

Prof. Leopoldo Muzzioli

Los colores de la luz



VENDRA tal vez el día, en que un inventor genial logrará construir un aparato radio transmisor con el cual será posible obtener cualquier variación de la longitud de onda emitida por la antena.

En la Fig 1, he hecho el croquis del aspecto externo de este mágico aparato; a pesar de que siento no poder hacer ver el esquema interno de los circuitos por la simple razón que en el estado actual de la ciencia y de la técnica no existe la posibilidad de realizarlo. Pero, si aquel inventor genial lograra un día hacer funcionar, lo que he llamado aparato radio transmisor ideal, sucederían hechos bastante interesantes y raros.

Consideremos, entonces, por un momento a nuestro inventor en acción:

En este instante, cierra el interruptor general y comienza a girar lentamente el botón del condensador, la longitud de onda disminuye poco a poco. Inicialmente era de 1,000 m., después de 500 m., en seguida

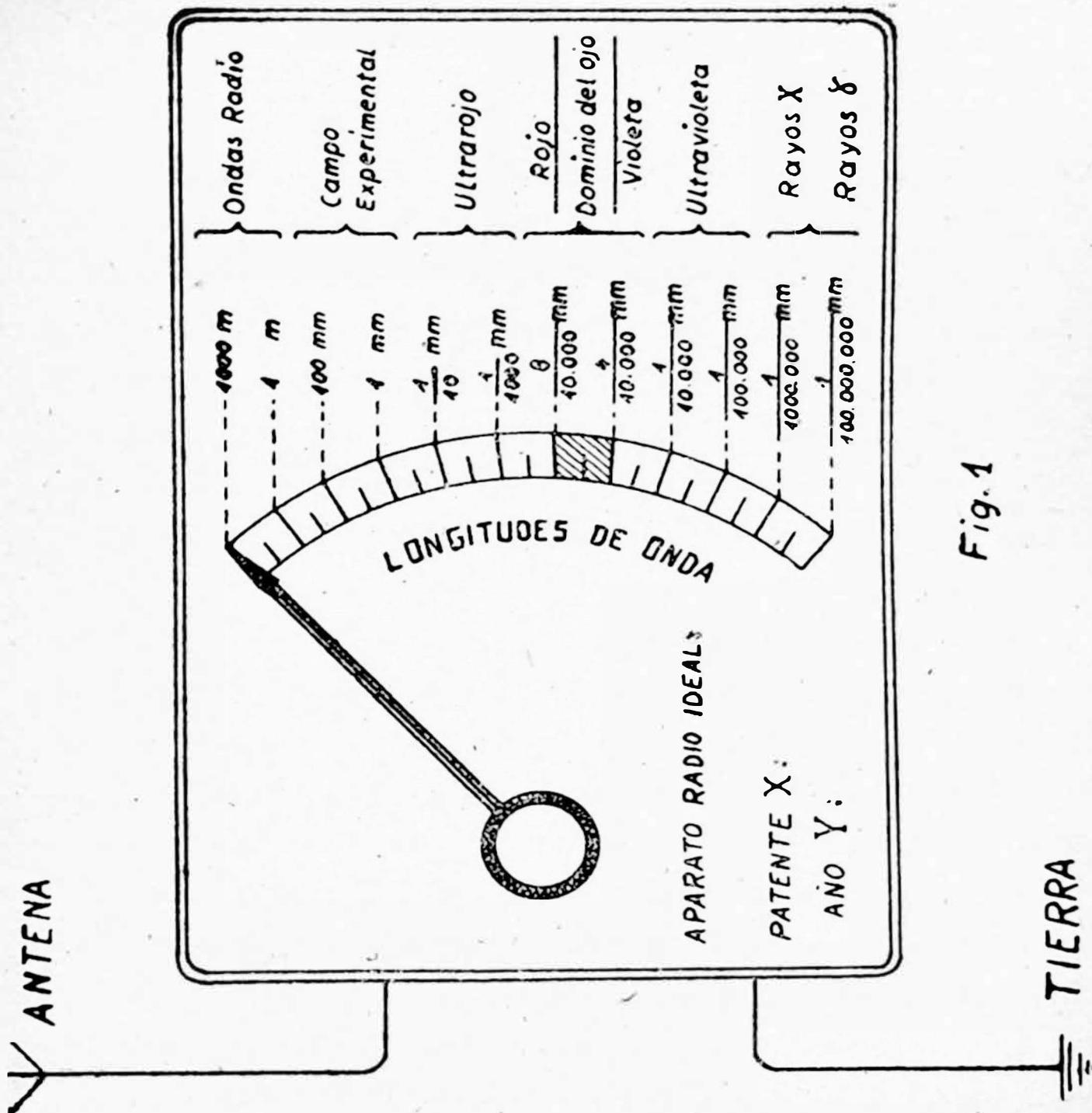


Fig. 1

de 100 m., 50 m., 1 m.; hasta aquí han llegado también los otros, está bien, pero nuestro inventor continúa impertérrito girando el botón del condensador, lentamente, siempre con su acostumbrada calma.

La longitud de onda disminuye inexorablemente:

100 mm., 10 mm., 1 mm., y la longitud de onda continúa disminuyendo todavía.

¿Qué sucede?

La antena transmisora de este mágico aparato emite ahora un calor insoportable; nuestro genial inventor ha alcanzado con su aparato a emitir ondas de la longitud de $1/10$ de mm.; estas ondas no son otra cosa que lo que nosotros llamamos rayos ultra rojos o rayos caloríficos o rayos térmicos. En efecto, las terminaciones cutáneas de nuestros nervios reaccionan ante las ondas electromagnéticas de esta longitud, dándonos la sensación del calor.

Los rayos caloríficos no son otra cosa que ondas radio con una longitud de $1/10$ de mm. a $1/1000$ de mm. Es interesante observar que una estufa no es más que una estación transmisora de ondas eléctricas de aquella longitud de onda.

Pero nuestro genial inventor no está todavía satisfecho y continúa girando el botón del condensador, continúa disminuyendo la longitud de onda.

La antena presenta entonces un color rojo intenso, estamos a una longitud de onda de $8/10,000$ de mm. y la antena comienza a emitir luz. El color rojo se hace más claro, después pasa al anaranjado, al amarillo, al verde, al azul, al violeta, hasta que la antena deja de emitir luz; nuestro inventor ha llegado a una longitud de onda de $4/10,000$ de mm. Pues entonces, las ondas radio, las ondas electromagnéticas, compren-

didadas entre estos límites dan lugar a lo que nosotros llamamos luz.

El sol no es otra cosa que una colosal estación radio transmisora que emite sobre todo ondas electromagnéticas de una longitud comprendida en este intervalo.

Pero nuestro inventor no se detiene. ¿Dónde querrá llegar aquel loco frenético? Continúa girando el botón, disminuye aun más la longitud de onda, de $4/10,000$ de mm., pasa a $1/10,000$ de mm., después a $1/100,000$ de mm., y la antena emite rayos que no son otra cosa que lo que nosotros llamamos ultra violetas.

Al fin la longitud de onda ha bajado a $1/1000,000$ de mm.

¿Qué ha pasado que toda la gente huye como asustada? Ha sucedido el hecho tal vez más raro de esta extraña historia, las personas que se encuentran en el radio de acción de la mágica estación transmisora están reducidas a esqueletos que pasean.

Nuestro inventor ha emitido ondas radio de la longitud de $1/1.000,000$ de mm., esto es, ha emitido lo que nosotros llamamos los rayos X.

Por fin la última vuelta al botón y la antena emite ondas electromagnéticas de $1/100,000,000$ de mm., que no son sino los rayos «gama», emitidos por las substancias radioactivas con efectos aun más marcados que aquellos de los rayos X.

Finalmente, nuestro inventor abre nuevamente el interruptor general y vuelve la normalidad.

¿Qué ha hecho este extraño personaje en el curso

de su fantástica experiencia? Ha hecho desfilar de pasada toda la familia de las ondas electromagnéticas.

Estas (y he aquí la conclusión a la cual quería llegar) son todas iguales en su esencia, se distinguen únicamente por su longitud de onda.

Pero, entonces nuestro ojo no es otra cosa que un aparato radio receptor para radio transmisiones comprendidas en el intervalo efectivamente pequeñísimo, desde $8/10,000$ de mm. a $4/10,000$ de mm., de longitud de onda.

¡Cuánto más vasta es por el contrario la gama de un común receptor radio moderno! Ciertamente que puede parecer una verdadera lástima que nuestro ojo se limite a tan breve intervalo, si no fuera así, ¡cuánto más pronto habría progresado la investigación científica y cuánto más pronto se habría podido reconocer la fundamental igualdad entre la luz y el campo electromagnético! Pero, he dicho que puede parecer una verdadera lástima, por el contrario, me parece que debemos dar gracias al Creador porque ha limitado las posibilidades de nuestro ojo: ¿se imaginan, queridos lectores, qué terrible sería para nuestro gusto estético si tuviéramos la posibilidad de percibir, por ejemplo, las radiaciones X? Si esto sucediera, en lugar de las bellas damas que pasean por la plaza los Domingos, en la mañana, ¿qué veríamos? Veríamos esqueletos caminando.

Puesto que el objeto de esta disertación es el estudio de los colores de la luz, tenemos que limitarnos entonces a estudiar solamente aquel pequeño intervalo de

longitud de onda que, como hemos dicho, va desde $8/10,000$ de mm. a $4/10,000$ de mm. y que por otra parte, es de importancia inmensa para nosotros, porque toda la visión depende de él.

El color de la luz depende exclusivamente de su longitud de onda. Color y longitud de onda, representan la misma cosa, sólo que el color es un concepto psico-fisiológico, vivido, un concepto subjetivo, cualitativo, mientras que la longitud de onda es una magnitud física que tiene la ventaja de ser exactamente mensurable.

Dondequiera encontramos en el Universo una oscilación electromagnética con una longitud de onda de $4/10,000$ de mm., nuestro cerebro recibe una impresión violeta si al contrario, donde quiera que sea que nuestro ojo esté herido por una radiación de $7/10,000$ de mm., nosotros la llamaremos roja, porque así se nos aparece.

Es perfectamente indiferente la procedencia de esta radiación, provenga del sol a la puesta, o de una flor, o también de aquella cierta antena radio enloquecida de la cual he hablado antes.

Si de un fenómeno se sabe indicar una medida, un número, entonces se puede decir que ya se sabe algo al respecto. El haber reconocido que los colores no son otra cosa sino la interpretación psico-fisiológica de las diversas longitudes de onda, hemos llegado a una deducción fundamental.

Hemos dicho que los diferentes colores desde el

rojo al anaranjado, al amarillo, al verde, al azul, al violeta, están dados por todas las radiaciones electromagnéticas de longitud de onda comprendidas entre $8/10,000$ de mm. y $4/10,000$ de mm.

Pero entonces, ¿qué es el blanco? ¿qué es la luz blanca?

La luz blanca es el conjunto de todas las longitudes de onda de los diferentes colores.

Newton lo demostró por primera vez. Dispuso un prisma, esto es, un pedazo de vidrio con tres caras y tres ángulos, sobre el camino de un haz de rayos solares y observó que la luz blanca se descompone en los diferentes colores dando lugar a una especie de arco iris. Fig. 2.

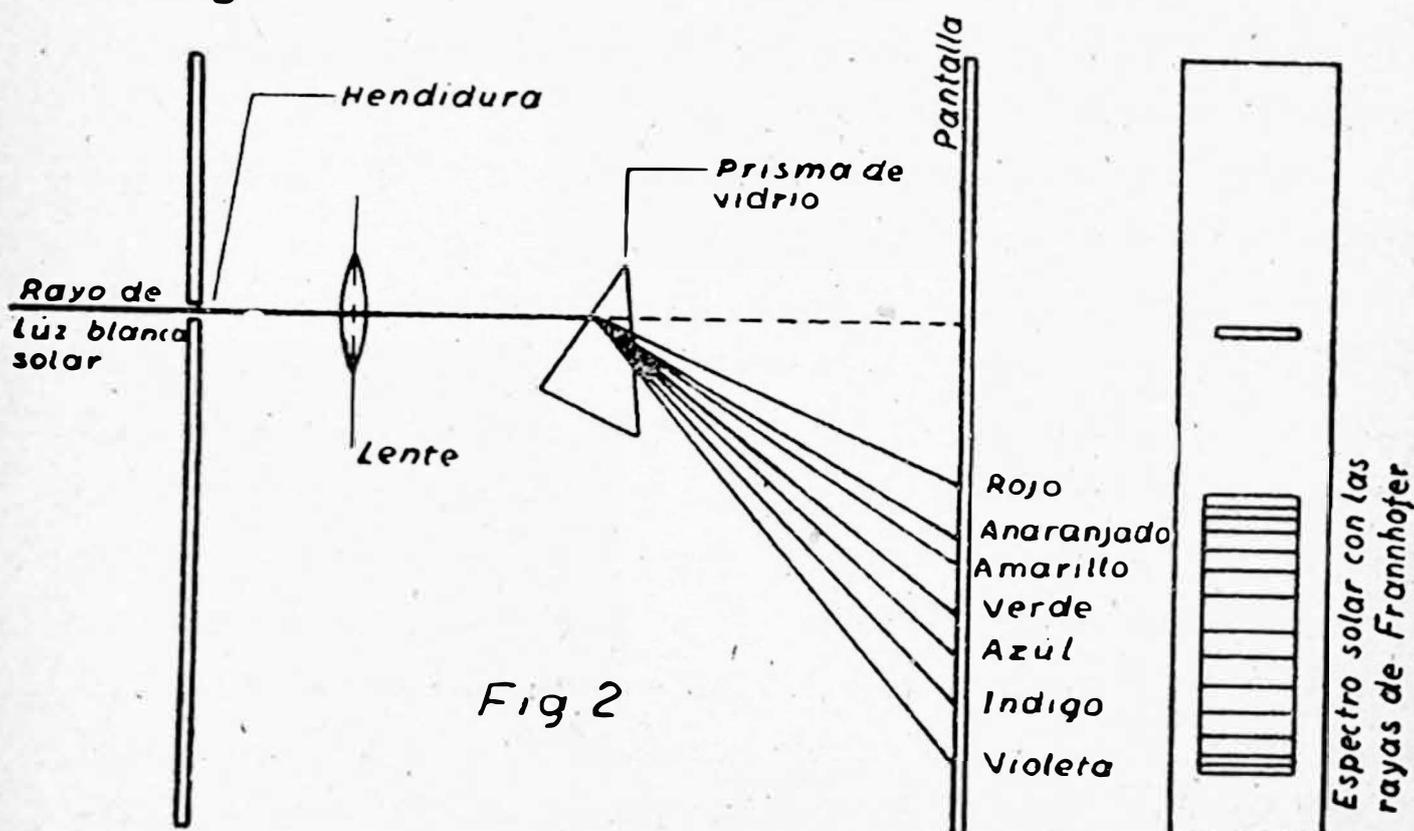


Fig. 2

El color menos desviado del prisma es el rojo que como sabemos tiene la mayor longitud de onda y el

color más desviado es el violeta que tiene la menor longitud de onda, así que en el espectro se ven sucesivamente los colores: rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, índigo y violeta.

¿Cómo se explica este fenómeno?

Los diferentes colores que componen el blanco, cuando el haz de luz entra en el vidrio del prisma se refractan diversamente.

La luz se propaga con velocidad menor en el vidrio que en el aire y la disminución de velocidad es tanto mayor cuanto menor es la longitud de onda de los diferentes colores y además, como la luz blanca puede subdividirse en los diferentes colores del espectro, éstos pueden a su vez componerse nuevamente en la luz blanca. Bastará poner delante del haz de luz descompuesta un lente convergente.

Se obtendría en este caso un disquito de luz blanca, síntesis de los diferentes colores del espectro.

Ahora que hemos visto que la luz blanca se puede descomponer en los diferentes colores del espectro y que, inversamente, el conjunto de tales colores reproduce nuevamente la luz blanca, preguntémonos: ¿por qué el mundo es policromo? ¿Por qué los objetos son diversamente coloreados?

Para poder responder a estas preguntas, creo oportuno exponer algunas experiencias.

En la disposición experimental que Newton usó para descomponer, mediante el prisma, la luz blanca

en los diferentes colores del espectro, coloquemos ahora un vidrio rojo delante de la hendidura que deja pasar el haz de luz blanca. Fig. 3.

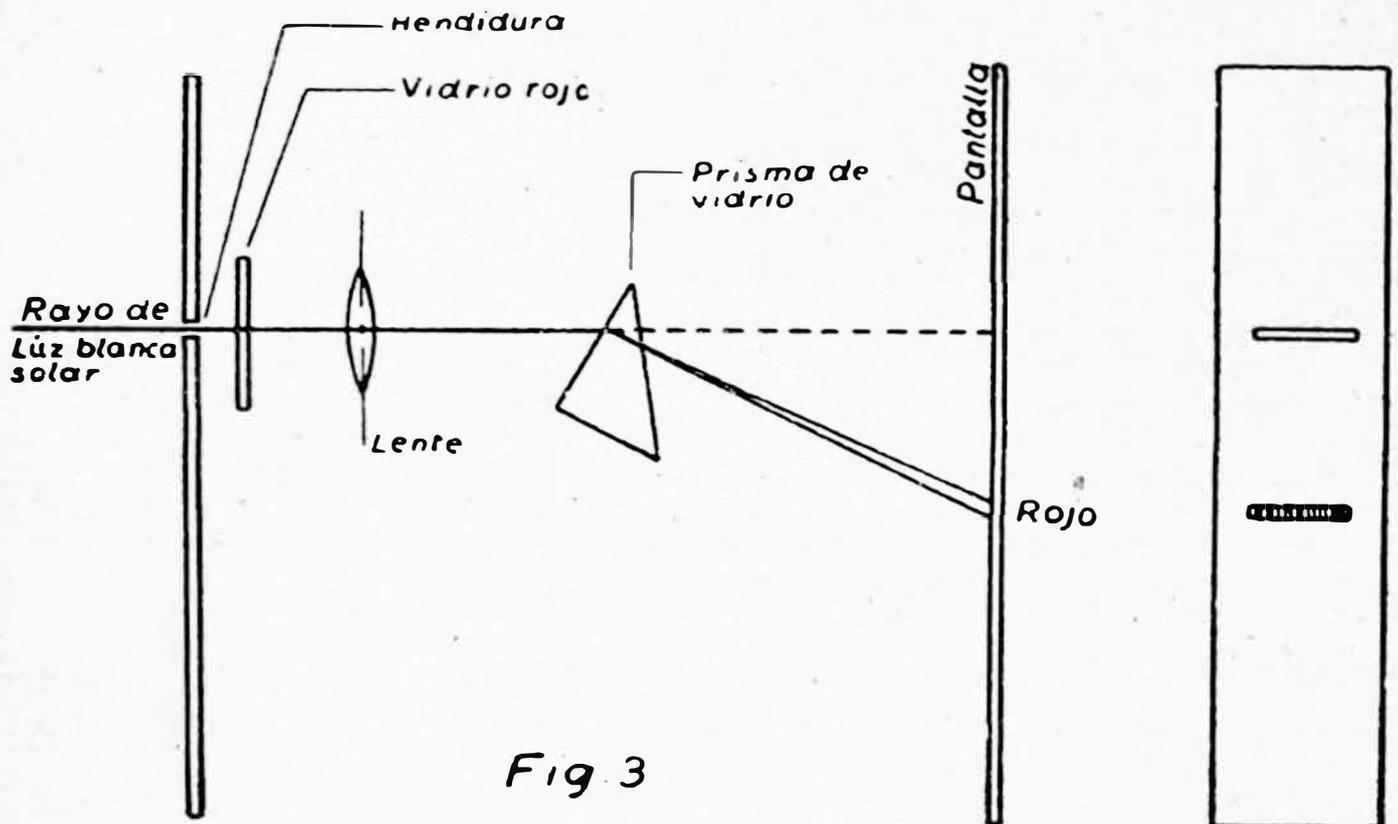


Fig. 3

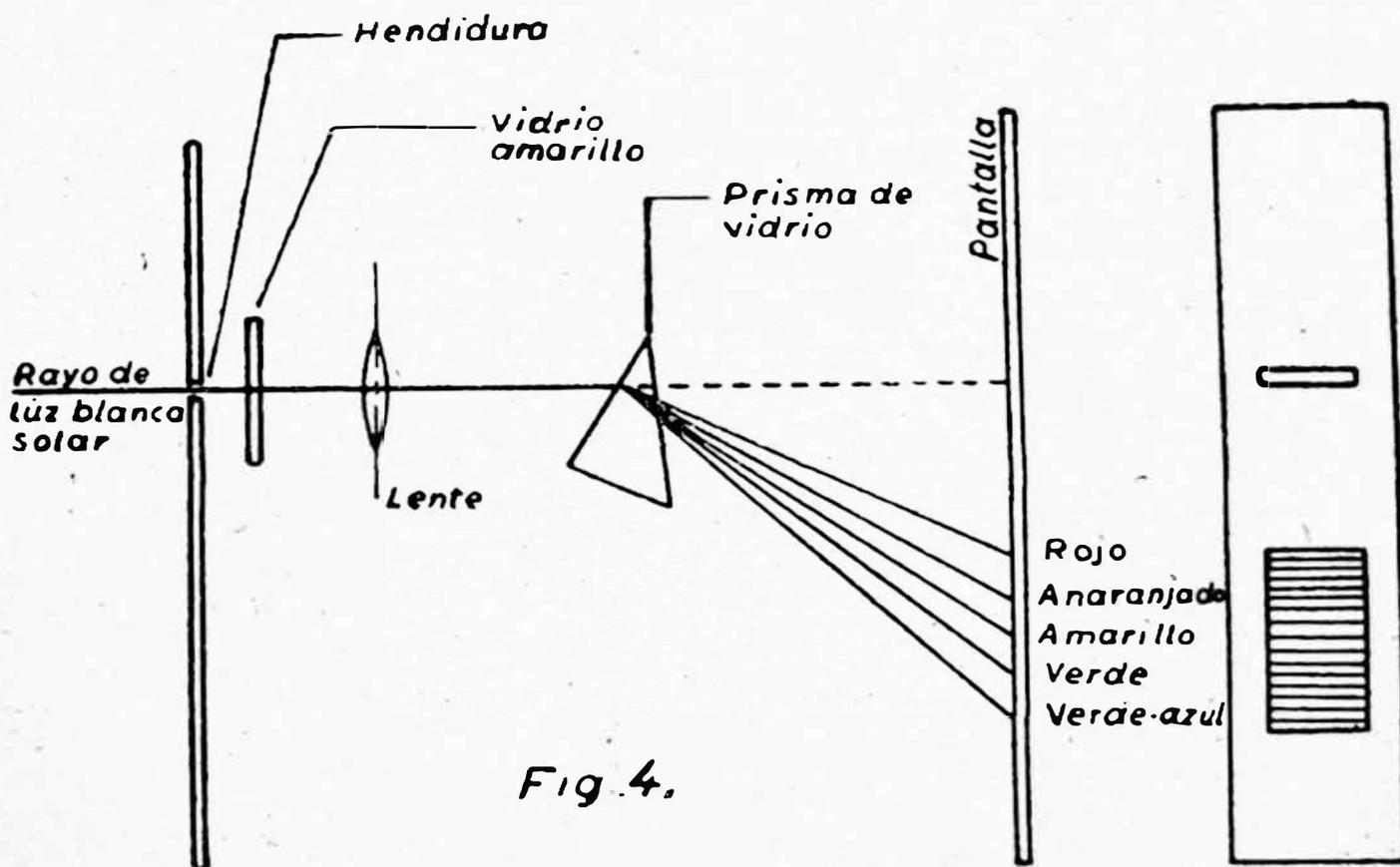
El vidrio rojo, elimina todos los colores del espectro excepto el rojo. Observemos, entonces, que no sucede un cambio del color incidente sobre el prisma, en otros colores, la única acción del vidrio es una acción destructiva; en otros términos, un pedazo de vidrio rojo, no está en condiciones de manifestar su coloración transformando otros colores en el rojo; él absorbe y destruye todos los colores del blanco, excepto el rojo.

Tal es la característica esencial de cada coloración; el color es debido a una eliminación de algunos colores del espectro, la cual da lugar a la formación de la luz, correspondiente a los colores residuos.

Toda la magnificencia de los colores no es sino esplendor tomado en empréstito.

En realidad, en la imagen roja producida sobre la pantalla, por la luz que ha atravesado el vidrio rojo, las partes laterales no son nítidas. Este hecho pone en evidencia que en la imagen no existe la luz de una sola longitud de onda, sino que de todo un pequeño intervalo de longitudes de onda, que corresponden al color rojo.

Si usamos, en cambio, un pedazo de vidrio amarillo la superposición se hace muy marcada. Fig. 4.



En efecto, el espectro aparece casi inalterado, pero un estudio más cuidadoso, muestra que el extremo azul y violeta han sido eliminados. Es sorprendente que un

vidrio amarillo permita el paso de tal complejo de longitudes de onda; entonces equivocadamente creemos que el color amarillo es un único color o un color puro.

Esta experiencia nos dice que la luz transmitida por un vidrio amarillo, contiene una gran variedad de longitudes de ondas, cada una de las cuales puede impresionar el ojo de manera diferente.

Debemos concluir que el prisma y el ojo no nos dan la misma definición de pureza y esto constituye una propiedad importantísima del proceso de la visión.

También los líquidos coloreados, como los vidrios producen el color por efecto de la destrucción de porciones de los tintes del espectro; este proceso es también la causa de la coloración de los sólidos.

¿Los colores? Magnificencia tomada en empréstito y nada más.

Parecerá raro afirmar que un artista que hace un bonito cuadro de acuarela no hace una obra de creación, sino que hace una obra destructiva; sin embargo, desde el punto de vista físico, es así. En efecto, cuando él cubre con color de acuarela un pedazo de papel blanco, él no produce luz de una nueva calidad, sino que destruye una parte de la luz blanca ya existente.

El papel blanco que él colorea, refleja todos los colores incidentes; él lo cubre con una capa de líquido transparente el cual es atravesado por la luz dos veces antes que ésta alcance nuestros ojos; una primera vez en el camino hacia el papel blanco que está abajo y después, de nuevo por la reflexión sobre éste.

Si este líquido absorbe todas las longitudes de onda excepto la del rojo, entonces son solamente los rayos rojos los que llegan a nuestros ojos; y esto sucede con la acuarela roja. Si el líquido absorbe solamente el violeta, el papel reflejará el amarillo; si el líquido absorbe solamente el rojo, el color resultante será verde-azul y así en seguida.

Cuando se cubre el papel con diferentes colores de acuarela superpuestos, el número de los líquidos destructivos aumenta y, naturalmente, en manos sin experiencia el color residuo puede aparecer obscuro y sucio.

De otro modo funcionan los colores al óleo: el color al óleo contiene una substancia sólida, que refleja y difunde la luz incidente y hace las veces del papel blanco en los colores de acuarela.

Por esto la luz no alcanza la tela, y una capa de colores puede ser lo suficientemente espesa como para esconder completamente las capas que están debajo.

Además, el color de un objeto no depende solamente de la naturaleza de la materia de la cual está compuesto, depende también de la naturaleza de la luz que lo ilumina.

La luz blanca del sol contiene todo el espectro de los colores, no se puede decir lo mismo de otras fuentes de luz.

Por ejemplo, el espectro (examinado con el acostumbrado método del prisma) de la luz amarilla de una lámpara a parafina, no contiene absolutamente las

longitudes de ondas cortas correspondientes al azul y al violeta.

Un pedazo de género azul en plena luz del día, adquiere su color porque éste absorbe la mayor parte de la luz incidente y refleja hacia el ojo solamente el azul.

En la luz de una lámpara a parafina, el mismo género aparece negro porque la luz emitida por aquella lámpara no contiene aquel único color que él puede reflejar, por consiguiente, el género no refleja ningún color.

Tomemos por ejemplo una manzana roja. Por un vicio adquirido desde el nacimiento, las moléculas de la cáscara de la manzana, comen toda la luz que reciben no devolviendo (tal vez por una idiosincrasia crónica) nada más que la luz roja, o sea, las ondas con una longitud de $6,5/10,000$ de mm.

Llevemos la manzana a un ambiente iluminado de rojo, la manzana quedará roja, es natural; pero llevémosla a una pieza iluminada de azul, ella aparecerá negra; se entiende: ella, como he dicho, tiene el vicio de devolver solamente la luz roja y engullir ávidamente cualquier otra luz y ahora en la pieza azul la pobre manzana espera inútilmente las únicas radiaciones que puede emitir y calla confundida.

Más afortunadas son, al contrario, las primulas porque son amarillas, y, como hemos dicho, el amarillo es el complejo de muchas longitudes de onda, precisamen-

te, de todas las longitudes de onda, menos las correspondientes al azul y al violeta.

Un ramillete de primulas del color llamado «puro amarillo», iluminado sucesivamente con los diferentes colores del espectro, cambia de aspecto.

Con el rojo, las flores aparecen rojas, con el amarillo aparecen con su color natural, con el verde aparecen verde y sólo en la luz azul aparecen negras; esta última luz tiene, en efecto, la única longitud de onda que estas flores no pueden reflejar.

Pero el apetito de radiaciones de las primulas es, como se ve, muy inferior al apetito de la hambrienta manzana roja de la cual he hablado antes.

Cuando un haz de luz solar entra a una pieza, puede primero encontrar una pared que puede ser blanca o coloreada o tapizada y todo el conjunto de los colores de la pieza cambia, por consiguiente de aspecto.

Y ahora estamos en la posibilidad de esclarecer más el concepto de «color blanco», estamos en la posibilidad de definirlo con mayor precisión y de conocerlo con mayor profundidad.

Se ha dicho que el color blanco, del cual parecen derivar todos los demás colores del espectro, corresponde al color de la luz ordinaria del día.

Pero este color varía a menudo de calidad y los aficionados a la fotografía lo saben muy bien.

Cuando el sol se pone, la luz se vuelve relativamente rica en color anaranjado y rojo. En la alta montaña, la luz es más azul que en la llanura, por esto

no es suficiente definir el «color blanco» diciendo que es el color de la luz del día.

Es tal vez mejor decir (según me parece): existe cierta composición media de longitudes de onda que se pueden establecer convencionalmente y que podemos llamar blanco.

Para dar entonces una definición precisa del color blanco, que se podría llamar blanco convencional, se necesitaría especificar y fijar la intensidad relativa de las varias longitudes de onda que lo componen, sirviéndose de intensidades muestras determinadas.

Pero esta definición no me consta que exista.

Por otra parte, en la luz no hay ninguna cualidad que pueda ser llamada blanco en sentido absoluto; el blanco es una propiedad de la luz que depende de la visión del ojo y que puede sólo ser definida convencionalmente.

Nos acercamos más a la realidad si hablamos, por ejemplo, de superficie blanca; porque el significado de este término es: superficie que refleja o difunde completamente toda especie de luz incidente.

Y es una propiedad pasiva si la confrontamos con otras cualidades que podríamos llamar activas; en efecto, un pedazo de papel blanco aparece rojo en la luz roja, azul en la luz azul, etc.

Si después se quisiera considerar como luz incidente, no solamente la luz visible, sino que también las radiaciones ultrarrojas y las ultravioletas, entonces las cosas se complicarían aun más.

El benceno, por ejemplo, es un líquido que es transparente para toda la luz visible; se dice entonces que es incoloro, pero en rigor, si consideramos un intervalo espectral que comprende también luz de longitudes de onda más cortas del violeta, de los rayos ultravioletas, podremos ver que tales radiaciones son absorbidas por el benceno; entonces deberíamos corregir nuestra afirmación que el benceno es incoloro y decir: es coloreado de un color que no es visible.

Hasta ahora hemos hablado de la parte que tiene la naturaleza de la luz en la producción de la sensación del color; ahora debemos considerar la reacción provocada sobre el ojo.

También aquí creemos oportuno comenzar con un experimento.

Con dos lámparas para proyección producimos dos discos blancos sobre una pantalla que se superponen en parte.

Si colocamos un pedazo de vidrio azul delante de una de las fuentes luminosas y un pedazo de vidrio amarillo frente a la otra, como en la Fig. 5, la parte en la cual los discos se superponen, recibe luz azul de la primera lámpara y luz amarilla de la otra.

Al ojo, esta parte superpuesta de los discos, aparece blanca.

¿Cómo sucede esto, puesto que sabemos que los colores amarillo y azul mezclados dan el verde?

Aquí nace una aparente contradicción, pero que pronto se resuelve.

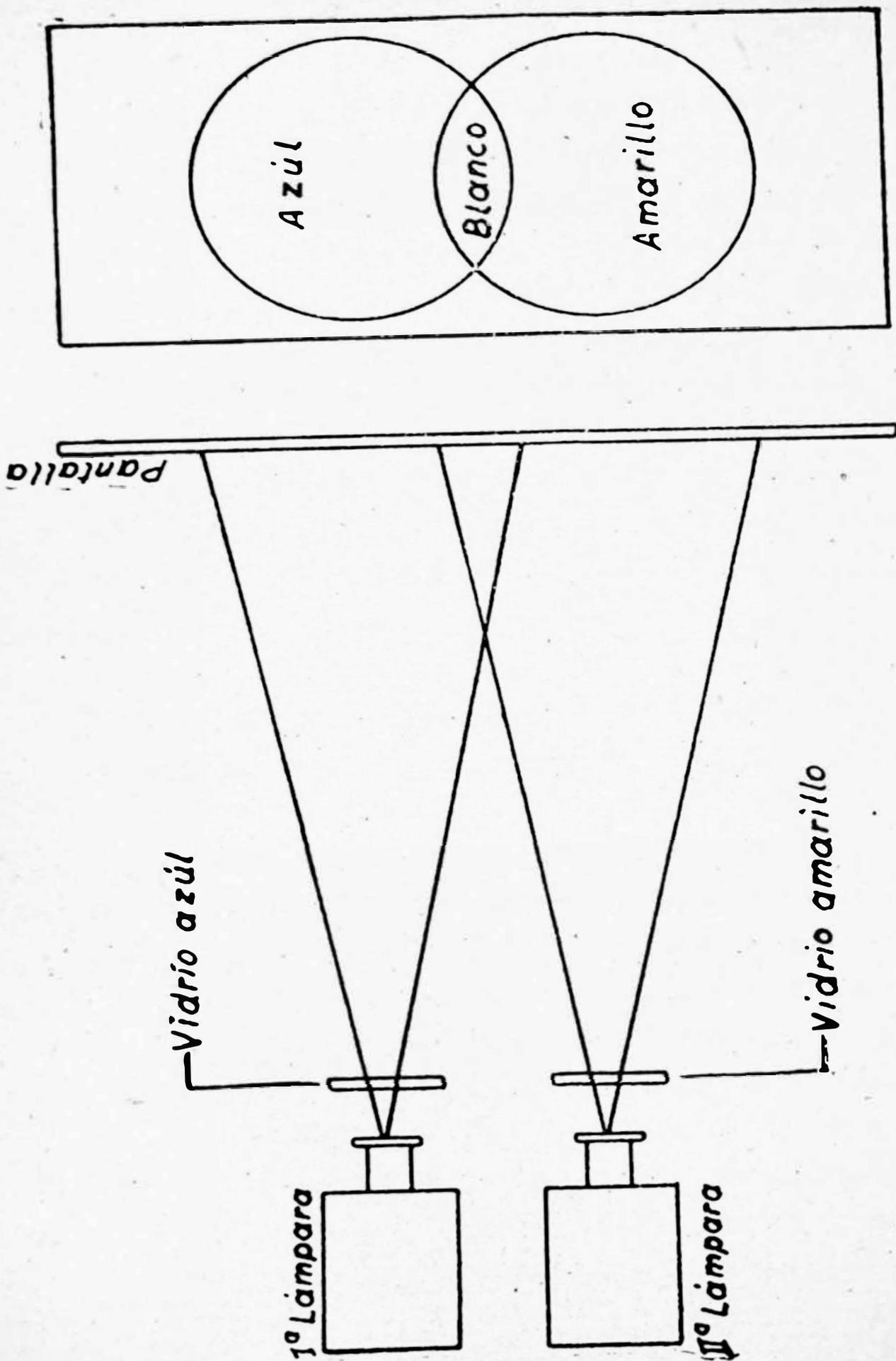


Fig. 5

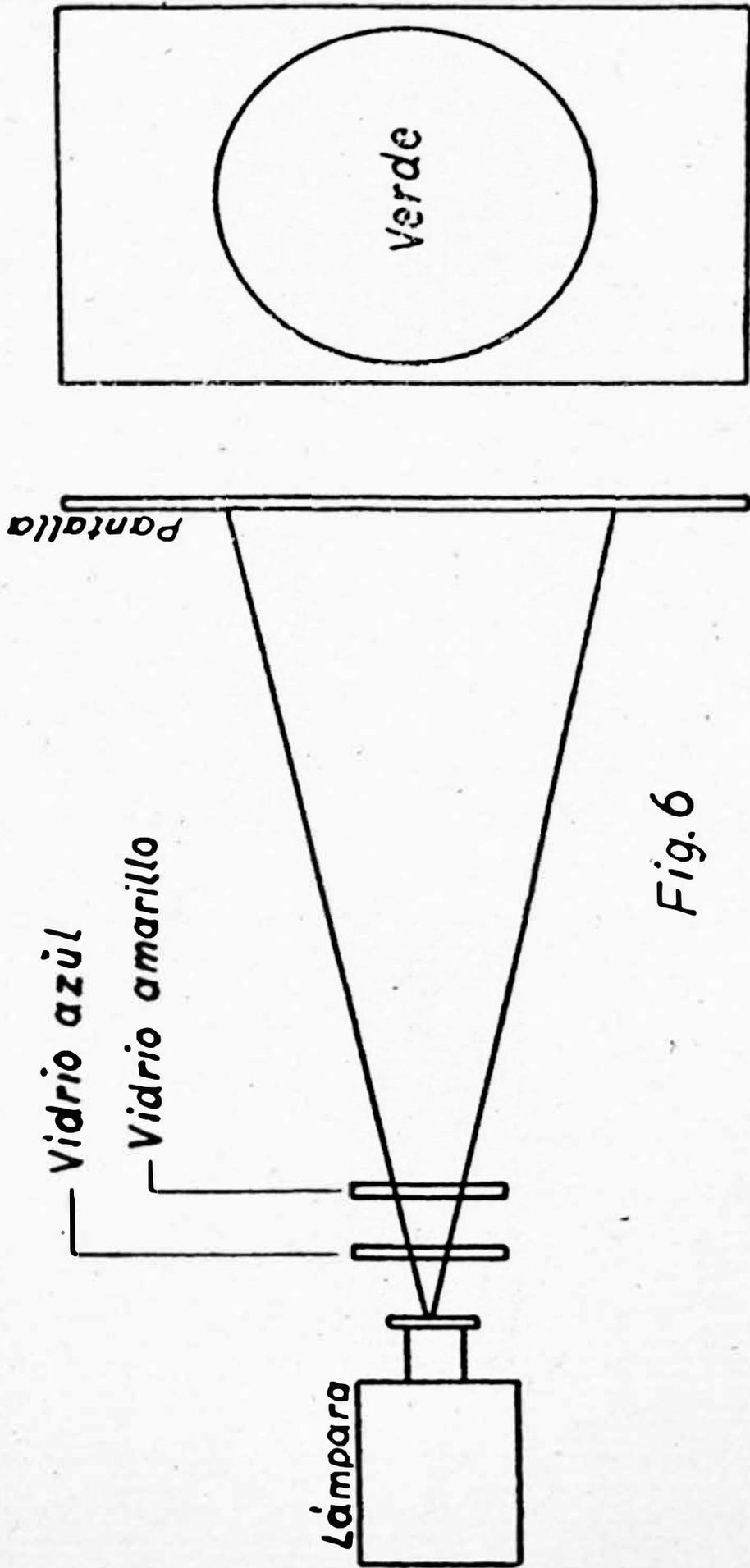


Fig. 6

Si disponemos ambos vidrios delante de una misma lámpara, como en la Fig. 6, el disco producido resulta efectivamente verde.

Esto es lo que había de esperar, pues el vidrio amarillo, como hemos visto antes, elimina del espectro el extremo azul y se podría también ver que el vidrio azul elimina al contrario el extremo rojo.

Si un haz de luz blanca atraviesa ambos vidrios, sólo la parte media del espectro pasa sin ser absorbida y ella está preponderantemente compuesta de luz verde.

Cuando, por el contrario, proyectamos el disco azul y el disco amarillo sobre la pantalla, sobreponiéndolos, se obtiene el blanco, porque nosotros no producimos dos sucesivas absorciones, lo que hacemos es una operación completamente diferente, producimos luz azul y luz amarilla que son recibidas por el ojo en el mismo tiempo. La combinación de las luces en los discos superpuestos, contiene el amarillo (esto es, todos los colores menos el azul) y el azul, o sea, el ojo percibe el conjunto como un color sensiblemente blanco.

Si repetimos el mismo experimento con vidrios rojo y verde, obtenemos un resultado análogo.

El color obtenido por sobreposición es el amarillo, mientras que si los dos vidrios son puestos delante de la misma lámpara ellos interceptan toda la luz y la pantalla aparece negra.

En efecto, como vimos antes, el examen por medio de un prisma ha mostrado que el vidrio verde elimina al contrario el rojo y una parte del azul.

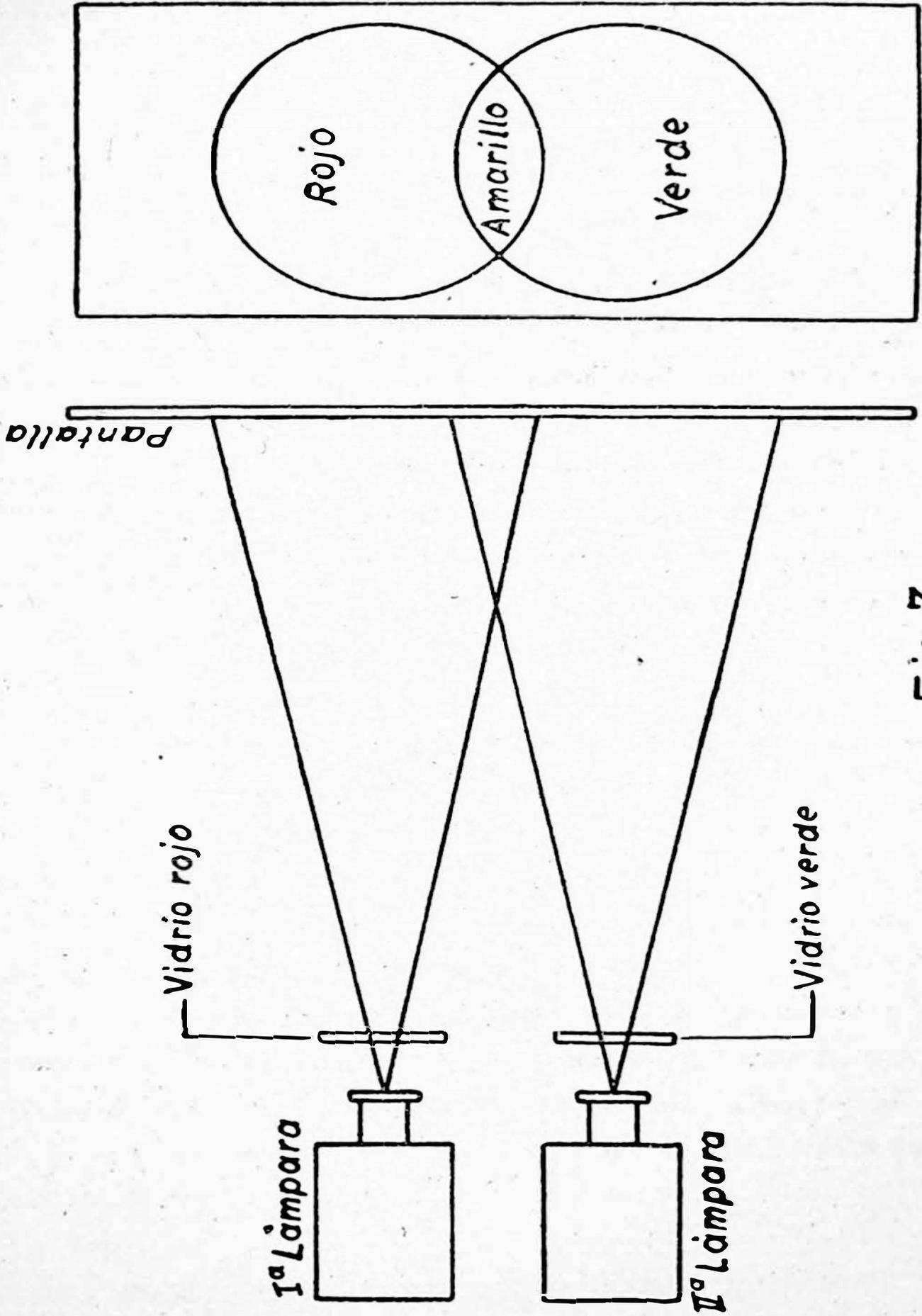


Fig. 7

Por esto ninguna luz puede pasar a través de los dos vidrios, mientras que sobreponiendo los discos se obtiene una mezcla de todos los colores excepto el azul y como ya hemos visto en este caso el ojo percibe el amarillo.

Según estas experiencias constatamos el hecho verdaderamente bastante raro, que un color que al ojo parece puro, puede estar constituido en realidad por un complejo de muchos colores simples, cada uno de los cuales puede ser producido separadamente.

En una cierta parte del espectro encontramos la luz amarilla, que es producida por ondas electromagnéticas, que pertenecen a un intervalo muy pequeño de longitudes de onda, mientras el amarillo que se obtiene de un vidrio amarillo contiene casi todas las longitudes de onda del espectro visible.

Se puede decir algo más: las maneras para componer el amarillo en el ojo, son infinitas.

Esta verdad física que se refiere al ojo es muy importante, también porque el comportamiento del oído en el caso análogo se presenta radicalmente distinto.

También para los sonidos, la sensación es debida al movimiento ondulatorio, en modo análogo a cuanto sucede para la luz, solamente que en el caso del sonido el medio en el cual sucede el fenómeno es un medio material como el aire u otro gas, o un líquido, o un sólido.

En el caso del sonido, como aquel de la luz, las longitudes de onda diferentes dan lugar a sensaciones

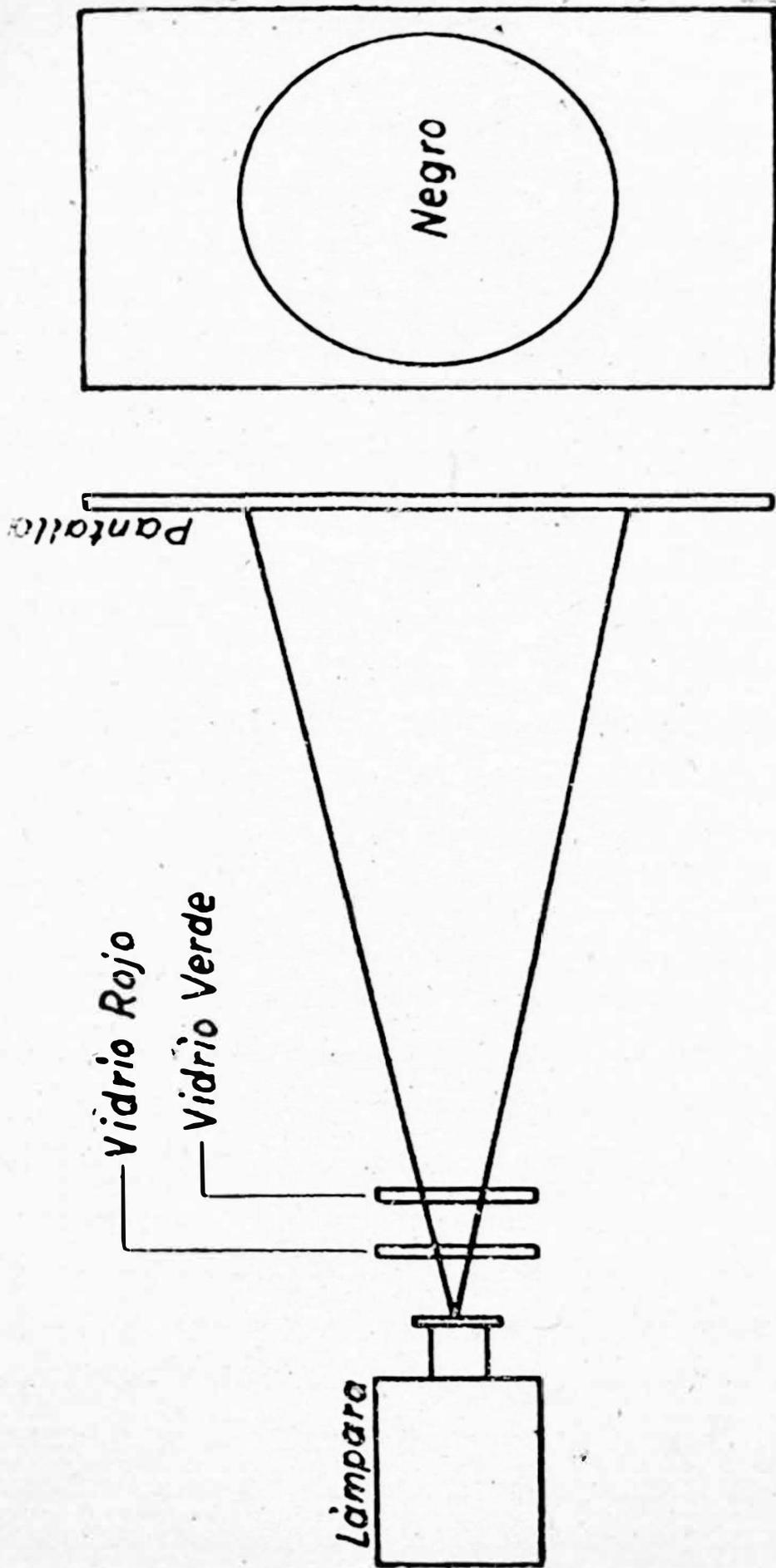


Fig. 8

distintas: cuanto más corta es la longitud de onda tanto más alto es el sonido, cuanto más larga es la longitud de onda tanto más bajo el sonido.

Para las notas más bajas del piano la longitud de onda es de algunos metros, para las notas más altas es de pocos centímetros.

Hasta aquí la analogía entre la luz y el sonido es completa, pero ella pierde su validez cuando se comparan los efectos de las ondas combinadas.

Hemos visto que cuando dos rayos de luz, de diferentes longitudes de onda, entran juntos en el ojo este percibe una sensación de color puro, el ojo es entonces incapaz de reconocer la mezcla de los colores y de analizarla descomponiéndola en los colores que la componen.

Una demostración contiuua de esta afirmación la tenemos a cada instante, cuando nosotros miramos una luz blanca, por ejemplo, de una ampolleta eléctrica, no tenemos la posibilidad, diría fisiológica, de reconocer que aquella luz es el conjunto de tantos colores y sólo un dispositivo experimental artificial, el del prisma de Newton, nos ha podido enseñar aquello que el ojo no podía ver.

Por el contrario, en el caso del sonido, el oído está en condiciones de reconocer una mezcla de frecuencias distintas. Pueden llegar al oído simultáneamente varios sonidos distintos, el de un violín, de un piano y el canto de una soprano, y el oído tiene la facultad de distinguirlos sin amasarlos en un único tono.

Además, el sonido de una cuerda de violín, por ejemplo, puede ser analizado y puede procurarnos una sensación más o menos agradable, según su composición.

Todo esto es como base esencial de la música.

Si se probara construir un instrumento que se podría llamar «el piano de las luces», que por medio de teclas produjera sucesivamente sobre una pantalla colores particulares, esta tentativa llevaría ciertamente al fracaso, porque solamente con el sonido, con la música, se pueden obtener poderosas sensaciones estéticas con este método.

Se puede opinar que el mecanismo del oído comprende un sistema de receptores, cada uno de los cuales responde sólo a sonidos que pertenecen a intervalos de frecuencia muy restringidos.

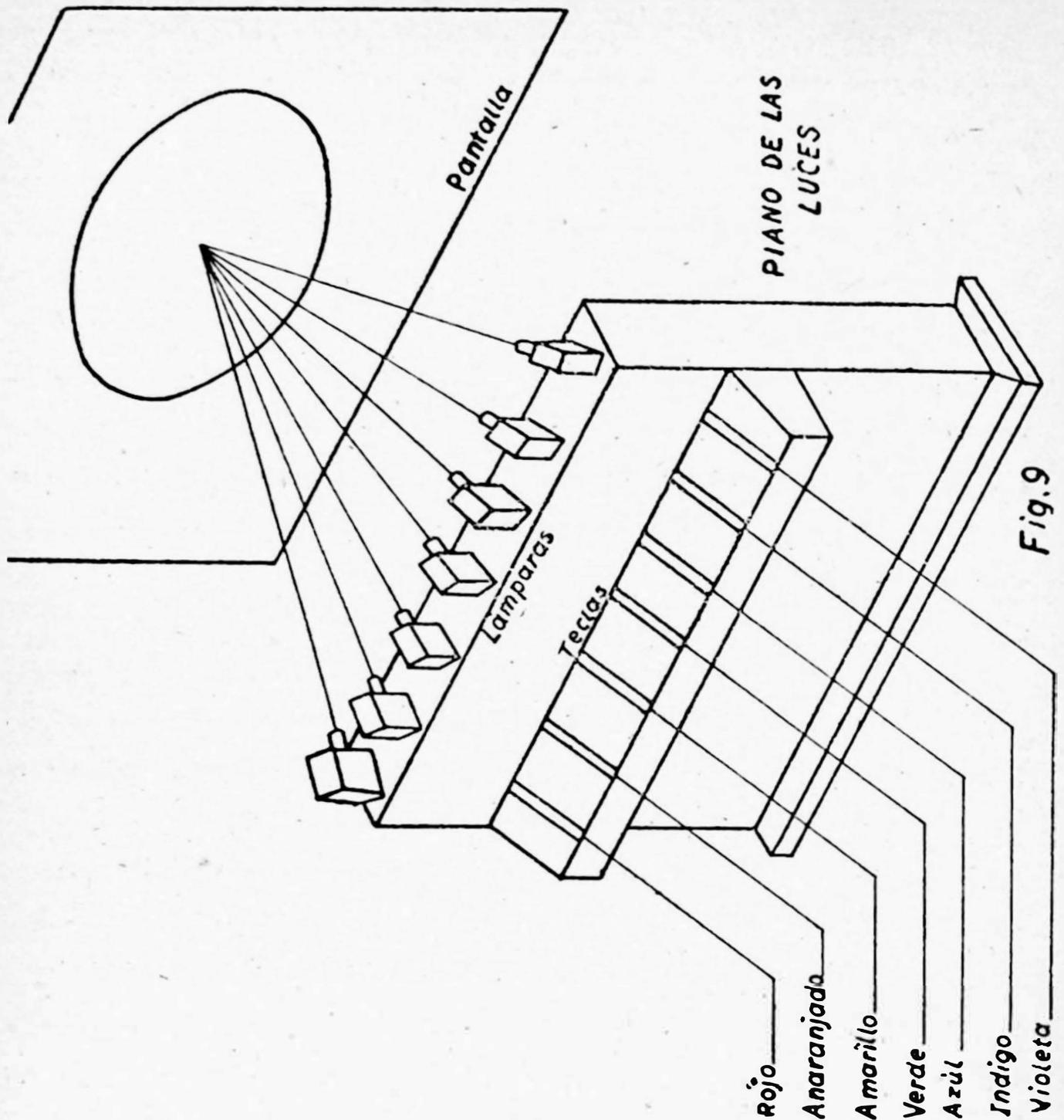
El ojo no puede ser considerado como un mecanismo tan selectivo.

Un gran número de investigaciones ha sido hecho para llegar a comprender el mecanismo de la visión, pero la solución del problema todavía no puede considerarse definitivamente conseguida.

También, en este campo, los médicos han prestado y deberán prestar su cooperación a los físicos.

Pero generalmente se supone que existen en el ojo tres radios receptores (permítanme que así los llame), cada uno de los cuales es sensible a frecuencias fuertemente variables.

En otros términos, tres radios receptores, cada uno



de los cuales no puede ser sintonizado de tal modo que sea selectivo a cada campo de longitudes de onda, de los diferentes colores de la luz.

Dos de estos receptores responden mejor a los colores extremos del espectro visible: el rojo y el azul, y el tercero a su vez, responde mejor a la parte central.

Nuestras sensaciones de color dependerían de las reacciones más o menos intensas de estos tres receptores.

Si uno de estos tres, por ejemplo el que es sensible al rojo, falta o está defectuoso, el ojo se vuelve más o menos insensible a la presencia del rojo.

Con este defecto, difícilmente se distinguen las flores rojas de las hojas verdes. En efecto, hay un número bastante grande de personas que tiene este defecto llamado, como es sabido, daltonismo. Comúnmente es el receptor de la luz roja el que falta. La persona puede por mucho tiempo no darse cuenta del defecto de su vista.

Con la hipótesis de los tres radios receptores en el ojo, se puede explicar muy bien de qué modo es posible producir las diferentes combinaciones de longitudes de onda que parecen iguales para el ojo; en efecto una particular sensación de color sería debida a una excitación simultánea de los tres receptores con intensidades en determinadas proporciones.

Pero las investigaciones de estos últimos años han cambiado mucho las ideas al respecto. Se trata de estudios muy recientes y en pleno desarrollo, que no han alcanzado todavía resultados y conclusiones satisfactorios.

Pero, creo oportuno exponer por lo menos el principio, sobre el cual se basan estos estudios, ya que un trabajo sobre los colores de la luz, hecho ahora, debe,

evidentemente, comprender el desarrollo de las ideas que hasta hoy día se refieren.

El proceso de la visión según las ideas modernas, sería debido al fenómeno fotoeléctrico; fenómeno que se aprovecha, desde hace ya tiempo por medio de la llamada célula fotoeléctrica, en varias aplicaciones físico técnicas modernas y precisamente en la televisión, en la telefotografía, en el cine sonoro, etc.

El fenómeno fotoeléctrico, llamado también efecto fotoeléctrico, consiste en el hecho de que una oscilación electromagnética de longitud de onda relativamente corta (por ejemplo la luz) que incide sobre un cuerpo, o sea que bombardea un cuerpo, alcanza a desprender del mismo algunas partículas pequeñísimas cargadas de electricidad negativa llamadas electrones.

El efecto fotoeléctrico, o en otros términos la cantidad de electrones desprendidos del cuerpo, depende de la intensidad de la radiación y de su longitud de onda.

La luz al bombardear la retina del ojo desprendería de ella electrones y de este hecho daría lugar a la visión.

Con esta hipótesis se explicaría también la razón del limitado intervalo correspondiente a la visibilidad, intervalo que, como he dicho, va de $8/10,000$ de mm. a $4/10,000$ de mm., en tanto que los rayos ultrarrojos de longitud de onda mayor, no tienen la energía suficiente para desprender electrones de la retina y por otra parte los rayos ultravioletas de longitud de

onda menor, ejercitarían al contrario, una acción demasiado violenta, desprendiendo los electrones con demasiada velocidad, de modo que en los dos casos no puede verificarse la visibilidad, la que sólo puede verificarse en el intervalo ya varias veces definido.

Pero, como repito, aun se sabe muy poco al respecto para poder profundizar más el argumento.

Conforme a todo lo que he desarrollado en este trabajo, resulta que nuestro ojo no sólo es sensible a un pequeñísimo intervalo de toda la gran familia de las ondas electromagnéticas, sino que no alcanza a analizar una luz compleja en las luces que la componen, estimando a un color, puro y único, siendo que en realidad es el conjunto de varios colores.

Bajo este aspecto se podría decir que el ojo es muy inferior al oído. En efecto, como me parece haber demostrado, con nuestro ojo no se puede obtener una sensación estética por medio de la música de los colores, como al contrario nos es posible con nuestro oído obtener las magníficas sensaciones que puede dar por ejemplo la Quinta Sinfonía de Beethoven.

Pero ahora me permito expresarme no como hombre de ciencia, sino como hombre que ha sentido y siente, como todos, la magnificencia de una hermosa puesta de sol en verano o la tenue suavidad de un alba primaveral.

¿Qué sensación más bella que aquella que tenemos mirando, en una hermosa tarde de verano, una bonita puesta, cuando el sol baja al horizonte, cuando des-

ciende poco a poco, casi para darnos por más tiempo aquel espectáculo maravilloso?

Y es el ojo, así como es, el que nos da la posibilidad de sentir estos espectáculos que la naturaleza ofrece. Si el Creador nos hubiera dado un ojo más perfecto desde el punto de vista físico, ¿podríamos nosotros ver un alba o una puesta así como ahora los vemos?

Con toda probabilidad, no. Pues bien, si con un ojo más perfecto no tuviéramos esta posibilidad, yo aunque físico, prefiero tenerlo así y creo que todos serán de mi mismo parecer.