

MEMORIAS

DE LOS SEÑORES DOCTORES

JESUS GONZALEZ URUEÑA,

Roque Macouzet y Joaquín Vértiz,

OPTANDO A LAS PLAZAS VACANTES

EN LAS SECCIONES DE

FISICA Y QUIMICA MEDICAS, HISTORIA NATURAL MEDICA

Y

PATOLOGIA, CLINICA Y TERAPEUTICA QUIRURGICAS



MEXICO

IMP. «J. DE ELIZALDE.» 2a SAN LORENZO NUM. 10.

1900



FÍSICA MÉDICA.—ÓPTICA FISIOLÓGICA.
EL SENTIDO CROMÁTICO.

**TRABAJO ESCRITO ESPECIALMENTE PARA LA ACADEMIA NACIONAL
DE MEDICINA DE MEXICO, DE ACUERDO CON SU CONVOCATORIA
EXPEDIDA EL 15 DE MARZO DE 1899, POR EL DR.
JESUS GONZALEZ URUEÑA.**

Uno de los acontecimientos más felices en mi vida científica, ha sido el honroso nombramiento de socio correspondiente que se sirvió hacer en mi favor la ilustrada Academia de Medicina de México.

Conforme á su Reglamento, he perdido los derechos de socio, para mí tan caros, al cumplir cuatro meses de radicado en la Capital, y en contrándose vacante una plaza de Titular en la Sección de Física Médica, relacionada de muy estrecho modo con un ramo de la medicina que siempre he cultivado, la Oftalmología, he creído tener conmigo mismo un compromiso moral para tomar parte en este Concurso, en el que cuento más con la benevolencia, ya probada una vez, de los Señores Académicos, que con mis humildes dotes.

*
* *

La luz, grandiosa maravilla del Cosmos, una de las infinitas transformaciones de la fuerza, nos es desconocida en su naturaleza íntima como todo lo que nos rodea; pero impresionando la retina produce en el cerebro esa sensación especial llamada visión, por la que se levantan para nosotros todos los velos que envuelven el universo, permitiendo sorprender con la Astronomía los secretos casi fantásticos de los

mundos siderales y con la Óptica microscópica los arcanos de otro mundo, que no por ser infinitamente pequeño, es menos admirable.

La hipótesis que nos da idea de la luz, ha supuesto un fluido imponderable, sutil, impalpable, que penetra en todos los espacios y que llena todas las distancias; según la intensidad, la dirección y la duración de sus vibraciones, engendra el calor, la luz ó la electricidad, radios múltiples de un gran círculo, cuyo centro de convergencia fué puesto por el padre Secchi en ese trascendental principio llamado de la unidad de las fuerzas físicas y que ha sido la clave para la mejor interpretación de los fenómenos de la naturaleza. El fluido á que me refiero, supuesto vehículo de la luz, es el éter.

La luz no es el único estimulante de la sensación visual: aun en completa obscuridad á toda excitación mecánica, física ó química de la retina ó del nervio óptico, corresponde una sensación luminosa.

El rayo luminoso ó dirección en que se transmiten las vibraciones del éter, sigue la línea recta, con una velocidad de 300, 000 kilómetros por segundo. Las vibraciones del éter que forman la luz son transversales, ó lo que es igual, perpendiculares á la dirección de los rayos luminosos.

Al número de vibraciones en la unidad de tiempo corresponde una sensación particular, el color, que es para la luz lo que la altura para el sonido.

En la retina pasa con las ondas luminosas lo que en el nervio acústico con las sonoras: después de cierto límite, en la gama superior ó inferior, ya no impresionan dicha membrana. El mínimum de vibraciones apreciables lo dá el rojo, al que corresponden 435 trillones por segundo, y el máximum el violeta, con 764 trillones en el mismo tiempo. El espectro térmico y el ultra-violeta ya no tienen acción sobre la retina, aunque el uno engendre calor y el otro reacciones químicas.

De la misma manera que un resonador divide un sonido complejo en sonidos simples, el prisma descompone la luz, separando las vibraciones simples que la componen y produciendo su dispersión para formar el espectro solar, en el que se colocan los diferentes colores según el orden de su refrangibilidad, desde el rojo que es menos, hasta el violeta que es más.

*
*
*

Expuestas estas generalidades sobre la luz, que me ha parecido indispensable recordar para la mejor inteligencia de mi objeto capital, diré también, unas cuantas palabras sobre el aparato de óptica más perfecto y maravilloso que puede conocerse, el ojo, que forma en su conjunto un sistema dióptrico admirablemente combinado y en el que se han prodigado innúmeros detalles para llevarlo á una perfección casi ideal. Tenemos como ejemplos el aplanamiento de la córnea y la di-

minución del índice de refracción del cristalino en su periferia, contribuyendo á corregir la aberración de esfericidad de este sistema de lentes, y el funcionamiento regular del iris, diafragma inteligente, que gradúa el paso de la luz al fondo del ojo, y que atenúa suficientemente, auxiliado por los párpados, la aberración cromática, impidiendo la entrada de los rayos marginales y por lo mismo la formación de imágenes irizadas.

El ojo puede considerarse muy aproximadamente como un sistema dióptrico de seis puntos cardinales, habiéndose calculado en varios ojos normales el índice de refracción y el radio de curvatura de cada uno de sus medios refringentes, conjunto de cifras que constituyen en óptica fisiológica los constantes ópticos del "ojo ideal ó esquemático."

El primer medio, aire, y el último cuerpo vítreo, tienen distintos índices, lo que dá por resultado que los puntos nodales y principales de este sistema no coinciden.

En su trayecto por el ojo, la luz atraviesa las capas siguientes: córnea, humór acuoso, cápsula anterior del cristalino, cristalino mismo, cristalóide posterior y cuerpo vítreo. Las dos caras de la córnea siendo casi paralelas, influyen muy poco sobre la desviación de la luz, pudiendo dióptricamente prescindir de esta membrana y suponer que el humór acuoso llega hasta su cara anterior. El cristalino, á su vez, tiene muchísimas capas corticales, con índices de refracción diferentes; pero en el ojo esquemático se considera todo este conjunto como una lente homogénea con índice único. Quedan, pues, los valores en seguida expresados, por los que se puede fijar la posición de los seis puntos cardinales del "ojo ideal."

RADIOS DE CURVATURA.

Cara anterior de la córnea.....	8 milímetros.
Cara anterior del cristalino.....	10 „
Cara posterior del cristalino.....	6 „

INDICES DE REFRACCION.

Humór acuoso.....	$\frac{103}{77} =$	1,3379
Cristalino.....	$\frac{16}{11} =$	1,4545
Cuerpo vítreo.....	$\frac{103}{77} =$	1,3379

Para obtener estas cifras, se hace uso del Oftalmómetro de Helmholtz.

Se puede simplificar más el "ojo ideal," quedando aun dentro de una aproximación suficiente: basta identificar los dos puntos principales y los dos nodales para obtener el "ojo reducido," teniendo entonces

la ventaja de poderle aplicar las leyes que rigen la refracción al través de una sola superficie refringente. La imágen de los objetos exteriores para ser clara y distinta, tiene siempre que formarse en la retina, foco principal de este sistema de lentes, y cuando esto no sucede, sino que la imágen se forma adelante ó atrás de la membrana sensible, pierde la nitidez y claridad, apareciendo los círculos de difusión.

La formación de las imágenes en la retina, puede comprobarse de un modo directo, tanto en el ojo muerto como vivo. En el primer caso, basta colocar en la abertura de la cámara oscura un ojo de conejo común, con la esclerótica adelgazada, ó simplemente un ojo albino, para ver los objetos retratarse en la retina. En el segundo caso, se busca un individuo de ojos poco pigmentados, se le coloca en un cuarto oscuro, se le hace ver para el ángulo externo del ojo, cerca del que se ha puesto una vela encendida, que da una imágen bastante luminosa y clara para poderse distinguir en la retina, por el ángulo interno del ojo, al través de la esclerótica.

*
* *

Recordado aunque sea muy á la ligera el aparato dióptrico del ojo, entremos de lleno en las funciones de la retina, dividiéndolas en tres categorías: el sentido luminoso, el sentido de las formas y el sentido cromático. De los dos primeros, sólo diré unas cuantas palabras para ocuparme con más extensión del tercero.

El sentido luminoso es la facultad de reconocer intensidades luminosas diferentes. "La más pequeña diferencia de alumbrado sensible es una fracción constante, aproximadamente uno por ciento, del alumbrado total." Esta ley de Fechner, llamada psicofísica, es la piedra angular de los fenómenos inherentes al sentido luminoso. Su autor la descubrió de un modo casual, como lo han sido casi todos los grandes principios, Arquímedes, Galileo, etc., un día en que notando una diferencia de brillo apenas perceptible entre dos nubes, tuvo la idea de observarlas al través de un vidrio ahumado, bastante oscuro, viendo con sorpresa que dicha diferencia de brillo permanecía igual con ó sin el vidrio. La llamó psicofísica porque es aplicable también á los otros sentidos, siendo por consecuencia una ley general de la percepción. El principio de Fechner explica muchos fenómenos observados diariamente, por ejemplo, leemos tan bien en la noche con una vela, como con la luz del día, alumbrado miles de veces mayor; esto depende de que la relación entre la luz reflejada por el blanco del papel y por el negro de las letras, queda en ambos casos igual.

Dicha ley es solo verdadera tratándose de alumbrados de mediana intensidad: si la luz es muy débil, se hace necesario que la diferencia fechneriana sea relativamente mayor. Aunque la relación entre la luz

reflejada por el papel y la reflejada por las letras permanezca la misma no se podría leer habiendo bajado demasiado la flama de la lámpara., Esta excepción de la ley de Fechner es posible que dependa de la luz propia de la retina, que nos hace percibir aun en la obscuridad más completa, una tenue claridad, ligada con causas internas--frotamiento de la sangre de los vasos retinianos contra la capa sensible de esta membrana, probablemente también, algunas reacciones cerebrales. Se comprende que si tal claridad retiniana se añade á la luz reflejada por la hoja impresa, la diferencia de brillo entre el negro de las letras y el blanco del papel, puede caer abajo del límite de Fechner. En el extremo contrario, esta ley tampoco es aplicable, porque la luz demasiado fuerte produce obscuridad; para ver el sol es indispensable proteger el ojo con un vidrio ahumado.

El sentido luminoso se mide por medio del Fotómetro de Foerster y del disco de Masson. Su mensuración cuantitativa es muy importante cuando se trata de operar á las personas afectadas de cataratas.

La facultad de distinguir las formas es muy compleja y está ligada en gran parte con los movimientos oculares.

El ángulo mínimo bajo el cual dos puntos pueden distinguirse uno de otro, ha sido considerado como la medida del sentido de las formas. En Astronomía se sabe desde hace tiempo que para ver una estrella doble, hay necesidad de que el intervalo corresponda á un minuto. Mucho se ha discutido para investigar si este ángulo mínimo equivale á la anchura de un cono retiniano, y á pesar de las experiencias de Hooke y Helmholtz, parece que aun no se llega á un acuerdo definitivo.

Con dicho sentido está intimamente unida la agudeza visual, la que se mide por medio de las escalas clásicas de Snellen, que no obstante sus defectos, constituyen uno de los métodos más prácticos para este objeto, completado con el estudio de la agudeza periférica, valiéndose de la perimetría ó campimetría.

Analizando la palabra color, podemos considerarle tres significaciones: 1° corresponde á una sensación especial, debida á su vez á una excitación particular de la retina, y así decimos color violeta, anaranjado, etc. 2° se emplea para designar la vibración del éter que ha determinado esa sensación, y se habla de rayos, verdes, amarillos, etc., y 3° la palabra color, se aplica, por último, á la manera como se conduce la superficie de los cuerpos con la luz, diciendo que son de tal ó cual color.

Para examinar el sentido cromático se hace uso de los colores del espectro solar y de sus mezclas, prefiriendo los espectros de refracción á los de difracción por variar en éstos la anchura de los colores con el prisma empleado. Otro color cualquiera, analizado con el espectroscopio,

pio, resulta compuesto de los diferentes tintes que forman los del espectro, mezclados en proporciones variables. Los papeles coloridos seducen por su simplicidad para el exámen de este sentido; pero tienen el inconveniente de que es muy difícil ponerse de acuerdo sobre su tinte exacto. Los vapores incandescentes que dan algunos metales al quemarse, desarrollan también, luz que aproximadamente podrían considerarse monocromática: bien sabido es que la flama del sodio es amarilla, con una longitud de onda de 0. 59 u. la del litium roja, con longitud de onda igual á 0. 67 u, la del talium verde, con la longitud de su onda de 0. 54 u y la del estroncio azul, con 0. 46 u para la longitud de su onda. La luz espectral es siempre más cómoda en su manejo que la de todas estas flamas. Se ha utilizado igualmente para el estudio del sentido cromático la luz que dan los vidrios coloridos; pero exceptuando los teñidos con óxido de cobre, que proporcionan una luz roja bastante pura, la de todos los demás nunca es monocromática. Los líquidos coloridos están en el mismo caso.

En el exámen clínico de los colores bastan prácticamente los cartones coloridos- Stilling, Pflüger- y las madejas de Holmgreen. Con este último fin se han constituido algunos aparatos de polarización, siendo el primero debido á Rose y apareciendo después "el leucoscopio" de Kœnig y "el cromatopómetro" de Chibret que es el mejor.

En el espectro solar hay una serie de transiciones insensibles de su extremidad roja á la violeta, correspondiendo á una gama variadísima de colores simples, homogéneos, que á su vez equivalen á vibraciones del eter de duración distinta, pero las que no despiertan en la retina sensaciones fisiológicas análogas, pues, en realidad la impresión cromática se agrupa en derredor de cuatro colores fundamentales: rojo, amarillo, verde y azul.

Mezclando los colores simples se producen dos clases de colores compuestos: unos mixtos que ya existían en el espectro y otros que dan sensaciones nuevas, desemejantes de las espectrales y son el blanco y el púrpura. Este color forma un verdadero eslabón que une al espectro, pues resulta de la fusión del rojo y del violeta.

Se llaman complementarios dos colores que combinados dan blanco, solo el verde, entre los colores simples, no tiene complementario; pero mezclado con el púrpura siempre dá blanco. Los cuadros siguientes indican los colores complementarios y los compuestos: Se vé en este último, tomado á Helmholtz, que al mezclarse dos colores simples, menos distantes en el espectro que dos complementarios, el mixto que resulta participa tanto más del blanco, cuanto que la distancia entre los colores empleados es mayor. Se vé también, que un color simple al que se le hubiese añadido luz blanca es análogo al mixto correspondiente.

La mezclas de más de dos colores simples ya no produce nuevos colores.

Hay muchos procedimientos empleados para la mezcla de los colores, entre los que citaré el de Lambert, Helmholtz, Maxwell, Czermack, la mezcla directa de polvos y de líquidos coloridos y el de los discos rotativos de Newton, que por ser uno de los más conocidos lo describiré detalladamente. Se hacen volutar con rapidez, en un plano, discos que tienen sectores de diferentes colores, y cuando la rapidez de la rotación es suficiente, se produce en la retina la sensación de un solo color, la del mixto. Como se comprende, así pueden mezclarse todos los colores susceptibles de serlo, y disponiendo en sectores convenientes los del espectro, hay luz blanca de recomposición. Newton ha calculado los ángulos de dichos sectores, para este último fin, en los valores siguientes: Rojo $60^{\circ} 45' 5$. Amarillo $54^{\circ} 41'$. Anaranjado $34^{\circ} 10' 5$. Verde $69^{\circ} 45' 5$. Azul $54^{\circ} 41'$ Indigo $34^{\circ} 10' 5$ y Violeta $60^{\circ} 45' 5$.

Hay tres caracteres principales en la sensación de color: el tono, la saturación y la intensidad.

El tono depende de la longitud de la onda luminosa y está por lo mismo en relación muy estrecha con el lugar que ocupan los colores en el espectro.

La saturación se liga con la mayor ó menor cantidad de blanco que contiene un color, diciendo que está saturado cuando no encierra luz blanca, los espectrales, *vervi gracia*.

La cantidad de luz indica la intensidad de un color, la que disminuye gradualmente desde los del espectro hasta el negro, equivalente siempre á una verdadera sensación que corresponde al reposo del órgano visual, siendo de ella el ejemplo más notable la mancha de Mariotte cuyo sitio está en la papila. Cuando la intensidad pasa de cierto límite, el tono de los colores se borra por un efecto de deslumbramiento. No todos ellos necesitan para ser vistos la misma cantidad de luz, el rojo entre otros, requiere más que el azul.

La intensidad de los diferentes colores muy difícilmente se compara; sin embargo, Vierordt ideó un procedimiento para llegar de un modo indirecto á este resultado, construyendo un cuadro que da la intensidad de los diferentes colores del espectro solar, y basándose sobre los datos que obtuvo, imaginó el análisis espectral fisiológico, llamado á prestar grandes servicios en la dosificación de pequeñas cantidades de substancias colorantes en la sangre, orina, bñlis, etc.

La ley de Fechner se aplica lo mismo á la luz colorida que á la blanca. Konig y Brodhun han encontrado igual fracción "fechneriana" en ambos casos, y las otras aplicaciones y excepciones de ley se confirman también tratándose de los colores.

Basada en los caracteres que acabo de señalar se ha hecho una

clasificación especial de los colores, llamada gráfica ó geométrica, formando así las tablas y círculos cromáticos.

Tomando en cuenta desde luego el tono y haciendo abstracción de la intensidad y de la saturación, se pueden unir los colores del espectro por medio de su eslabón, el púrpura, y trazar un círculo en cuya circunferencia se colocan los colores de tal suerte que los complementarios queden en las extremidades del mismo diámetro.

Sirviéndose de la misma figura, y haciendo intervenir la saturación, se ponen los colores suturados prismáticos y púrpura en la circunferencia, el blanco en el centro y los diferentes grados de saturación en los radios. Este es el círculo cromático.

Ahora teniendo en cuenta los tres caracteres: tono, saturación é intensidad, se puede construir un cono que tendría por base el mismo círculo cromático y por vértice el negro, puntos ambos de mayor y menor intensidad luminosa, respectivamente, y entre la base y el vértice los múltiples grados de intensidad de cada tono.

Newton disponía los colores sobre un plano para explicar la ley de su mezcla: la intensidad la representaba por pesos, el sitio que correspondía á cada color era el centro de gravedad de estos pesos y la suma de ellos expresaba la intensidad. En tal principio estriba la construcción de los triángulos cromáticos.

Este mismo autor imaginó también una tabla para representar gráficamente los resultados que se obtienen mezclando los colores, la cual está fundada en que todos los que se pueden producir mezclando los colores dados, están colocados en la periferia de un círculo, y unidos por una línea recta, teniendo cuidado que los puntos de intersección de las líneas que representan dos colores, queden tanto más cerca de uno de ellos, cuanto mayor sea la parte que tome en la mezcla.

Según Brenster, de la combinación de tres colores fundamentales: rojo, amarillo y azul, podían resultar todos los del espectro; pero esto es inexacto, porque no existen tres colores simples de cuya mezcla nazcan los variados tintes intermediarios espectrales.

Young, planteó la cuestión en términos más admisibles, suponiendo que las sensaciones coloridas, sea posible referirlas á tres fundamentales: roja, verde y violeta; pero sin concederles una realidad objetiva. He tomado de la "Optica Fisiológica" de Helmholtz los fundamentos siguientes, en los que descansa la hipótesis de Young, la más aceptable hasta hoy de cuantas se han emitido.

"1° Hay en el ojo tres clases de fibras, cuya excitación da, respectivamente, la sensación de rojo, verde y violeta.

"2° La luz objetiva, homogénea, excita las tres clases de fibras nerviosas con una intensidad que varía con la longitud de la onda." "La que posee mayor longitud de onda, excita más fuertemente las fibras

sensibles al rojo, la de longitud mediana, las fibras sensibles al verde y la de menor longitud de onda las fibras del violeta. Sin embargo, no se puede negar, sino al contrario, admitir para la explicación de numerosos fenómenos, que cada color espectral excita todas las especies de fibras, pero con una intensidad diferente. El rojo simple excita fuertemente las fibras sensibles al rojo y débilmente las otras dos especies; sensación: rojo. El amarillo simple excita moderadamente las fibras sensibles al rojo y al verde, débilmente las del violeta; sensación: amarillo. El verde simple excita fuertemente las fibras del verde, mucho más débilmente las otras dos especies; sensación: verde. El azul simple excita moderadamente las fibras del verde y del violeta, débilmente las del rojo; sensación: azul. El violeta simple excita fuertemente las fibras que le pertenecen, débilmente las otras; sensación: violeta." "La excitación poco más ó menos igual de todas las fibras, dá la sensación del blanco."

La teoría de Hering que admite una "substancia visual." mezcla de otras tres: una que determina la sensación del negro y el blanco, otra la del rojo y el verde y una última la del amarillo y el azul, se ha puesto en rivalidad con la de Young, pero sin conseguir, á mi juicio, llevarse la preferencia.

Entre las más modernas, debo citar la de Ebbinghaus que supone la existencia en los conos retinianos de una materia verde, que al descomponerse por un fenómeno de bio-química, originaría la sensación de rojo y de verde, mientras que la púrpura de la retina, también por descomposición, produciría la sensación de amarillo y de azul.

Pero volviendo á la teoría de Young, se vé que es la que más fácil explicación dá de los fenómenos propios á la percepción de los colores, encontrando un fuerte apoyo en los casos de discromatopsia, en la cual supone ausencia ó parálisis de los elementos retinianos afectados á tal ó cual color.

El tinte amarillo que toman los objetos cuando el ojo está influenciado por la santonina, se interpreta dentro de la hipótesis de Young atribuyendo el predominio de tal tinte á la inhibición momentánea de las fibras del violeta.

La misma teoría dá también cuenta de la ceguera artificial que ocasiona la fatiga de la retina por un color determinado y hace comprender por último, las imágenes accidentales cromáticas.

Según las investigaciones de Schultze, los elementos de la retina impresionables por la luz colorida, serían los conos, pues los bastones solo servirían para distinguir la claridad de la obscuridad, sin sensación cromática. Las bases de tal hipótesis son: 1º. La fosa central de la retina es el lugar donde reside sobre todo la facultad de percibir los colores, y es bien sabido en anatomía ocular que dicha parte de esa membrana está casi en totalidad compuesta de conos, disminuyendo estos

elementos histológicos, juntamente con el poder de distinguir los colores, á medida que se acerca á la periferia de la retina. 2º En las lechuzas, murciélagos y otros animales nocturnos la membrana sensible del ojo, tiene como particularidad de estructura, encontrarse compuesta, en su capa correspondiente, solo de bastones, notándose casi por completo la falta de conos. En los pájaros diurnos estos últimos elementos presentan una forma semejante á la de los bastones, hallándose en relación sólo con una fibra-eje y ofreciendo de notable que en la reunión de su segmento interno con el externo se ve un glóbulo colorido, blanco, amarillo ó rojo, que no permite llegar al elemento impresionable más que luz de los respectivos colores.

Tal disposición parece comprobar anatómicamente la teoría de Young, ántes expuesta. Por desgracia en el hombre no existe una conformación análoga, pues los conos están en relación con muchas fibras primitivas y no con una sola, encontrándose constituido su segmento interno por un haz de fibrillas nerviosas y el externo por una reunión ó pila de láminas transversales, paralelas.

Hasta hoy no se ha definido en cuál de los dos segmentos de cono se verifica la impresión luminosa y la percepción de los colores, admitiendo unos con Rouget, que es en el interno y otros con Zenker, que lo es en el externo. Tampoco se sabe la naturaleza íntima de la modificación que sufren estos elementos para engendrar ambas sensaciones, luminosa y cromática, ni que "trait d'union" habrá entre una y otra. ¿Será con Moser un fenómeno de fotoquimia ó con Du Bois-Reymond un desalojamiento de moléculas electro-motrices?

Fechner explica las imágenes consecutivas coloridas, que se forman en la retina en ciertas condiciones, por la propiedad que tiene tal membrana de hacer persistir por algun tiempo las imágenes que la han impresionado y la de perder su excitabilidad por la fatiga; verbigracia, mirando durante algun tiempo un círculo rojo, pintado sobre un fondo negro, y cerrando en seguida los ojos se vé una imagen consecutiva, positiva y homocroica del círculo; pero si en vez de cerrar los ojos, se dirigen á un fondo blanco, el círculo es verde y por lo mismo esta segunda imagen consecutiva, complementaria.

Fechner explica de igual manera las fases coloridas de las imágenes accidentales que se observan cuando se ven objetos blancos, admitiendo en este caso que la excitabilidad de las fibras retinianas, correspondientes á cada color, no se agota al mismo tiempo para todas ellas.

Plateau, sin embargo, creé que estas imágenes consecutivas, al producir sobre la retina un efecto luminoso vivo, la harían volver al estado de reposo por una serie de oscilaciones que darían la sensación de los colores complementarios.

Monoyer por su parte, supone dichas imágenes ligadas con la fosforescencia retiniana.

Uno de los efectos más admirables que resultan del contraste de los colores, comparando simultáneamente uno con otro, es el conocido con el nombre de "sombras coloridas." Si se alumbra, á la vez, un papel blanco, de un lado con la luz del día y de otro con la de una vela, y se pone delante un objeto cualquiera, una moneda por ejemplo, proyecta sobre el papel dos sombras, una debida á la luz natural é iluminada por la flama rojiza de la vela, y otra producida por ésta y hecha visible por la luz blanca del día; sin embargo, esta última sombra no se ve blanca, sino azul, color complementario del fondo, teñido por la mezcla de las dos luces: natural y artificial. Helmholtz piensa que tales contrastes deben atribuirse más bien á modificaciones del juicio que de la sensación misma.

*
* *

Aunque las perturbaciones del sentido cromático no sean propiamente del dominio de la Física Médica, sino que pertenezcan á la Patología ocular, diré no obstante, algunas palabras del "daltonismo," por creerlo un complemento de todo lo que antecede. Innumerables nombres han sido inventados para calificar esas perturbaciones, y quizá por este motivo y también por eufonía sólo ha persistido el derivado del apellido del célebre físico inglés Dalton, víctima de ellas y que á su muerte quiso que se examinaran sus cristalinios, en los cuales suponía que existía la insensibilidad para los colores. Excusado es decir que, salvo las alteraciones seniles, se hallaron perfectamente normales.

La "acromatopsía" consiste en la imposibilidad absoluta de distinguir los colores, y las imágenes retinianas, en los sujetos que la padecen, se forman como en una placa fotográfica, por contrastes de luz y de sombra.

Cuando no se percibe el azul, existe la "akianopsia," que coincide también con la insensibilidad para los rayos rojos.

Una variedad comun es la "cromatodisopsia," ceguera para el violeta, con persistencia de la visión de los otros colores, explicándose la frecuencia de ésta forma porque los daltonistas perciben con mayor dificultad los colores más refrangibles del espectro.

Desde que se fundaron en Inglaterra las señales con diversos colores para el servicio de los ferrocarriles, hubo la oportunidad de estudiar bien esta enfermedad, averiguándose: que no está en relación con la agudeza visual general, que es más frecuente de lo que se cree, casi siempre congénita y hereditaria, muy rara en la mujer, algunas veces

sintomática de otros padecimientos oculares (atrofia progresiva del nervio visual, sobre todo, tabética) y por desgracia que es irremediable.

*
* *

Con dificultad, en un terreno como este, puede ponerse mucho de la propia cosecha; pero en cambio he procurado recoger el mayor número de datos y presentarlos en armoniosa síntesis.

Apelo de nuevo á la indulgencia de los Señores Académicos, cuando se sirvan juzgar mi trabajo.

JESÚS GONZÁLEZ URUEÑA.



COLORES COMPLEMENTARIOS

Rojo-Azul-verdoso

Anaranjado-Azul-prusia

Amarillo-Azul-indigo

Amarillo-verdoso-Violeta

Verde-Púrpura

BLANCO

	Violeta	Azul índigo	Azul prusia	Verde azulado	Verde	Amarillo verdoso	Amarillo
<i>Rojo</i>	Púrpura	Rosa obscuro	Rosa bajo	Blanco	Amarillo bajo	Amarillo oro	Anaranjado
<i>Anaranjado</i>	Rosa obscuro	Rosa bajo	Blanco	Amarillo bajo	Amarillo		
<i>Amarillo</i>	Rosa pálido	Blanco	Verde bajo	Verde bajo	Amarillo verde		
<i>Amarillo-verdoso</i>	Blanco	Verde bajo	Verde bajo	Verde			
<i>Verde</i>	Azul bajo	Azul de agua	Verde azulado				
<i>Verde-azulado</i>	Azul de agua	Azul de agua					
<i>Azul-prusia</i>	Azul índigo						