

compone la luz blanca son *desigualmente refrangibles* y no sólo cada color en particular, sino aun los rayos de cada zona de un color; por esto se ha



Fig. 218. Recomposición de la luz con dos prismas.

convenido en tomar como índice de una substancia el índice medio del amarillo en el espectro que con ella se obtiene.

173. *Recomposición de la luz.* — Para demostrar que la luz blanca del sol

está realmente formada de siete colores no basta descomponerla, sino que tenemos que comprobar que la reunión de los siete colores da origen á la luz blanca.

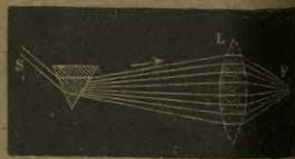


Fig. 219. Recomposición de la luz con una lente biconvexa.

Si se recibe el espectro sobre un segundo prisma del mismo ángulo refringente que el primero, pero colocado en sentido contrario, el segundo prisma vuelve á reunir los rayos y se obtiene un haz emergente E paralelo al incidente y que da en la pantalla una imagen blanca.

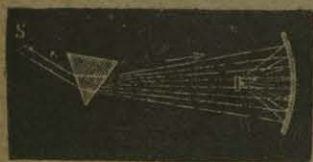


Fig. 220. Recomposición con un espejo cóncavo.

Puede también recomponerse la luz recibiendo el espectro sobre una lente biconvexa, y colocando en su foco una pantalla, se recibe una imagen blanca del Sol.

Otro procedimiento para recomponer la luz consiste en recibir los rayos coloridos que salen del prisma sobre un espejo cón-

cavo, y colocando en el foco una pantalla de vidrio despolido se recibirá una imagen blanca.

174. *Disco de Newton.* — Newton ideó un experimento para producir la sensación de la luz blanca construyendo un disco de cartón de 30 centímetros de diámetro próximamente. El centro y los bordes son negros, y en el intervalo hay pegadas tiritas de

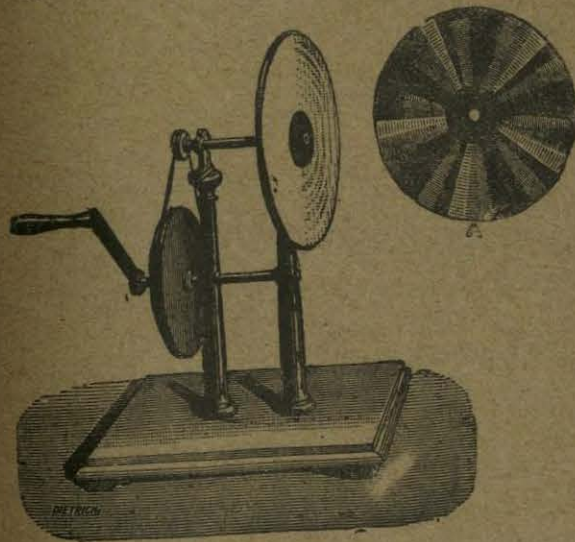


Fig. 221. Disco de Newton.

papel rojas, anaranjadas, amarillas, verdes, azules, indigo y violadas, que van de la zona central á la circunferencia, formando tres, cuatro ó más espectros sucesivos. Imprimiendo al disco un rápido movimiento de rotación, la retina recibe casi simultáneamente la impresión de los siete colores y el disco parece casi blanco. No se puede obtener un color netamente blanco por la dificultad en imitar con exactitud los tintes del espectro.

175. *Colores de los cuerpos.* — Según Newton, los

cuerpos descomponen también la luz por reflexión y su color propio depende únicamente del poder reflector que tienen para los diferentes colores simples. Un cuerpo que refleja todos los colores en las proporciones que tienen en el espectro, parece *blanco*, y uno que los absorbe todos, parece *negro*.

La naturaleza de la luz hace variar también el color de los cuerpos. En la luz del gas, por ejemplo, domina el amarillo y la flama comunica este color á los objetos que alumbrá.

Newton dió el nombre de *colores complementarios* á los que al sobreponerse, producen el color blanco. Todo color tiene otro que le es complementario. El verde es complementario del rojo, el azul del anaranjado, el violado del amarillo.

*Experimento núm. 40.* — Colóquese sobre una mesa una hoja de papel blanco, sobre cuyo medio se para una pantalla que llegue á la altura de los ojos del observador. A la derecha se coloca la carta francesa conocida con el nombre *as de cœur*. Colocando la cabeza encima de la pantalla vertical, es claro que sólo el ojo derecho verá la carta, mientras que el izquierdo verá únicamente la mitad del papel blanco. Al cabo de un minuto se cierra el ojo derecho, se quita la carta, y el ojo izquierdo, que ha permanecido constantemente abierto y *que no ha sido absolutamente impresionado por el color rojo, ve aparecer sobre la hoja del papel un haz de color verdoso*.

Ciérrese ahora el izquierdo y ábrase el derecho: la misma imagen verdosa aparecerá. No hay que olvidar que el color verde es el complementario del rojo.

*Experimento núm. 41.* — Párense sobre una mesa, á 25 centímetros de distancia, dos libros, entre cuyas páginas se sostiene una hoja de papel que

tiene pintadas tres fajas verticales de igual altura: una anaranjada, á la izquierda; una negra en medio, y una verde á la derecha.

Se toma una hoja de cartón blanco de unos 30 centímetros de ancho y se introduce ligeramente entre la parte superior de las páginas, de tal manera que en el momento deseado, pueda caer y tapar á la hoja de las 3 fajas coloridas.

Se hace que alguna persona mire atentamente las 3 fajas de color; al cabo de un minuto se deja caer el cartón blanco. Si la persona sigue mirando este cartón, verá después de 10 segundos, aproximadamente, otras 3 bandas, nada más que los colores, en lugar de ser anaranjado, negro y verde, son azul, blanco y encarnado, que son los complementarios de los primeros.

176. *Constitución del espectro solar.*—El espectro solar se compone realmente de tres partes: 1.<sup>a</sup>, una zona *luminosa* que al obrar sobre el ojo produce el espectro propiamente dicho; 2.<sup>o</sup>, una zona *calorífica* situada más acá del rojo, que no excita la visión, pero que tiene mayor poder calorífico que las otras partes del espectro; estos rayos que forman el espectro calorífico se llaman *infra-rojos*; 3.<sup>a</sup>, una zona dotada de gran energía química, é impropia como la calorífica para excitar la visión; los rayos químicos que forman esta última parte del espectro se llaman *ultraviolados*. De manera que la luz blanca del sol está realmente formada por tres clases de rayos: *luminosos, caloríficos y químicos*.

177. *Experimento de Draper.*—El Sr. Draper demuestra con el experimento que vamos á referir que la composición de la parte visible del espectro varía con la temperatura del foco luminoso.

Se hace pasar una corriente eléctrica por un alam-

bre de platino, aumentando progresivamente la intensidad. El alambre se calienta cada vez más y a los 500° próximamente empieza á volverse luminoso.

Analizando por medio de un prisma la luz que emite este alambre no se obtienen al principio sino rayos rojos; pero como la intensidad de la corriente sigue aumentando, el alambre se calienta más, después del rojo aparece el anaranjado. Sigue subiendo la temperatura y entonces se observa sucesivamente el amarillo, el verde, el azul, el indigo y al fin se percibe el violado cuando la temperatura del platino llega al *blanco*.

Leslie fué el primero que con su termómetro diferencial reconoció que el calor crece en el espectro del violeta al rojo, y Herschell demostró que se extiende más allá del rojo.

178. *Las rayas de Fraunhofer*.— Los diversos colores del espectro solar no son continuos, sino que se hallan separados por un gran número de bandas oscuras, muy estrechas, que se llaman *rayas del espectro*.

Fraunhofer designó á las rayas principales con las letras A, B, C, D, E, F, G y H. La raya A está en el límite del rojo, la B en medio del rojo, la C en el límite del rojo con el anaranjado, la D en el amarillo, la E en el verde, la F en el azul, la G en el indigo y la H en el violeta. Hay también otras rayas notables como la *a* en el rojo y la *b* en el verde. Con la luz solar estas rayas tienen posiciones fijas; en los espectros formados por las luces artificiales ó por las estrellas, cambia la posición relativa de las rayas; con la luz eléctrica las rayas oscuras se convierten en rayas brillantes.

179. *Las partes invisibles del espectro*.— Los experimentos siguientes hicieron presumir la existen-

cia de tres series de radiaciones en el espectro. Si se pasa un termómetro muy sensible por las diversas partes del espectro, se observa que la temperatura va aumentando á medida que el termómetro se acerca al rojo, y si se sigue alejando el termómetro más allá del rojo, sigue acusando elevación de temperatura hasta cierta distancia.

Si se hace caer un espectro sobre una placa cubierta de ioduro de plata, se comprueba que la acción química va aumentando del amarillo al violeta y continúa más allá de este tinte. Hay, pues, radiaciones menos refrangibles que las rojas y dotadas solamente de poder calorífico y otras más refrangibles que las violadas y dotadas solamente de poder químico.

180. *El Espectroscopio*.— Llama realmente la atención que un físico tan observador y tan cuidadoso en sus experimentos como Isaac Newton no hubiera visto las rayas del espectro observadas por primera vez por Wollaston en 1802 y estudiadas por Fraunhofer en 1815. Muchos físicos, después de éstos, se han dedicado al estudio del espectro solar, y uno de los trabajos más recientes es el del físico Rowland, quien midió con toda precisión 1,200 rayas en el espectro.

El aparato que se emplea para hacer el estudio del espectro se conoce con el nombre de *espectroscopio*. Se compone de un pie de metal en cuya parte superior va colocado un prisma. Alrededor del prisma están colocados:

1.º Un *colimador* ó aparato destinado á dirigir sobre el prisma un haz de rayos paralelos. Este colimador se compone de un tubo que lleva una lente y una hendidura que puede ser iluminada por el foco de luz que se trate de analizar. La hendidura

está colocada en el foco principal de la lente principal, de modo que el haz emergente sea paralelo al eje principal.

2.º Un *anteojo* cuyo eje óptico se dirija de modo que reciba los rayos emergentes del prisma. Este anteojo es de pequeño aumento y de campo muy amplio.

3.º Un *micrómetro* que viene á ser una especie de segundo colimador y que lleva en su foco una escala

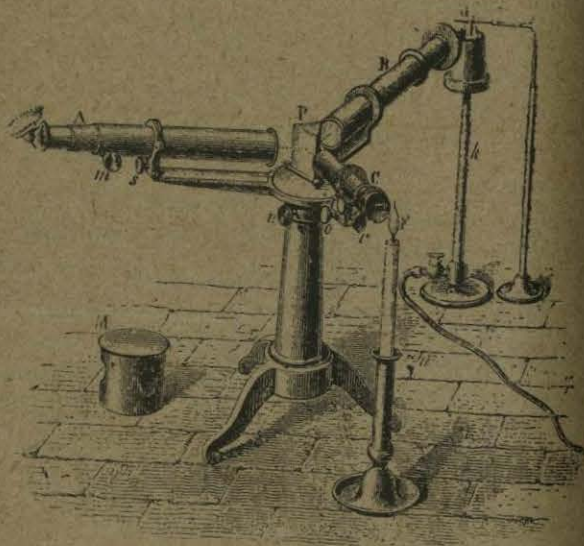


Fig. 222. El espectroscopio.

graduada con divisiones muy finas y equidistantes, fotografiadas en vidrio.

Iluminando bien el micrómetro se consigue, al observar por el anteojo, ver el espectro y la escala. El anteojo es el único que puede girar en torno del prisma, y el micrómetro se ilumina por medio de una bujía.

181. *Análisis espectral*. — El estudio del espectro de los distintos cuerpos ha creado un maravilloso

medio de investigación que se conoce con el nombre de *análisis espectral*.

Ya en 1815 Fraunhofer (\*) había observado que los espectros de las chispas eléctricas presentaban rayas brillantes, y en 1826 Talbot (\*\*) y otros observadores notaron que las rayas brillantes son características de los metales; pero hasta 1860 fué cuando Kirchhof (\*\*\*) y Bunsen (\*\*\*\*) fundaron el método *espectroscópico ó análisis espectral*. Entre los espectros estudiados mencionaremos:

El del sodio, que presenta una raya amarilla doble, muy brillante, que ocupa exactamente el lugar de la raya D de Fraunhofer.

El del potasio, caracterizado por dos rayas brillantes, una en la extremidad roja y otra en la extremidad violada.

El bario, con dos rayas verdes y otras en el amarillo y en el azul.

El cesio y el rubidio son dos metales descubiertos por Kirchhof y Bunsen por medio del análisis espectral. Este mismo análisis sirvió á Crookes (\*\*\*\*) para el descubrimiento del talio y al Sr. Ramsay para la identificación del helium.

(\*) Fraunhofer, físico alemán, nació en 1787, murió en 1826. Descubrió las rayas del espectro solar, y perfeccionó la construcción de las lentes y de los instrumentos de óptica.

(\*\*) Talbot, físico inglés, hizo adelantar mucho la fotografía.

(\*\*\*) Kirchhof, físico alemán, profesor de la Universidad de Jena; se le deben numerosos trabajos sobre electricidad, calor y luz.

(\*\*\*\*) Bunsen, profesor de Física en la Universidad de Heidelberg, fué inventor de la pila que lleva su nombre. Inventó un calorímetro, un fotómetro y otros aparatos. Unido con Kirchhof hizo notables trabajos de análisis espectral.

(\*\*\*\*\*) Crookes, célebre físico inglés. Se ha dedicado mucho al estudio de los rayos catódicos.

El análisis espectral ha permitido comprobar la existencia en el Sol del hierro, el calcio, el magnesio, el sodio, el cromo, el níquel, el manganeso y el hidrógeno.

El análisis espectral ha servido en los últimos años para el descubrimiento de nuevos elementos en el aire, como por ejemplo el krypton, que da en el espectro rayas brillantes muy hermosas y principalmente la raya verde de la aurora boreal. El neon también da rayas características, el meta- y otros más.

LA FOTOGRAFÍA Y SUS APLICACIONES

182. *Historia.* — A mediados del siglo XVI un físico italiano, el Sr. G. B. Porta (\*), inventó un aparato muy sencillo que producía resultados admirables. El primer experimento hecho por el inteligente físico consistió en hacer un pequeño agujero en la puerta de una habitación enteramente oscura. En la pared opuesta al agujero restiraba un lienzo blanco, y cuando el sol daba de lleno sobre la puerta

(\*) Porta (Giambattista della) nació en 1540, murió en 1615. Tuvo en su época una reputación inmensa, justificada por sus trabajos. Recorrió, con gran provecho, las principales ciudades de Italia, Francia y España, concurriendo a las bibliotecas y visitando á los sabios. A la edad de 15 años era tal su erudición, que había escrito ya los tres primeros tomos de su *Magia Natural*. Fundó la *Academia del Secreto*, á la que solamente eran admitidos los que habían hecho un descubrimiento científico.

Popularizó mucho las ciencias físicas y naturales, inventó la cámara oscura y escribió numerosos trabajos acerca de los espejos planos, convexos y cóncavos.

Una de sus obras más notables es acerca de «La Refracción y Anatomía del Ojo».

se retrataban en el lienzo todos los objetos exteriores, con sus colores, sus sombras, sus detalles, en suma, con extraordinaria fidelidad.

Porta construyó después un aparato que se componía de una caja de madera pintada de negro y que llevaba en su cara anterior un tubo con una lente biconvexa. Dentro de la caja había un espejo plano inclinado á 45°, y encima de este espejo quedaba un vidrio despulido donde iba á pintarse la imagen de los objetos exteriores que quedaban frente á la lente.

En el año de 1780, el Profesor Charles (\*) fué el primero en emplear la cámara oscura para obtener fotografías rudimentarias.

Fué á principios del siglo XIX cuando dos franceses, Daguerre y Niepce, comenzaron los trabajos iniciales para el descubrimiento de la fotografía. Un día, una de esas verdaderas casualidades tan comunes en casi todos los grandes descubrimientos, hizo que Daguerre diera un gran paso adelante. Había preparado una placa metálica con yodo, y por mero accidente dejó sobre esa placa una cuchara de plata en un lugar por donde la luz del Sol entraba de lleno. Cuando Daguerre regresa á recoger la placa, observa con asombro sin límites que la imagen de la cuchara está claramente dibujada en la lámina metálica. Daguerre crea entonces el procedimiento llamado *Daguerreotipo*, que tenía desde luego el inconveniente de exigir una muy larga exposición.

(\*) Jacobo Charles, hábil físico francés, nació en Beaugency en 1745, murió en París en 1823. Popularizó en Francia los descubrimientos de Franklin y de los hermanos Montgolfier.



184. *Las cámaras.*— Una cámara fotográfica se compone de una caja de madera pintada de negro interiormente y forrada de negro en el exterior. En una de sus caras menores tiene un agujero en el que está colocada una lente que recibe el nombre de *objetivo*. En la otra cara menor, ó lo que es lo mismo, frente al objetivo, se coloca el bastidor que contiene la placa.

Estas cámaras se llaman *de foco fijo*, y son las que usan generalmente los aficionados; pero hay también unas cámaras grandes llamadas *de taller* que tienen

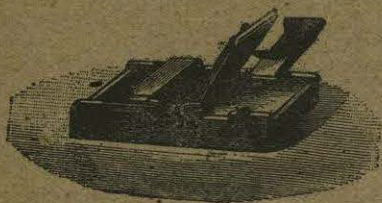


Fig 226. Las prensas para las positivas.

un fuelle para afocar y en la parte posterior llevan un vidrio despulido donde se pinta la imagen.

185. *Los baños.*— En los almacenes fotográficos venden ya los baños preparados, pero es bueno saber prepararlos. He aquí unas fórmulas que dan muy buen resultado:

*Revelador*

Agua.....	300 gramos
Sulfito de Sosa.....	50 »
Carbonato de Sosa.....	25 »
Hidroquinona.....	5 »
Alcohol.....	25 »

*Fijador*

Agua.....	500 gramos
Hiposulfito de Sosa.....	100 »

*Baño viro-fijador*

Agua.....	300 gramos
Hiposulfito de Sosa.....	40 »
Cloruro de oro.....	1 »
Nitrato de plata.....	10 »

Hay que dejar reposar los baños antes de usarlos.

186. *Las aplicaciones de la fotografía.*— La fotografía encuentra desde luego aplicaciones en el estudio del mundo infinitamente pequeño. Antiguamente el naturalista observaba en su microscopio un tejido finísimo y delicado, una gota de sangre, la pata de un insecto; observaba con atención, observaba hasta enfermarse de la vista, pero no conservaba la imagen de lo que había observado; cuando más se contentaba con hacer un dibujo casi siempre imperfecto.

Pero la fotografía ha venido en auxilio del microscopio, y uniendo una cámara oscura á ese instrumento y haciendo llegar un poderoso haz de luz al objetivo por medio de un espejo, se puede grabar perennemente la imagen de los tejidos, vegetales y animales, el aspecto de los granos de polen, las hermosas antenas de los insectos, el polvito del ala de la mariposa, los microbios productores de mil enfermedades.

Si la fotografía ha tenido aplicaciones en lo infinitamente pequeño, también las ha tenido en lo infinitamente grande; prueba de ello son las hermosas fotografías hechas últimamente de la Luna, del Sol y sus manchas, de los grupos estelares, de los planetas, de los cometas. Para las fotografías de las estrellas se comienza por dirigir el telescopio hacia la zona del cielo que se desea retratar; se afoca

convenientemente y en seguida se dispone el movimiento de relojería ó un motor eléctrico, de modo que el telescopio vea siempre hacia la misma parte del firmamento, no obstante el movimiento de la tierra. Luego se coloca el bastidor fotográfico en el fondo del telescopio, se descubre la placa y se deja expuesta á la débil luz de las estrellas por espacio de una ó dos horas.

La fotografía presta valiosísima ayuda durante los eclipses de Sol; se aplica también á la Meteorología, en la construcción de barómetros, termómetros, magnetómetros y otros instrumentos registradores, así como en la fotografía de las nubes.

La cámara fotográfica sorprende también al rayo en noche tempestuosa y graba en la placa el zig-zag de fuego que rasga el espacio. Combinando un obturador fotográfico con un tubo de limaduras ó tubo de Branly (\*) se ha conseguido tomar fotografías de relámpagos á la luz del día.

Varias han sido las aplicaciones de la fotografía en la Medicina, pero ninguna tan brillante y tan útil como la iniciada por el célebre profesor Röntgen á fines del año 1895, fotografiando con auxilio de los rayos X el interior del cuerpo humano. Una bala, una aguja, un centavo que obstruya el esófago, cualquier cuerpo extraño introducido en el organismo, es sorprendido por la placa fotográfica impresionada por los rayos Röntgen. Han sido tantas las aplicaciones de la fotografía en este sentido, que se ha creado un arte nuevo: *la radiografía*.

Numerosas son también las aplicaciones de la fo-

(\*) Véase la parte de Electricidad que trata de la telegrafía sin alambres.

tografía en la Física propiamente dicha. Con una máquina de Wimshurst obtuvimos hace poco tiempo la fotografía de unas chispas, y comprobamos que si hay chispas que afecten la forma de zig-zag, no obstante que algunos autores aseguran que esa forma era sencillamente una ilusión de óptica.

En el gabinete de Física de la Escuela Normal

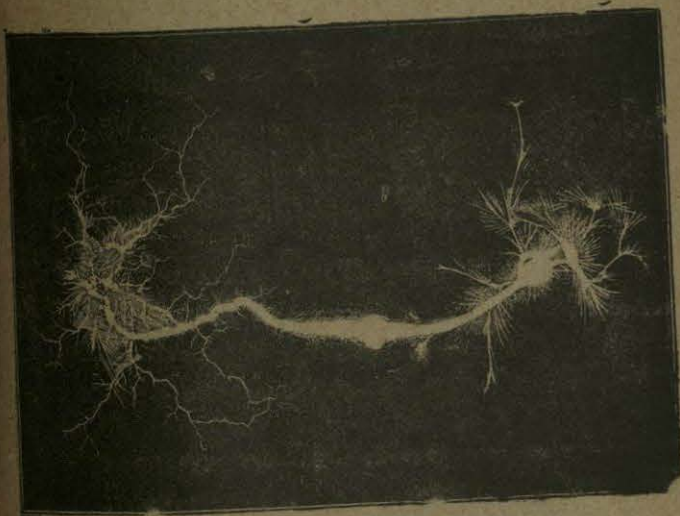


Fig. 227. Fotografía de la chispa eléctrica, obtenida por el Sr. Trouvelot.

para Profesoras hemos utilizado los procedimientos fotográficos para grabar los espectros magnéticos.

Aplicada la fotografía á los aparatos de movimiento da lugar á las variadas, sorprendentes y siempre interesantes escenas del kinetoscopio y del cinematógrafo.

187. *Fotografía del movimiento*. — Desde que por medio de obturadores muy rápidos y de placas muy



sensibles se consiguió obtener fotografías instantáneas, es decir, fotografías cuyo tiempo de exposición era solamente de una fracción de segundo, lo posible marcar en una placa una faz del movimiento



Fig. 228. El cinematógrafo.

ó en una larga película las diversas fases del movimiento.

Muybridge fué el primero que por medio de la fotografía instantánea estudió los distintos aspectos de los animales, principalmente del caballo. Logró

reproducirse fielmente la postura de un caballo que galopaba con una velocidad de 1,142 metros por minuto, y con otro aparato de su invención reprodujo el vuelo de las aves, el nadar de los peces, etc.

188. *El cinematógrafo.*—El cinematógrafo de los hermanos Lumière, expuesto por primera vez en París en 1896, es una aplicación en grande del Kinetoscopio de Edison. El efecto producido no es sino una consecuencia fisiológica de la persistencia de las impresiones luminosas en la retina. El cinematógrafo consiste en una linterna mágica poderosamente alumbrada por un arco voltaico, y atrás de cuyo objetivo pasa rápidamente una larga película donde están representadas las imágenes de los objetos fotografiados al hallarse en movimiento. Las pruebas fotográficas están impresas sobre una película flexible de unos 35 milímetros de ancho por 17 metros de largo. En los dos bordes de la película hay unos agujeros equidistantes en los que penetran periódicamente dos uñas que arrastran hacia abajo la banda pelicular. Una persona da vuelta á una manivela á razón de dos vueltas por segundo y esta velocidad se multiplica por medio de un piñón que comunica al árbol una velocidad de 16 vueltas por segundo.

#### INTERFERENCIA

189. Se da el nombre de *interferencia* á uno de los fenómenos más curiosos de la óptica, á la acción mutua que ejercen uno sobre otro dos rayos luminosos, cuando, emitidos por un mismo foco, se encuentran según un ángulo muy pequeño.

En 1665 el P. Grimaldi publicó en Bolonia una obra curiosa, titulada: «Estudio fisico-matemático de la luz», en el cual se encuentran descritos por primera vez los fenómenos á que dió el nombre de «fenómenos de difracción». Este fenómeno de interferencia se observa fácilmente haciendo el experimento siguiente:

Por dos aberturas circulares muy pequeñas, del mismo diámetro y muy cercanas una á otra, se introducen en una cámara oscura dos haces de luz homogénea, luz roja, por ejemplo; lo que se consigue poniendo en las aberturas de la cámara oscura, vidrios rojos que no dejan pasar más que á esta clase de luz. Los dos haces forman al entrar á la cámara oscura dos conos luminosos que van á encontrarse á cierta distancia, y se les recibe un poco más allá de su punto de intersección sobre un cartón blanco. Entonces se observa en el segmento común á los dos discos, que se forman sobre la pantalla franjas oscuras teniendo alternativamente rayas rojas y negras.

Si se cierra una de las aberturas, las franjas desaparecen y son reemplazadas por una tinta roja, casi uniforme. De esta desaparición de las rayas oscuras, al interceptar uno de los haces, se deduce que aquellas rayas son el resultado del encuentro de dos haces que se cruzan oblicuamente.

Esta experiencia es debida á Grimaldi, quien dedujo la siguiente notable consecuencia: que *la luz, añadida á la luz, puede producir oscuridad*; así como tenemos en acústica que la interferencia ó encuentro de dos semi-ondas de valor igual, pero una condensada y otra dilatada, tiene por efecto su neutralización recíproca, es decir, que el sonido añadido al sonido, puede producir el *silencio*.

En la experiencia de Grimaldi hay *difracción* porque la luz pasa rozando los bordes de las aberturas; pero sin hacer intervenir este fenómeno, se puede producir la interferencia entre dos haces por medio del aparato siguiente, debido á Fresnel.

Se colocan dos espejos metálicos planos que formen un ángulo muy obtuso. Una lente hemisférica de pequeño foco, concentra delante de estos espejos un haz de luz roja, introducida en la cámara oscura, el cual haz cae, parte en un espejo y parte en otro. Las ondas luminosas, después de reflejarse, se van á encontrar según un ángulo muy pequeño, y si entonces se les recibe sobre una pantalla blanca, se observan alternativamente bandas sombrías y brillantes, paralelas á la línea de intersección de los dos espejos y dispuestas simétricamente á ambos lados del plano que pasa por la línea de intersección de dichos espejos y que divide en dos partes el ángulo que forman entre sí los rayos reflejados.

Si se detiene la luz que cae sobre uno de los espejos, las franjas desaparecen, resultado idéntico al de la experiencia precedente.

Newton estudió estos fenómenos, pero fué Fresnel quien dió una explicación completa de ellos. Supongamos que dos rayos de luz siguen la misma dirección, que tienen la misma intensidad y que las longitudes de ondas son iguales. Si las ondas del primer rayo coinciden con las del segundo, es claro que sus intensidades deberán añadirse y la cantidad de luz aumentará por dicho concurso. Pero si en lugar de coincidir, una de ellas camina por delante de la otra y la diferencia es precisamente igual á la longitud de una media onda, las moléculas del éter

situadas á lo largo de la línea de los dos rayos serán solicitadas de un lado y otro por fuerzas iguales y opuestas; por lo tanto, allí habrá equilibrio, cesará el movimiento vibratorio y la obscuridad sucederá á la luz.

Se dice entonces que hay interferencia de rayos luminosos. Para mayor facilidad en la concepción de estas ideas, recordaremos lo que pasa cuando dejamos caer una piedra en la superficie de un estanque. Inmediatamente comienzan á producirse círculos concéntricos, cuyo centro común está determinado por el punto en que la piedra hirió al líquido. Pues bien, si dejamos caer dos piedras en distintas partes del estanque y simultáneamente, cada conmoción producirá sus círculos respectivos, los cuales se cruzarán, se penetrarán, sin cambiar de forma, y así es como debemos pensar que se cruzan las ondas sonoras ó luminosas produciendo los fenómenos de interferencia.

Es por la interferencia de los rayos luminosos como los físicos se explican los brillantes colores que se observan sobre ciertos cuerpos cuya superficie está cubierta de estrías muy finas, como en las plumas de algunos pájaros, en la superficie de la concha nácar, etc.

Los fenómenos más bellos y más brillantes no son siempre los que exigen los aparatos más costosos y complicados para verificarlos. ¿Quién no se ha divertido en las horas alegres de su niñez en inflar y lanzar en el aire burbujas de jabón que presentan colores tan hermosos y variados?

En su origen, es decir, cuando la esfera líquida no tiene más que un pequeño diámetro, la película que la forma es incolora y transparente. Poco á poco

el aire que se le sopla dentro, obrando igualmente por todos los puntos de la superficie cóncava, aumenta el diámetro á expensas del espesor y entonces se ven aparecer, primero débiles, después más vivos, una serie de colores que se producen unos después de otros, y forman una multitud de tintas irisadas, hasta el momento en que la burbuja, disminuyendo de espesor, ya no ofrece bastante resistencia á la acción del aire que llena. Entonces se ven unas manchas oscuras en el vértice de la burbuja y en ese momento se revienta.

Esta experiencia tan sencilla, recreación de nuestra infancia, es muy bella é interesante á los ojos del sabio. Newton hizo á la burbuja de jabón objeto de sus estudios y meditaciones, y desde la época de aquel genio ilustre, los colores de la burbuja de jabón ocupan un lugar legítimo entre los fenómenos más curiosos de la óptica.

Esos colores no son más que un caso particular de toda una serie de fenómenos que se observan siempre que la luz es sucesivamente reflejada y refractada sobre las superficies que limitan las láminas delgadas de los cuerpos transparentes. Una gota de aceite extendida rápidamente sobre una gran masa de agua, presenta todos los colores del espectro en un orden constante. Por último, si se observa la luz del sol ó de una bujía á través de las barbas de una pluma, se ve una sucesión de pequeños espectros que tienen el rojo por fuera y el violeta por dentro. Este es también un fenómeno de interferencia.