejadas de la fovea y comparten las terminaciones nerviosas que se dirigen al cerebro. Una cantidad de cerca de 100 millones no son sensibles al color y son mucho más sensibles que los conos a la intensidad luminosa. Esto hace que aporten a la visión del color, aspectos como brillo y el tono y son los responsables de la visión nocturna^(27,28).

Cuando el sistema de conos y bastones de una persona no es el correcto se pueden producir una serie de irregularidades en la apreciación del color, al igual que cuando las partes del cerebro encargadas de procesar estos datos están afectadas. Ésta es la explicación de fenómenos

como el daltonismo, caracterizado porque la persona daltónica no aprecia las gamas de colores en su justa medida, confundiendo los rojos con los verdes^(27,28).

Otro de las variables a considerar es la temperatura del color porque éste proporciona una fuente de luz y aunque se cree que todas las fuentes de luz son blancas, esto no es más que una adaptación que hace nuestro cerebro. Si se colocan distintos tipos de lucernarias, fluorescentes y halógenos juntos, se pueden ver los diferentes colores de las fuentes de luz^(14,20,21,24).

Tanto la temperatura del color como el índice de rendimiento del color son dos factores que se deben considerar para la selección de una fuente de luz. La temperatura se expresa en grados Kelvin ($^{\circ}\text{K}$) y aunque se pudiera pensar que por su apariencia el color rojo pudiera experimentar mayor temperatura, no es así porque en realidad esa condición está reservada al color blanco. En cuanto al índice del color, la escala se ubica entre 0 y 100 y de esta manera se indica cuan bueno es el rendimiento de un color en particular en comparación a un estándar específico^(27,28).

Estas especificaciones sirven para mostrar que todos los colores iluminan y tienen la particularidad que cada una de las fuentes de luz que alimentan a los colores, los hace aparecer de un color distinto. De esta manera tenemos la unidad de medida, el grado Kelvin ($^{\circ}\text{K}$), se toma como un patrón internacional, éste coloca la luz del día perfecta, en unos 5500°K y se calcula 273°C ($^{\circ}\text{C} = ^{\circ}\text{K} - 273$), por lo tanto los colores aparecen al calentar un cuerpo, según su composición y dependiendo de la temperatura que alcance se irradia a unos u otros colores^(5,14,20,21,24).

La luz natural tiene una alta temperatura de color, mientras que la luz artificial tiene una baja temperatura de color^(20,22). La luz producida por lámparas fluorescentes es luz blanca y bien distribuida. Sin embargo, de acuerdo con la escala de grados Kelvin, existen tres tipos de blanco: cálido (3000°K), estándar (4000°K) y la de día (6500°K)^(5,21).

Para concluir, se tiene que se puede percibir, aproximadamente el, 85% de su experiencia vital a través de la vista, porcentaje suficientemente válido para mostrar la función protagónica de la visión en la percepción del color⁽⁹⁾.

2.4.2.- Receptor

El objeto es un elemento determinante para la recepción del color porque es capaz de modificarla. Cuando la luz incide sobre un determinado objeto, se produce una onda que lo refleja. Si se trata de un cuerpo de color rojo, éste absorbe las longitudes de ondas menos la roja, que es la que transmite y por ende el objeto se percibe de color rojo. Los objetos de color negro absorben todas las longitudes de ondas y el color blanco no absorbe ninguna^(10,18).

Los objetos actúan como reflectores y como transmisores de luz. Lo primero ocurre cuando al entrar en contacto con la luz, desvían los rayos lumínicos que inciden sobre su superficie y producen opacidad, porque no dejan pasar la luz por su interior. Si el objeto es transparente y deja pasar luz a través de él, se produce un fenómeno diferente, porque actúa como agente de transmisión^(11,14,24). En ese sentido se puede decir que la incidencia de la luz sobre un objeto opaco o transparente, produce una determinada sensación que genera una imagen-color^(14,28).

La textura y la forma del objeto, influyen en el color que presenta el mismo. Por lo tanto, su apariencia final va

a depender de su forma, textura, curvas y brillo. Por ello se encuentra que de acuerdo con la textura que tenga la superficie de un objeto, podrá irradiar brillo o por el contrario, una apariencia opaca o mate^(21,24).

Si la forma es curva, hay alto brillo por la reflexión de la luz en su parte lisa. En las superficies lisas el cono de reflexión es angosto por eso tiene más brillo y en las rugosas, el cono de reflexión es más ancho y produce diferentes ángulos de reflexión, todo lo cual hace que el objeto se perciba más opaco y con menos brillo^(21,24).

Si aumenta la rugosidad, se reflejarán algunos segmentos individuales del rayo de luz en ángulos, los cuales proyectarán ciertas diferencias y el brillo será menor; si se tiene un cuerpo que es irregular, opaco y de superficie rugosa en su totalidad, los rayos de luz que se reflejen se dirigirán en varias direcciones^(21,24).

2.5.- Interpretación del color

2.5.1.- Contraste

Una de las características del color es su capacidad de ser modificado por agentes físicos, naturales y

sensoriales. Entre los factores físicos está el entorno asociado a un objeto, ambiente o espacio. Como muestra se puede señalar que, un mismo color sobre fondos distintos, se puede percibir como colores diferentes o si se da el caso, dos colores distintos sobre fondos distintos, pueden aparecer como similares⁽²⁸⁾.

En líneas generales, se puede sostener que, factores diametralmente opuestos proporcionan mayores contrastes, por ejemplo frío/caliente, grande/pequeño o negro/blanco y en el caso de colores definidos, ocurre lo mismo. Esos contrastes se pueden captar cuando los colores que se encuentran en una posición completamente opuesta, se colocan de manera alineada en una rueda de color (o sea, los que se sitúan a 180° el uno del otro) ^(27,28). (Gráfico 13)

El máximo contraste que se establece en la escala de colores es claro y oscuro, es decir, negro y blanco. Sin embargo, el contraste entre el azul y el amarillo es tan evidente que se utiliza como señal para llamar la atención sobre algo o para hacer alguna advertencia⁽¹²⁾.

La diferencia básica entre un contraste claro/oscuro y

uno complementario se puede observar cuando se coloca un texto de color verde en un fondo rojo, el contraste claro/oscuro es tan pequeño que resulta muy difícil leer el texto^(27,28).

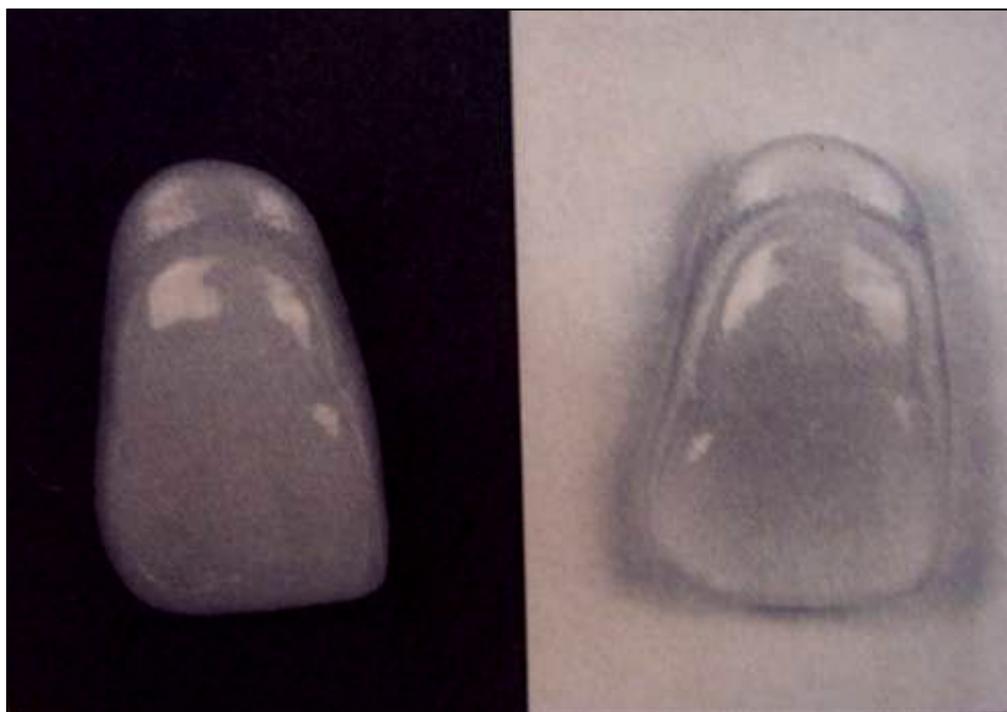


Gráfico 13. Se observa el contraste que existe entre el blanco y el negro. *Tomado de Ahmad, 2000.*

En la rueda de color se puede ver que los colores cálidos se encuentran en el semicírculo de los tonos amarillo-naranja-rojo, mientras que los colores fríos se encuentran en el semicírculo de los tonos verde-azul-púrpura. Por tanto, el contraste en términos de frío y cálido

está relacionado con un contraste complementario, porque se puede ordenar el color cálido con el color frío que se encuentra justamente al otro lado. El contraste de tipo frío o cálido está muy relacionado con las emociones y se dirige al observador a través de sus sentimientos. De esta manera se crea una asociación directa con las emociones como sucede con la relación de contraste existente entre calor y frío, pesado y ligero o relajado y activo^(27,28).

El contraste complementario se produce cuando se yuxtaponen dos colores que se encuentran en lados opuestos en la rueda de color. Se dice que si se mezclan dos colores complementarios, al final siempre se consigue una tonalidad de gris, puesto que los colores se disuelven entre sí^(27,28).

Cuando se usa el término contraste hay que distinguir entre las dos definiciones que se le asignan: en un sentido se usa para calificar cantidades distintas de luz por parte de dos áreas y en otro, para referir al efecto que se produce cuando dos colores se perciben diferentes. En el primer caso se refiere a contrastes físicos y en el segundo, a contrastes perceptivos^(12,27,28).

En el contraste perceptivo influyen el estado de adaptación del observador, la naturaleza de los contornos existentes entre áreas adyacentes, la relación entre las áreas adyacentes, tamaño o frecuencia espacial del estímulo^(10,12). De allí que, cuando se fija la mirada a un estímulo de tipo cromático se produce un contraste sucesivo con una postimagen determinada por el color complementario. No obstante, cuando se usa un complementario de un color se pueden producir efectos cromáticos antinaturales^(27,28).(Gráfico 14)



Gráfico 14. Se observa el objeto con diferentes colores de fondo.

Tomado de Ahmad, 2000.

Un buen ejemplo es aquello que ocurre cuando se fija la mirada en una mancha azul durante un minuto y después se pasa la mirada a una superficie amarilla. Hecho el ejercicio, se observa que la superficie aparece

excesivamente saturada y ello se debe a que la postimagen de la mancha azul (amarilla) se ha proyectado en la superficie amarilla. De tal manera que, cuando una inspección de la mancha azul fatiga a los receptores que normalmente son los mediadores de una sensación azul, resulta una postimagen amarilla y si luego se dirige la mirada hacia una superficie amarilla, la mezcla aditiva de la postimagen amarilla y la superficie amarilla hacen que la superficie amarilla aparezca más saturada de lo normal^(27,28).

Ahora bien, esa postimagen se debe a que los efectos cromáticos del estímulo visual, pueden persistir después de su terminación física^(27,28).

2.5.2.- Adaptación del color

El fenómeno de la iluminación se percibe de distintas maneras porque está compuesto de diferentes intensidades espectrales. Cuando el sol se encuentra cerca de un horizonte de color rojo, efecto característico del ocaso solar que se produce durante las horas de la tarde, predominan las ondas de longitud larga. Por el contrario, cuando se observa el cielo cargado, sobre todo durante los

días de verano, las ondas cortas son dominantes^(7,27).

De modo que las diferentes intensidades espectrales, producen diferentes tipos de luz. Bajo el efecto de la luz del día, del tiempo y de la posición del sol se presentan diferentes tipos de luz. Lo mismo sucede si la fuente de luz es artificial. Por ejemplo, si es cálida, predominan las ondas largas y si proviene de una lámpara de neón, la luz que se emite es fría y las ondas predominantes provienen de una onda corta^(7,27).

De lo dicho se deduce que la emisión del color está en relación directa con las fuentes de luz y es ésta a su vez, la que hace posible que los colores tengan un grado de temperatura perceptible no al tacto, sino en la psiquis del espectador por el grado de aceptación o rechazo que causa en la persona^(27,28).

2.5.3.- Temperatura psicológica del color

Se acepta que cada persona tiene sus propias ideas sobre el color, de allí el grado o desagrado que se pueda despertar o sentir hacia un determinado color. Por ello es común escuchar que existen ambientes fríos o cálidos,

alegres o tristes. Una habitación pintada de azul no produce el mismo efecto que otra pintada de negro^(18,27,28,29).

Los colores cálidos se consideran estimulantes, alegres y hasta excitantes y entre estos se ubican el amarillo, el anaranjado y el rojo. Los fríos se llaman así, porque dan tranquilidad y actúan en algunos casos como sedantes y en otros como deprimentes. Entre los colores fríos están los vinculados a la naturaleza como el azul, el verde, etc^(21,27,28,29).

Esa calificación de colores en base a la temperatura, produce una cuantificación en términos de grados y es uno de los aportes del científico británico Kelvin, aludido en párrafos anteriores⁽²⁸⁾.

2.5.4. Fenómeno del metamerismo

El metamerismo es la denominación que se le asigna al fenómeno que ocurre cuando dos colores se ven iguales bajo la misma fuente de luz, pero se ven diferentes bajo otra. Para evaluarlo, se mide la diferencia de color entre la muestra que parece ser igual bajo un iluminante y donde el color parece ser diferente. Ese efecto se ve

condicionado por la capacidad de reflexión, refracción, transmisión y absorción de la luz que presentan algunas estructuras una vez iluminadas^(16,18,30).

Está conectado firmemente con la opinión del color asociada a los mecanismos de la visión humana. Para entender este fenómeno se debe recordar que la especificación del color está determinada por la radiación espectral de la luz que pulsa la retina del ojo humano. El cálculo de las coordenadas del color se define matemáticamente^(15,16,18,19,20,21,23,24,25,30,31,32).

En ambos casos se dice que hay una correspondencia cromática en donde dos muestras de color parecen ser iguales bajo una iluminación, pero no bajo otra. Además, existe el metamerismo geométrico o el metamerismo del observador^(15,16,30). Para calificarlo de una u otra manera, conviene comparar los colores bajo los efectos de la luz habitual, es decir, el tipo de efectos de la luz diurna porque las radiaciones lumínicas que producen las lámparas incandescentes, las lámparas fluorescentes y la propia luz solar son totalmente distintas entre sí^(16,30).

2.6.- Efecto psicológico del color en el ser humano

Es importante destacar la influencia que ejerce la familiaridad o el conocimiento del color aparente sobre el color de un objeto y los efectos que produce esa experiencia pasada sobre el color está íntimamente relacionada con la memoria que se tenga sobre los colores⁽²⁷⁾.

Duncker⁽²⁷⁾, en 1939, señaló que la experiencia anterior con respecto a algunos objetos asociados con ciertas formas, influían en su color aparente. Para llegar a ese postulado, realizó un estudio que le permitió verificar que las igualaciones del color en cada estímulo, eran diferentes y reflejaban el mismo color. De esa manera destacó la asociación previa que existía entre el color y en la forma del objeto, la cual ejerció un efecto apreciable sobre el color particular que se percibía.

Cuando se observan varios colores se pueden sentir fuertes emociones como la tranquilidad y la buena concentración que se puede conseguir en un ambiente de color azul, dado que éste es catalogado como sedativo y

frío además que se asocia al cielo y al agua , por lo tanto, sugiere serenidad, paz, es refrescante, tranquilizador, llena de lealtad y confianza, el aspecto negativo de este rayo es la tristeza. El azul índigo se le conoce como espíritu del poder y da sensación de pureza^(10,27).

Con el amarillo ocurre algo distinto; es el color que se relaciona con el sol y por eso, está asociado a la luz radiante, a la alegría y al estímulo, favorece la claridad mental, los procesos lógicos y mejora el razonamiento, el amarillo pálido da un efecto favorable para alcanzar una mente clara. En cuanto al rojo, este se relaciona con el fuego y sugiere calor y excitación, da valor y fuerza es por ello que se le identifica con el color de la vida y de la energía. El naranja, mezcla de amarillo y rojo tiene las cualidades de estos, aunque en menor grado, este refleja utilidad, movimiento, actividad, alegría, bienestar y creatividad, de allí que sea un buen color para superar la debilidad mental sobre todo porque puede ayudar a salir de la depresión, a liberar frustraciones y miedos^(8,10,27,28).

El color verde es fresco, tranquilo y reconfortante, beneficia el sistema nervioso, ayuda a la relajación y al

desprendimiento de los problemas. El violeta es madurez y en un matiz claro expresa delicadeza, lleva a todo lo que es espiritual y hermoso, purifica y limpia. En estos seis colores se comprenden toda la enorme variedad de matices que se puede obtener por las mezclas entre ellos y también por la de cada uno con el blanco y el negro. El blanco es pureza; el negro, tristeza y duelo; el gris, resignación; el pardo, madurez; el oro, riqueza y opulencia y el plata, nobleza y distinción^(10,27,28).

De acuerdo a los autores si se mezcla el rojo con el negro, se siente un poder físico; si la mezcla es con rosado, el poder es de carácter social; el negro mezclado con amarillo da poder intelectual y además se relaciona con el misterio y lo desconocido, el marrón se asocia con cosas sólidas, seguras y permanentes y si se lleva ese color ayuda a la practicidad. El gris es el color de la renunciación, pero también se le asocia con el miedo e impide a muchas personas manifestar su verdadero yo, es por eso que en un día gris nos podemos sentir abatidos, deprimidos, sin embargo el gris claro da sensación de serenidad, tranquilidad y actúa como sedativo, a diferencia del gris oscuro^(8,10,27,28).

Algunos autores destacan la importancia que tiene la interpretación del color para la vida de los seres humanos al igual que el efecto psicológico que ejercen sobre ellos. A continuación se señalará algunos de los efectos que produce la combinaciones de colores en las personas^(10,28).

Una selección cuidadosa de los colores revela que el espacio y el ambiente están inspirados tanto en sus características físicas como en el entorno natural. De modo que, para lograr que los ojos del espectador reciban el color deseado hay que tomar en cuenta otros elementos como la forma, la superficie, las entradas y las salidas de la luz, en fin, elementos que inciden en la percepción del color⁽²⁷⁾.

3.- Influencia de la luz y el color dentro del diseño de un consultorio especializado en el área de la odontología estética

Uno de los requerimientos primordiales de un consultorio dental es la iluminación. En este aspecto, el especialista no debe escatimar esfuerzos para lograr un ambiente con una iluminación prácticamente ideal, es decir, capaz de ofrecer al personal que labora en él como a los

materiales que estén presentes en él, las condiciones que permitan una agradable y exacta apreciación tanto de un color como de todo en general. El cometido que debe llevar a cabo el especialista, presupone considerables inversiones para adecuar el consultorio a los altos niveles de la odontología estética^(8,32).

La influencia de la luz y el color obliga a analizar la percepción del ambiente de un consultorio odontológico especializado en el área de odontología estética, para conocer si reúne condiciones capaces de producir efectos tranquilizantes y terapéuticos en los pacientes que solicitan o requieren atención dental^(32,33).

En ese sentido es necesario recurrir a otras disciplinas como la física, porque ayuda al conocimiento de la naturaleza de la luz y del color; a la psicología porque permite conocer el efecto psicológico que produce el color en las personas; al diseño para una buena disposición de los materiales y los efectos de las superficies con relación a la luz y a las normas y exigencias que debe cumplir un establecimiento de salud, para garantizar la seguridad, la privacidad del paciente para que éste disfrute de un servicio

caracterizado por la excelencia ya que debe tener una alta calidad para responder los requerimientos de los usuarios⁽³⁴⁾.

Así tenemos que las características del ambiente físico pueden influenciar directamente en el comportamiento y en el bienestar del usuario y sus características psicológicas e individuales pueden llegar a modificar la percepción del mismo y la evaluación ambiental. En esto último influye la experiencia adquirida del medio social y cultural, las actitudes y las destrezas específicas del ambiente social en que se desenvuelve, lo cual condiciona las interrelaciones ambientales^(33,34).

Algunas de las características del ambiente que se deben considerar cuando se plantea un determinado proyecto de diseño para adaptarlo a las necesidades del usuario, son las siguientes: el ruido, la iluminación, la temperatura, la calidad del aire, el color a utilizar en las paredes, techo, piso, etc., el equipo, el mobiliario y la privacidad. Si alguna de ellas no llega a su entera satisfacción, pueden causar en los pacientes un poco de tensión, inconformidad e insatisfacción⁽³⁴⁾.

Los pacientes que asisten a la consulta por razones restauradoras tienen una alta expectativa y la percepción sobre sus necesidades y su reflexión, influyen en lo que se denomina el ambiente. Ahora bien, dado que el ambiente es un principio activo y como tal, influye en las personas condicionándolas en su comportamiento, por esta razón, el diseño de una clínica odontológica debe reunir, además, otras condiciones para crear un ambiente placentero para evitar el miedo y los efectos desagradables que causa en el paciente la separación de la vida diaria^(33,34).

Como se sabe, en los espacios fríos, las luces fluorescentes y las paredes blancas se consideraban hasta hace algunos años, elementos integrantes del aspecto habitual de los consultorios. Sin embargo, las exigencias actuales han dado paso a novedosos cambios sobre todo, al uso de colores más cálidos en los proyectos arquitectónicos destinados al área de salud, tanto para hacer grata la estadía del paciente, como para hacer eficiente el trabajo del personal especializado que trabaja en él. No se trata de lujos, sino de pequeños detalles que, según numerosos trabajos, repercuten positivamente en el estado del paciente⁽³⁵⁾.

3.1.- Definición de consultorio odontológico

Se dice que un consultorio dental es una pequeña empresa que presta servicio a la comunidad, por lo tanto, se debe adecuar a las necesidades de sus funciones⁽³⁶⁾.

Existen diferentes tipos de consultorios, como son (1) el consultorio individual, donde el especialista atiende a sus pacientes en su consultorio y con instalaciones propias, (2) el consultorio común donde varios especialistas utilizan consultorios e instalaciones comunes y (3) el consultorio en comunidad que consiste en locales e instalaciones comunes. Cada uno de ellos reúne características particulares que se deben tomar en cuenta para analizar la fuente y el manejo de la luz y del color⁽³⁷⁾.

Otros autores clasifican a cada espacio físico de un consultorio odontológico según su función y el ambiente, desde esta perspectiva se tiene: (1) ambiente primario donde está la unidad odontológica; (2) ambiente secundario correspondiente al cuarto de revelado, de faena, al laboratorio, a la oficina odontológica, a la sala de espera y a la secretaría y (3) el ambiente de servicio, es decir, depósitos y sanitarios^(37,38,39).

Desde el punto de vista estructural, el consultorio odontológico debe estar dotado de una sala de trabajo, un laboratorio, una sala de empleados, una sala de espera, un cuarto de rayos X y un cuarto de revelado^(12,13) y cada una de estas salas deberían tener ciertas características particulares en cuanto a iluminación y color^(37,38).

Por ello, todas estas áreas requieren del análisis previo de una serie de factores que influyen sobre el desenvolvimiento de la actividad profesional^(8,36).

Existen ciertos interrogantes que se deben satisfacer como: saber donde estará ubicado el consultorio, su tamaño, el tipo de luz, la decoración de las paredes, el color del mobiliario, etc., que permitirán al especialista de la estética, tener una real aproximación del espacio y de sus requerimientos, de manera global^(8,36).

La sala operatoria, será aquella donde estará ubicado el sillón dental. La recepción es el espacio destinado a la estancia de los pacientes junto con el personal respectivo. Un laboratorio, que vendría siendo el área donde se realizan los trabajos del laboratorio, junto con la esterilización y el

revelado de las radiografías. El depósito es el área destinada al almacenamiento de materiales. Las instalaciones sanitarias y la oficina del odontólogo^(8,36).

El diseño en sí de un consultorio se realiza según sus necesidades futuras. En este punto conviene determinar el número de unidades que estarán en funcionamiento, es decir, las salas operatorias. Ello facilita la determinación del tamaño apropiado para dichas salas y una vez definida esa cantidad, se tomarán en cuenta sus necesidades^(8,36).

En cuanto a las dimensiones, este requerimiento estará a cargo de los arquitectos, los técnicos y el personal calificado en ese tipo de actividad^(8,36).

3.2.- Importancia del diseño interior en el consultorio especializado en el área de la odontología estética

El diseño interior de un consultorio lleva implícita la idea de la distribución del espacio, el manejo adecuado de la luz y la utilización del color en las paredes y los techos, así como, de muebles y equipos de cada uno de los ambientes que integran, tanto la parte clínica como social del consultorio^(8,37).

Un buen diseño de un consultorio, hace placentero el ambiente para el odontólogo y todos sus miembros, también tiene la energía de relajar a sus pacientes⁽³²⁾.

La decoración interior es un factor clave ya que tiene influencia en la salud física y emocional. Requiere del conocimiento extenso del área para que los espacios sean bien distribuidos y para que los volúmenes alcancen las especificaciones apropiadas para los fines, es decir, como los mobiliarios, etc⁽³²⁾.

De tal manera que la actividad de diseñar es en si misma, muy provechosa y por ello se le considera un medio de realización, una herramienta que se utiliza para obtener armonía y beneficio de un espacio⁽³²⁾.

En ese sentido se puede decir que el diseño persigue los siguientes objetivos: (1) unificar elementos, (2) eliminar las brechas existentes entre objetos y personas, (3) facilitar la adaptación del hombre a su entorno físico, (4) reducir los costos de creación, (5) incrementar seguridad de interacción entre gente y ambiente, (6) uso eficiente de objetos, (7)

ahorrar tiempo y material y (8) actuar como medio para mejorar la comunicación⁽⁹⁾.

Cumplidos los objetivos, se desarrollará un proceso armonioso entre el espacio y se producirá el ambiente adecuado con efectos favorables al usuario⁽⁹⁾.

En el caso del diseño de un consultorio odontológico es necesario conocer las necesidades del mismo, la autenticidad del producto que se aspira lograr, el servicio que se va a ofrecer y la forma en que se relacionarán los usuarios, que en dicho caso son pacientes⁽⁹⁾.

Para comenzar hay que hacer una adecuada evaluación del espacio, de la forma y de las ideas que en conjunto se va a utilizar para que combinen eficiencia y funcionalidad. Hecho esto, se reproduce la planta física en un plano para representar cada una de las necesidades y se hace la distribución de las instalaciones^(8,9). De esa manera se podrán instalar el mobiliario y los equipos necesarios en dimensiones adecuadas para satisfacer las necesidades del odontólogo, del paciente, del asistente, de la secretaria y de la totalidad del personal⁽³⁶⁾.

Dentro del mobiliario cuentan las sillas del operador, del asistente dental y el sillón de trabajo. La silla del operador debe cumplir con ciertos requisitos: debe ser de fácil desplazamiento y estar dotada de suficiente fijación de acuerdo con las necesidades operatorias. Además, debe ser amplia y sólida, con asiento confortable y cómodo, debe girar con facilidad y poseer un sistema que regule la altura^(36,40).

La silla del asistente debe ser similar a la del operador pero, tomando en cuenta que la altura de trabajo del asistente es de 10 cms. mayor que la del operador, el sillón de trabajo debe tener una superficie cómoda y con una curvatura anatómica que le permita la sustentación adecuada al paciente^(36,40).

3.3.- Tipos y ubicación de la iluminación recomendada para un consultorio especializado en el área de la odontología estética

Existen varios tipos de iluminación que se utilizan en el diseño interior. Entre éstos cuentan la iluminación fluorescente producida por la estimulación eléctrica del gas y se caracteriza por ser blanca y estar bien distribuida. Otro

tipo de iluminación es la incandescente y se produce por la estimulación eléctrica de un filamento metálico, es amarilla y de menor intensidad. La luz natural es la que se recibe a través de un tragaluz o una ventana; este tipo de iluminación es variable dependiendo de la hora del día, del tamaño, de la forma, la posición y el color de las ventanas y de otros factores como cortinas, persianas, etc^(8,9).

Básicamente, la iluminación tiene dos usos básicos. Uno general que incluye la iluminación del techo, la concentrada y la perimetral, ésta se encuentra en la pared o techo. Otro, la iluminación direccional que se logra con lámparas portátiles, colgantes, dirigibles o de mesa y los factores claves en esta iluminación son la cantidad y la dirección de la luz sobre la superficie de trabajo^(8,9).

Los consultorios necesitan de una iluminación balanceada, por lo tanto, debe contar con ambos tipos. Se necesita colocar lámparas en el techo, porque un techo luminoso proyecta menos sombras, lo cual es excelente para estas áreas. Dada la gran calidad de la luz natural se

debería utilizar para áreas de trabajo siempre que sea posible^(8,9).

Dentro del espacio interior, existen modificadores de la luz artificial y natural, estos son mecánicos como los difusores, la pantalla, el lente, el reflector y de superficie, como el color, la superficie, absorción y reflexión^(8,9,32,37).

Es importante señalar que la cantidad y calidad de luz pueden afectar la emoción, la productividad y la concentración de las personas^(8,9,37,38) (Gráfico 15)

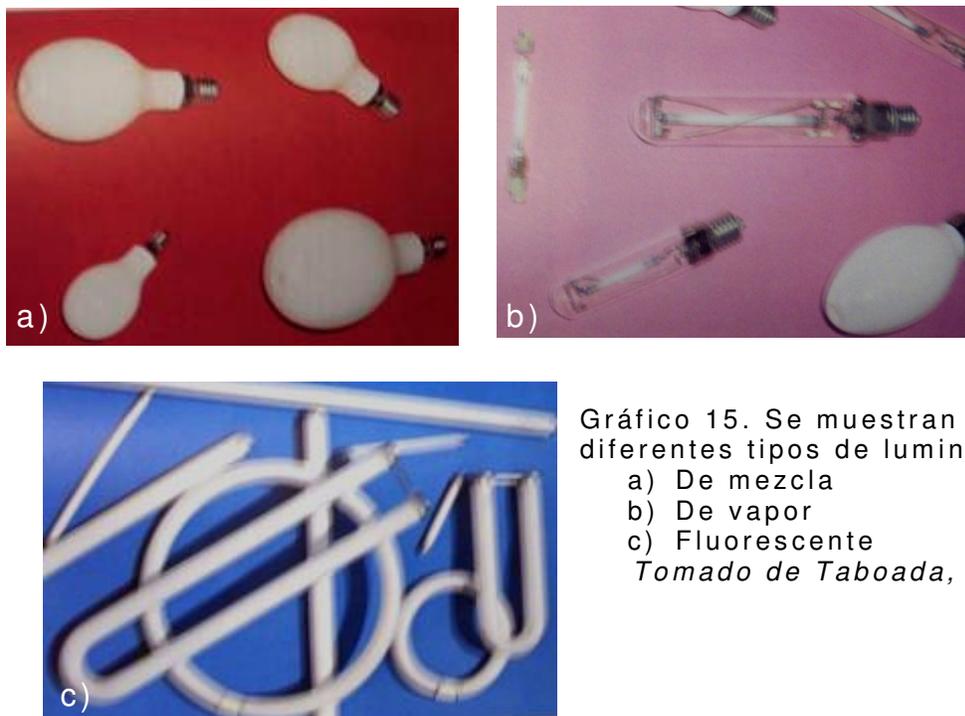


Gráfico 15. Se muestran diferentes tipos de luminarias
a) De mezcla
b) De vapor
c) Fluorescente
Tomado de Taboada, 1983.

El alumbrado consiste en la producción de un nivel medio de iluminación general y requiere de la disposición de medios de iluminación en aquellos puestos específicos de trabajo. Para el cálculo de un alumbrado interior hay que tomar en cuenta el tipo de actividad que se va a desarrollar, las dimensiones espaciales y volumétricas del mobiliario y las características físicas del local a iluminar^(32,45,46).

La luz directa sobre una superficie ubicada a 30,48 cms (1 pie) de distancia de una vela tamaño estándar, es un lux y de acuerdo con esa medición, el nivel de luz recomendable para lograr una adecuada iluminación en un consultorio odontológico es de 2500 luxes^(8,9).

El número de puntos de luz necesario se conoce gracias al flujo luminoso total necesario, a la altura donde se ubican las lámparas y la distancia entre cada una de ellas^(32,45,46).

La escogencia del tipo de luminaria se hace tomando en cuenta que, hasta una distancia de 4 metros, la luminaria es de tipo extensiva y se logra cuando la altura del suelo al techo es menor o igual a 4 metros^(32,45,46).

Ejemplo del tipo de alumbrado ideal para un consultorio odontológico:⁽⁴⁵⁾

Área del local: 40 mts²

Altura del local: 2,40 mts.

Color del techo: blanco

Color de las paredes: blanco, beige, gris claro

Tipo de lámpara: blanca como la luz del día

Tipo de lámpara para la sala de espera: blanco neutral o blanco cálido

Para concluir, señalamos que la iluminación del área de recepción debe ser natural ligera, complementada con luminarias decorativas; la del área de trabajo, además de natural, necesita de luminarias para que den efectos de iluminación mas acentuada^(45,46) .

3.4.- Utilización adecuada de los colores circundantes dentro del consultorio especializado en el área de la odontología estética

El color no es una abstracción y para lograr una selección adecuada del mismo hay que tomar en consideración varios factores como lo son el espacio, la proporción, la iluminación y las texturas^(8,9,37,42) .

Los colores claros, producen una sensación de amplitud y claridad por lo cual se recomienda el uso de los tonos pastel y neutros para los consultorios odontológicos; en cuanto a los colores cálidos no se recomiendan porque resultan un poco enérgicos en el área de trabajo^(40,42) .

En cuanto a las zonas de paso y de espera, espacios frecuentados por tiempo limitado, se recomienda pintarlos con colores brillantes ya que elevan el ánimo^(8,9,40,42) .

Cuando se hace la selección de color adecuada, el consultorio pasa a ser un ambiente de paz y tranquilidad, refleja la profesionalidad y calidad del odontólogo y aminora la angustia que genera para algunos pacientes la visita a un odontólogo^(8,9,40,42).

Para lograr que la luz natural penetre en todos los espacios, se pueden utilizar ventanas de vidrio que parecen descender del cielo hasta caer suavemente sobre la superficie de un piso para dar amplitud; así mismo las ventanas son superficies vivas que reflejan con sombras y colores los movimientos de las personas dentro del espacio^(8,10,41,42).

La influencia que ejercen los colores sobre el cuerpo ha sido utilizada por terapeutas que trataron ya a sus pacientes con la ayuda de los colores^(10,42).

Estudios realizados en consultorios odontológicos, ponen de manifiesto que la percepción visual del paciente determina la aceptación o el rechazo hacia algunos ambientes. La predilección por ciertos espacios, se debe a que éstos ofrecen condiciones favorables gracias a que el

diseño del mismo se hizo tomando en cuenta al conjunto de elementos que lo conforman con el fin de generar mayores ventajas para la realización de un eficiente tratamiento del paciente por parte del odontólogo⁽⁴⁰⁾.

El diseño logró la adecuada ubicación de los gabinetes en áreas cercanas al sillón dental y a las de trabajo para crear un efecto favorable a la comunicación del odontólogo con el personal auxiliar⁽⁴⁰⁾.

El uso del color en el mejor de los casos, es una ciencia inexacta y los estudios se han centrado en el análisis del efecto que produce en los seres humanos a nivel fisiológico como psicológico. Las tonalidades muy saturadas que se utilizaron como muestras no lograron que se obtuviera el color sutil que se buscaba para la mayoría de las situaciones deseadas, particularmente las que se producen en el ambiente de un consultorio odontológico⁽³²⁾.

Las tonalidades, el valor (brillo-opaco), la intensidad (claro-oscuro), las combinaciones (contraste alto o bajo, complementario o análogo), la textura (luz que refleja o luz que absorbe) y el ángulo de los colores, producen los

siguientes efectos:

- El azul, azul verdoso y verde generan calma, bienestar y ayuda a bajar la tensión arterial,
- El rojo y naranja aumentan la presión arterial, aceleran el pulso y provocan ansiedad. Se recomienda para restaurantes pero no para un consultorio odontológico,
- El amarillo provoca un aumento en la atención y actúa como estimulante mental⁽³²⁾.

Albert Einstein estudió la relación entre la energía y la materia y no debería sorprendernos que las longitudes de ondas emitidas por los colores tengan efectos psíquicos y físicos^(10,40,41,42).

La luz natural o luz de día, compuesta armoniosamente por todos los colores, ejerce efectos vivificantes sobre todos los seres los cuales para mantenerse en buen estado, necesitan de luz⁽⁴²⁾. También se conoce que la luz solar

actúa como un agente terapéutico, un bactericida y que las superficies iluminadas con sus rayos son rápidamente liberadas de los microorganismos que podrían contener^(10,32,40,41,42).

A continuación se presenta una propuesta de un consultorio odontológico especializado en el área de odontología estética. (Gráfico 16)

Gráfico 16: Diseño de consultorio odontológico.

Planta de 120 mts²

Luz natural a través de ventanas dentro de cada sala de trabajo.

Se recomienda el uso de iluminación frontal, uniforme. El uso de luminarias en el techo. Los colores recomendados tanto en paredes, sillas de trabajo, mobiliario: color azul ya que está catalogado como sedativo y tranquilizante, el color amarillo claro se relaciona con la alegría, el color verde es fresco, tranquilo y ayuda a la relajación, el color blanco es pureza y el color gris claro refleja tranquilidad. El color para el techo se recomienda que sea de color blanco.

El área del consultorio se divide en sala de espera y secretaria, oficina odontológica, laboratorio, cuarto de rayos x, sala de empleados y el ambiente de servicio.

Realizado por Arq. Ana Amelia Sanz Guardia y Arq. José Alberto Guerrero, 2006.

III.-DISCUSIÓN

La luz se considera una corriente de partículas emitidas por una fuente luminosa que luego estimula el sentido de la visión al entrar al ojo. La luz rodea los bordes de los objetos y eso hace difícil la observación de los diferentes tipos de longitudes de ondas^(1,2,3,4,5,6,7).

En estudios realizados acerca de las ondas, se observó que la energía se puede transportar de un lugar a otro de dos maneras básicas: una mediante partículas y otra mediante ondas. Las partículas pueden transportar energía como sucede en una avalancha y las ondas pueden transmitir energía a lo largo de las grandes distancias^(41,2,3,4,5,6,7,8,9,10).

Todos los cuerpos iluminados son capaces de devolver una parte considerable de la luz que reciben. Unas veces la luz se encuentra dispersa en todas las direcciones y en otros casos ocurre lo contrario, es decir, un haz luminoso paralelo que incide sobre una superficie plana^(1,2,3,4,5,6,7,8).

Existen dos tipos de luz: la natural y la artificial. La primera se recibe a través de un tragaluz o de una ventana

y su efectividad varía de acuerdo con varios factores; la segunda es aquella que se produce por la estimulación eléctrica^(8,9).

Ahora bien, el color nace como bien sabemos de la luz, si ésta no existiera, evidentemente no existiría el color por lo cual, siempre que la luz está presente, hay color. De manera que cuando vemos un determinado color es porque actúan dos componentes diferentes de la luz, que son el reflejo y la absorción^(9,10).

El color tiene tres dimensiones que son: el matiz que indica que es el color en sí, el croma que se refiere a la pureza y fortaleza del matiz y el valor que es el índice de luminosidad u opacidad. Algunos autores señalan que el círculo cromático muestra muy claramente las verdaderas relaciones entre los colores^(9,10,12).

El color transmite un mensaje más directo y tiene un atractivo increíble. Como evento físico, es un tema complejo y por ello, la mayoría de los estudios que se han hecho sobre el color toman en cuenta el conocimientos acerca del sistema sensorial⁽¹²⁾.

El efecto que produce el color en las personas forma parte de la vida cotidiana y tiene que ver con aquello que ocurre en el proceso de reflejo o transmisión del objeto a la retina, fenómeno conocido como percepción del color^(9,14,15,27,28).

El croma y el matiz se perciben por los conos y son los bastones quienes permiten la percepción del color. En consecuencia, el color depende de los estímulos de los conos, el croma depende de la cantidad del grado del estímulo y el valor de la estimulación de los bastones^(9,14,15,27,28).

Esas ideas debemos conocerlas cuando se plantea el diseño de un consultorio odontológico especializado en la odontología estética puesto que como ya se dijo, la armonía del espacio con los elementos luz y color son importantes para lograr un adecuado ambiente de trabajo^(9,10).

Como actividad artística, el diseño ofrece la posibilidad de lograr una aproximación real de cada uno de los aspectos que se desean mejorar en un consultorio odontológico. Entre estos aspectos están la iluminación, sus diferentes tipos y

los elementos que se debe utilizar para que ésta ofrezca un ambiente agradable al paciente, al odontólogo y al personal que trabaja con él. Del estudio de las fuentes de iluminación se podrá determinar si se usarán lámparas fluorescentes, incandescentes o si por el contrario, se aprovecha la luz natural o se recurre al uso de otros implementos como pantallas, lentes, reflectores para modificarla de acuerdo con el tipo de superficie sobre la cual se reflejara la luz^(8,9,10).

Existe una unificación de criterios por parte de los autores en cuanto a que no existe nada tan importante como los colores para transformar los ambientes, despertar una serie de reacciones, elevar el ánimo y sentirse inspirado. La manera como la persona responde a ello es difícil de explicar y analizar, porque el color transmite algo más, es subjetivo a pesar de la naturaleza individual del tipo de reacción y de la respuesta de cada persona.

En la práctica, un consultorio especializado en la odontología estética debe ofrecer un ambiente tanto funcional como placentero en todas sus áreas para que el paciente sienta satisfechas sus expectativas y demandas y

así como también para que el odontólogo especialista, encuentre todas las condiciones que necesita para atender al paciente y sobre todo para lograr una adecuada selección del color de los materiales que se deben utilizar en la odontología restauradora.

IV.-CONCLUSIONES

1. La luz es una forma de energía visible y es parte del espectro de energía radiante, a su vez es una onda electromagnética que tiene un carácter dual, que actúa de dos maneras: ondulatoria y corpuscular.

2. La reflexión y la refracción están asociadas a la naturaleza de la luz. La reflexión se refiere al momento en que la luz choca contra la superficie de un objeto y la refracción, a la luz que se propaga en línea recta en tanto se mantenga en un medio bien definido.

3. La luz se clasifica según su fuente, en luz natural y luz artificial. La primera es compleja, su espectro comprende una infinidad de tonos que se extienden desde el color rojo al violeta y la segunda es aquella que emite un destello breve e intenso y puede ser continua o discontinua.

4. Existen diferentes tipos de dirección de la luz y la recomendada es la iluminación frontal porque produce efectos más confiables ya que aporta mayor brillantez a los colores, abarca totalmente al sujeto y proyecta sombras detrás de él y la iluminación uniforme es aquella que

ilumina a todo el individuo. La luz directa y la indirecta nos dan una sensación de claridad y de rendimiento energético, cuando estamos en presencia por ejemplo de 2m 40cms de altura.

5. El color es un fenómeno combinado producido por la interacción entre la luz, el objeto y el receptor. El color nace de la luz. Si no hubiera luz el color no existiría, más, sin embargo, si hay luz siempre hay color.

6. La influencia del color en el ser humano es bien importante y está íntimamente relacionada con la memoria que se tenga sobre los colores. De la observación de varios colores se pueden sentir diferentes emociones. El color azul esta catalogado como sedativo y tranquilizante, el color amarillo se relaciona con la alegría, el color rojo sugiere excitación, el color verde es fresco, tranquilo y ayuda a la relajación, el color blanco es pureza y el color gris claro refleja tranquilidad.

7. Los consultorios especializados en el área de la odontología estética necesitan de una iluminación balanceada y para ello es necesario la colocación de

lámparas en el techo porque son las que proyectan menos sombras. Se recomienda que en las áreas de trabajo se coloquen ventanas para que deje pasar la luz natural y al utilizar luz artificial de tipo directa conviene utilizar las de 2500 luxes que equivalen a 30,48cms (1 pie) sobre una superficie. En la recepción y pasillos o lugares de uso frecuente se utilizan iluminación de 1000 luxes.

8. Los colores utilizados en el consultorio odontológico en el área operativa, deben ser claros porque éstos ayudan a enriquecer el espacio, estos colores son el blanco, beige, azul claro, gris claro; en pasillos o zonas de paso y en salas de espera, se recomienda el uso de colores claros y brillantes porque aumentan el ánimo de las personas.

9. En el diseño de un consultorio odontológico se debe tomar en cuenta el medio ambiental, social y cultural en donde se va a establecer. En este sentido se puede decir que el diseño tiene los siguientes objetivos: unificar elementos, eliminar las brechas existentes entre objetos y personas, facilitar la adaptación del hombre a su entorno físico, reducir los costos de creación, incrementar seguridad de interacción entre gente y ambiente, aumentar el uso

eficiente de objetos, ahorrar tiempo y material y actuar como medio para mejorar la comunicación.

V.-REFERENCIAS

1. Rat R, Piere R. La Luz y Color óptica química, En: Victor Leru, Los rayos luminosos. Buenos Aires: Ediciones Lerú; 1954: p.11-103.
2. Serway R. Física Tomo II.La naturaleza de la luz las leyes y óptica geométrica 4^a ed. México: McGraw-Hill; 1999: p. 1025-1044.
3. Sears F, Zemansky M, Young H, Freedman R. Física Universitaria. Vol. 2 edición. La luz: su naturaleza y su propagación. México: Adisson-Wesley Iberoamericana; 1999: p. 1053-1077.
4. Escalona I. Guía de práctica del laboratorio de física II. Óptica para estudiantes de física y química Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias. 1989; 3-14.
5. Giancoli DC. Física, principios con aplicaciones. La luz: óptica geométrica 4^a. ed. México: Hall hispanoamericana; 1997: p. 644-704.
6. Schiffman H. La percepción sensorial. La naturaleza de la luz. México: Limusa; 1981: p. 209-255.
7. Chocrón P .Guía de práctica del laboratorio de física I. Óptica para estudiantes de física y química Universidad Central de Venezuela, Facultad de ciencias. 1989; 3-10.
8. Neufert E. Arte de proyectar en arquitectura. Alumbrado e iluminación. Ambientes de consultas médicas. México: Gili; 2001: p. 165-159: 477-478.
9. Kauffman W. Notas sobre diseño de interiores. El Color, La Iluminación y El Diseño. México: Trillas; 1992: p. 9-12, 36-38.
- 10.Halse A. The use of color in interiors. En: Book company. Color theory and color desing. USA: Mc. Graw-Hill; 1986: p. 21-51, 97-108.
- 11.Steenbecker O. Color, forma, apariencia y textura en restauraciones estéticas directas. Henestroza G, Guzmán H, Biorgia E, Dell`Aqua A, Garona W, Steenbecker O, "et al":

editores. La operatoria mundial a fines del milenio. 1er Congreso de La Asociación Peruana de Odontología restauradora y biomateriales. Lima: Multi-impreso; 1997: p. 32-39.

12. Wildhide E, Guild T. El sentido del color. Combine el color. En: Noriega editores. El sentido del color. México: Limusa; 1994: p. 12-30.

13. McPhee R. Extrinsic Coloration of Ceramometal restorations. Dental Clinics of North America. 1985 Oct; 29 (4): 645-667.

14. Craig R. Materiales de odontología restauradora. Materiales para restauraciones estéticas directas. Madrid: Harcourt Brace; 1998: p. 30-31.

15. Phillips R. La Ciencia de los Materiales Dentales de Skinner. Consideraciones biológicas en el uso de los materiales dentales. 9ª ed. USA: Mc Graw-Hill; 1991: p.48-54.

16. Mallat E, Mallat E. Fundamentos de la estética bucal en el grupo anterior. El color. Barcelona: Quintessence book; 2001: p. 251-293.

17. Woung W. Principles of Color Desing. En: Gili G. Diseño con mezcla de tonos. Barcelona: Gili; 1998: p. 27-55; 72-93.

18. Fisher J. Estética y Prótesis. Características de los materiales para prótesis fija totalmente cerámica y metal cerámica. Barcelona: Quintessence; 1999: p. 84-89.

19. Lemire PA, Buró B. Color in dentistry. Hatford conn. The JM Ney Co; 1975: p. 12-71.

20. Sproull R. Understanding color. En: Goldstein R, Edit. Esthetics in Dentistry. Philadelphia: J.B Lippincott Company; 1976: p. 404-410.

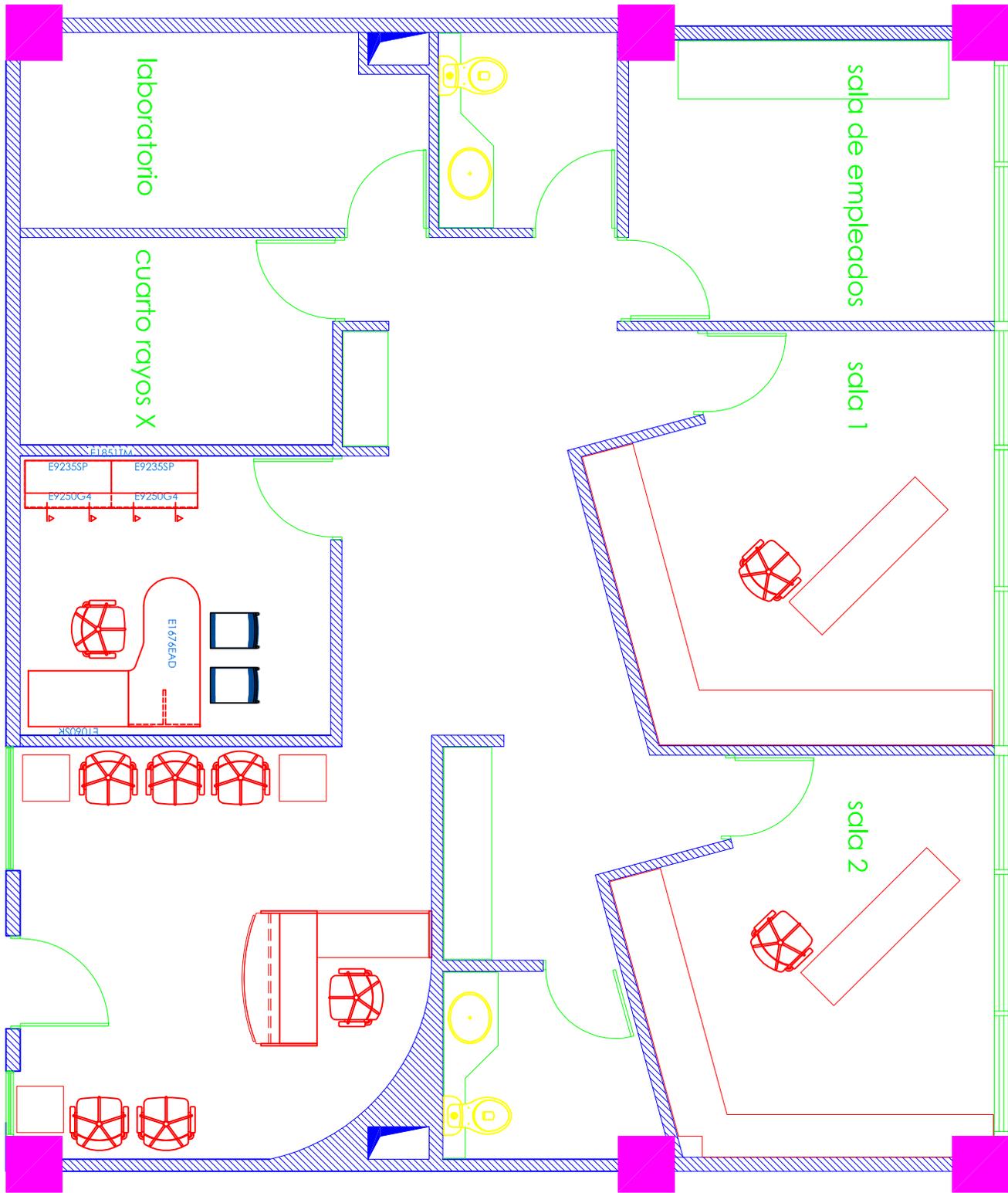
21. Touati B., Miara P., Nathanson D. Esthetic dentistry and ceramic restorations. En: Dunitz M. Color and light transmisión. London: Masson; 1999: p. 39-60.

- 22.Preston J. El Color en La Cerámica Dental. En :Shärer P, Rinn L.A, Kopp FR, editores. Principios Estéticos en odontología Restauradora. Barcelona: Doyma; 1991: p. 13-26.
- 23.Shillimburg H. Hobo S. Whitsett L. Jacobi R. Fundamentals of fixed prosthodontics. Considerations Esthetics 3^{ra}. Edición. Chicago: Quintessence publishing Co, Inc;1997: p. 425-431.
- 24.Triviño M, Guzmán H. Teoría del Color, En: Guzmán H, editor. Biomateriales Odontológicos de uso clínico. 2^a. Ed. Barcelona: Ecoe; 1999: p. 337-339.
- 25.Baratieri L. Monteiro S. Amaral M. Clóvis L. Cardoso A. André V. Estética. São Paulo: Santos Livraria; 1998: p. 48-50.
- 26.Judd D. Ideal color space. Color in Business. Journal of Science and Industry. 1970; 8-38.
- 27.Ochaita E. Rosa A. Psicología de la ceguera. En: Alianza editor. Psicología. Madrid: Alianzas Psicológica; 1993: p. 209-255.
- 28.Hochberg J. La percepción. En: Unión Tipográfica editor. Las sensaciones: percepción de eventos físicos elementales. México: Hispano Americana; 1968: p. 29-57.
- 29.Furgos R. Proceso básico en el desarrollo de la percepción. Funciones y fenómenos visuales fundamentales. México: Trillas; 1973: p. 193-217.
- 30.Ahmand I. Three-Dimensional Shade Analysis: Perspectives of Color- Part II. Practice Periodont Aesthetic Dentistry. 2000; 12(6): 557-564.
31. Segura J. Jiménez A. Rodríguez M.V. Fundamentos de colorimetría aplicada a la forma de color subjetiva en odontología. Quintessence. 1999; 12(2): 75-83.
- 32.Unthank M. Interior design for dentistry. Journal of the American Dental Association. 1999;130(11): 1589-1590.

- 33.Fabris S. Germani R. Proyecto y Estética en las Artes Gráficas. Lenguaje de los colores 3^a ed. En: Edebé España:Don Bosco;1979: p. 13-104.
- 34.Cedrés de Bello S. Proceso de Renovación de las Estructuras Sanitarias. El Caso Italiano. Cuadernos de la Escuela de Salud Pública. Facultad de Medicina. Caracas UCV. 1993; 59:13-18.
- 35.Fiset F, Martin A. Architecture and the Art of healing. The Canadian Architect. 1990; (3):23-26.
- 36.Barrancos J. Operatoria dental. El consultorio odontológico. Buenos Aires: Panamericana; 1999:p. 11-32.
- 37.Desing and Construction of General Hospital, by U.S, Department of Health, Education and Welfare Public Health Service, Chicago. 1953: 21.
- 38.Hospital and Building on Ontario, Minister of Health for Ontario, University of Toronto Press, Canada.1954;151-155.
- 39.Ministerio de Obras Públicas de Venezuela, Dirección General de Desarrollo Urbanístico. Tomo 1 parte 2. Caracas. 1976; 17.
- 40.Anderson J. Dental office desing and layout. Journal of the American Dental Association .1960; 60: 344-353.
- 41.Guevara C. Consultorio Odontológico. Deco News. 2004; (35): 35-36.
- 42.Freddman G. Designing the esthetic dental environment. The Dental Clinics of North America. 1998; 42(4): 643-651.
- 43.Cadmus R. Radiology Suites. Functional Planning of General Hospital. 1969; 215-227.
- 44.Taboada J. Manual de Luminotecnia. El color. Factores que influyen en la visión. 4^a ed. Madrid: Dossat; 1983: p. 24-114, 282-325.
- 45.Blaes J. Florida Comforts. Journal of Dental Economics. 2001; (4): 44-50.

46.Price D, Shaw W. Illumination of dental operatory. Journal of the American Dental Association. 1979; (98): 925-928.

12.16



10.09