

## CAPÍTULO II

## PROPAGACION RECTILINEA DE LA LUZ

## I

## PROPAGACION DE LA LUZ EN LOS MEDIOS HOMOGÉNEOS

Consideremos un manantial luminoso cualquiera, primitivo ó secundario. Supongamos que entre los diversos puntos de este manantial, situado á una distancia indeterminada de la vista, hay un medio perfectamente trasparente y homogéneo. El observador verá con igual limpieza todos los puntos de dicho foco.

Ahora, supongamos que en la línea recta que va desde el ojo á uno de esos puntos se pone una pantalla, es decir, un cuerpo opaco; y al instante se hará invisible el punto correspondiente del foco. Este caso práctico es, salvo las excepciones que más adelante expondremos, un caso general cuya ley se enuncia diciendo que la luz se propaga en línea recta en los medios homogéneos.

Quizá no haya existido jamás la perfecta homogeneidad, que esta ley supone. Se la considera tal en los espacios celestes, allá donde existe el vacío de materia ponderable, en una palabra, en el éter; pero es una hipótesis de imposible comprobación. En la superficie de la Tierra, en los medios atmosféricos, la homogeneidad es muy limitada: exige que la densidad del aire sea en todas partes la misma, como sucede tal vez con las capas de aire inmediatas á la superficie del suelo, cuando la temperatura es ostensiblemente igual en todos sus puntos, y no se toma en consideración más que una ligera zona horizontal de esas capas. Lo propio acontece también con respecto á una masa homogénea de cristal trasparente, de agua pura, etc., si el punto luminoso está situado en la superficie del medio y el observador en un punto de la superficie opuesta.

En estos casos sencillísimos, pero difíciles de realizar rigurosamente, se puede considerar como una *línea recta la trayectoria* seguida por la luz en el interior del medio homogéneo. Compruébase aproximadamente esta ley del modo siguiente:

Entre el objeto luminoso, la llama de una bujía por ejemplo, y el ojo, se interpone una serie de pantallas opacas, cada una de ellas con una pequeña abertura en medio. Si el punto luminoso, las aberturas de las pantallas y el ojo del observador están en línea recta, la luz es visible. Pero si entónces se cambia la colocación de la bujía, de alguna de las pantallas ó del observador, éste dejará de ver la luz.

Se puede hacer la misma prueba en sentido inverso con hebras de seda ó alambres muy finos, situados paralelamente entre sí y en un mismo plano; todo punto luminoso puesto en la prolongación de esta dirección quedará eclipsado ó invisible; pero si se le desvía á uno ú otro lado, la luz llegará al punto al ojo y será visible. Esto tiene aplicación lo mismo á la luz emanada de un objeto no luminoso por sí propio que á la de un foco propiamente dicho. Por esta razón la luz del día no se puede ver al través de un tubo largo y estrecho si este tubo no es rectilíneo, ó por lo ménos si su curvatura es tanta que no pueda atravesarla una línea recta sin tocar sus paredes.

Encerrémonos en una habitación perfectamente cerrada y oscura, y no dejemos pasar la luz del sol sino por un agujerito practicado en el postigo del balcon. Al punto veremos un cono luminoso que marca en el aire el paso de la luz (fig. 3) y nos convenceremos de que los contornos de este cono son perfectamente rectilíneos. En este caso, no es el aire lo que vemos,

sino las partículas de polvo ó de humo que se hallan en suspensión en él, y que al recibir la luz se hacen visibles sobre el fondo oscuro de la habitación.

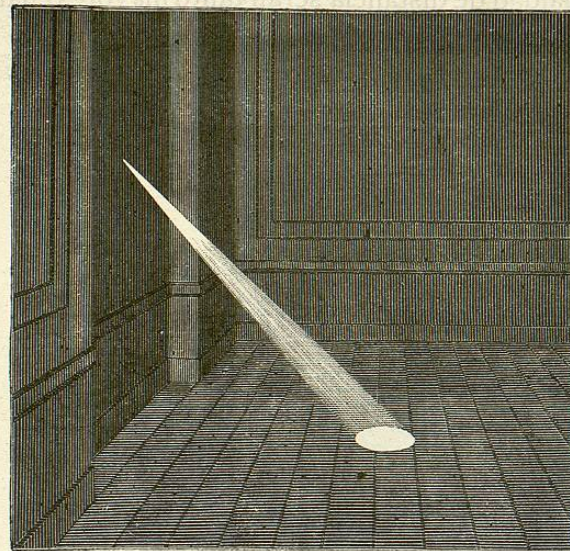


Fig. 3.— Propagación de la luz en línea recta. Haz de rayos solares en la cámara oscura

Se puede comprobar también la propagación de la luz en línea recta cuando el sol, oculto por un grupo de nubes, hace pasar sus rayos entre los intersticios de estas. Entónces se ven

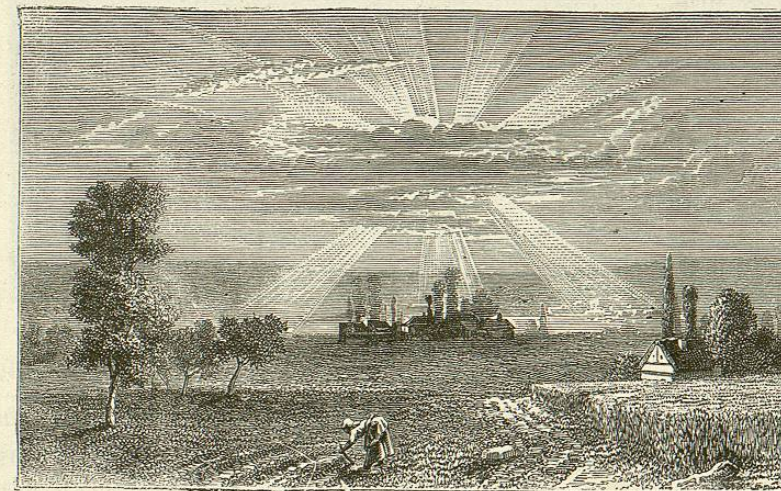


Fig. 4.— Propagación rectilínea de la luz. Los rayos solares en la atmósfera

dos los puntos de su superficie que pueden enlazarse con el foco por medio de líneas rectas no interrumpidas. Los otros puntos no reciben luz directamente: son invisibles, están en la oscuridad ó á la *sombra*. Si se traza mentalmente desde el foco un cono tangente á la superficie de cada uno de estos cuerpos, todos los puntos del espacio situados respectivamente detrás de

proyectarse en la atmósfera rastros más ó ménos luminosos (fig. 4) que presentan visiblemente una dirección rectilínea. Pero muy pronto veremos que, estando la atmósfera compuesta de capas de densidades variables, la luz que las atraviesa sucesivamente no lo hace ya en línea recta. Para que este movimiento sea rectilíneo en la superficie misma de la Tierra, se requiere que el medio trasparente sea perfectamente homogéneo, según hemos dicho, ya lo forme el aire, un gas cualquiera, el agua, el cristal, etc.

Tenemos pues un primer principio, que se formula de este modo: *La luz se propaga en línea recta en un medio homogéneo.*

## II

## PRINCIPIO DE LA TEORÍA DE LAS SOMBRAS.

En esta ley está basada la teoría geométrica de las sombras. Entremos en algunos detalles acerca de este asunto.

Consideremos uno ó muchos cuerpos opacos situados en un medio trasparente ú homogéneo, en presencia de un punto luminoso ó de un manantial de luz de reducidas dimensiones. Estos cuerpos estarán iluminados ó *alumbrados* en to-

ellos y en el interior del cono estarán privados asimismo de luz. Dase el nombre de *cono de sombra* al conjunto de la prolongación oscura del cono de que hablamos y que se proyecta hasta lo infinito. Una pantalla opaca situada en el cono de sombra de modo que sobresalga de sus contornos, aparecerá oscurecida en toda la extensión de la sección, é iluminada en todos

sus demás puntos. La línea de separación de la luz y de la *sombra proyectada* en la pantalla estará en este caso perfectamente limitada, como la que limita la parte alumbrada y la oscura del cuerpo opaco. Una simple consideración geo-

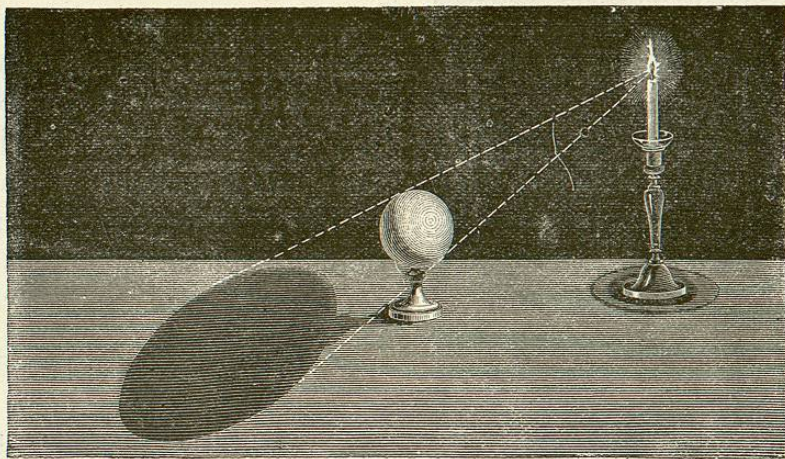


Fig. 5.—Cono de sombra de un cuerpo opaco

to más cerca del foco luminoso esté el cuerpo opaco.

Supongamos ahora que, como suele acontecer en la práctica, el foco tenga dimensiones finitas, apreciables. En este caso, la superficie

métrica, fácilmente comprobada por la experiencia, demuestra que las dimensiones de la sombra proyectada aumentan con la distancia á que se ponga la pantalla, y además que á igualdad de distancia serán tanto mayores cuan-

do el cuerpo opaco y el espacio que lo rodea se componen de tres partes distintas: una cuyos puntos están á la vez alumbrados por toda la superficie luminosa, otra que no recibe rayo alguno, y la tercera, intermedia entre las otras

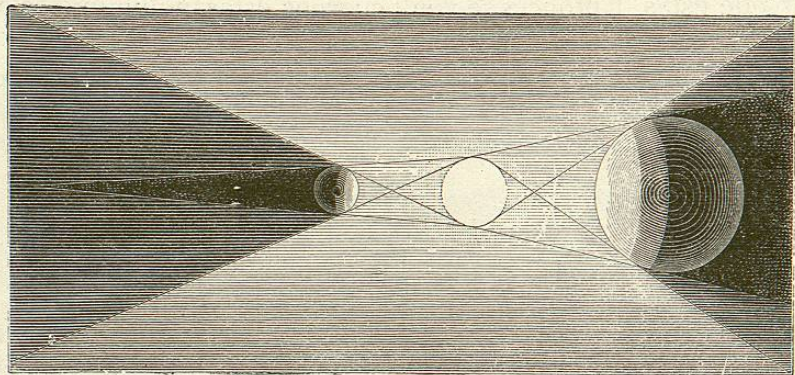


Fig. 6.—Conos de sombra y de penumbra

dos, sólo recibe una fracción mayor ó menor de la luz total. Así pues en la superficie del cuerpo hay, además de la sombra de éste y del cono de sombra proyectado en el espacio, una porción ménos iluminada que se llama *penumbra*, y en el espacio un *cono de penumbra* que se proyecta de consuno hasta lo infinito. El exámen de la fig. 6 da fácilmente á comprender porqué el cono de sombra está limitado cuando el foco luminoso tiene mayores dimensiones que el cuerpo opaco, al paso que es infinito cuando estas dimensiones son menores: la sombra adquiriría la forma cilíndrica en el caso particularísi-

mo en que el foco y el cuerpo opaco fuesen de iguales dimensiones y su posición y forma semejantes.

Estas son otras tantas consecuencias de la ley de propagación rectilínea de la luz en los medios homogéneos; y la experiencia demuestra cuán cierta es esta ley, al ménos aproximadamente; mas conviene penetrarse de que no es susceptible de comprobaciones prácticas rigurosas; pues, en efecto, en la mayoría de los casos, las penumbras de los focos de luz de dimensiones finitas presentan más allá de los contornos de la sombra propiamente dicha degra-

daciones insensibles de intensidad, desde la luz llena hasta la sombra pura, y no es posible discernir exactamente la línea divisoria de la una ni de la otra. Si, por el contrario, se quiere reducir el foco á pequeñísimas dimensiones, se

observan fenómenos singulares, fajas alternativas de luz y sombra que imposibilitan de todo punto la comprobación de la ley.

Los eclipses de Sol y de Luna realizan en la naturaleza, y en la mayor escala, la teoría geo-

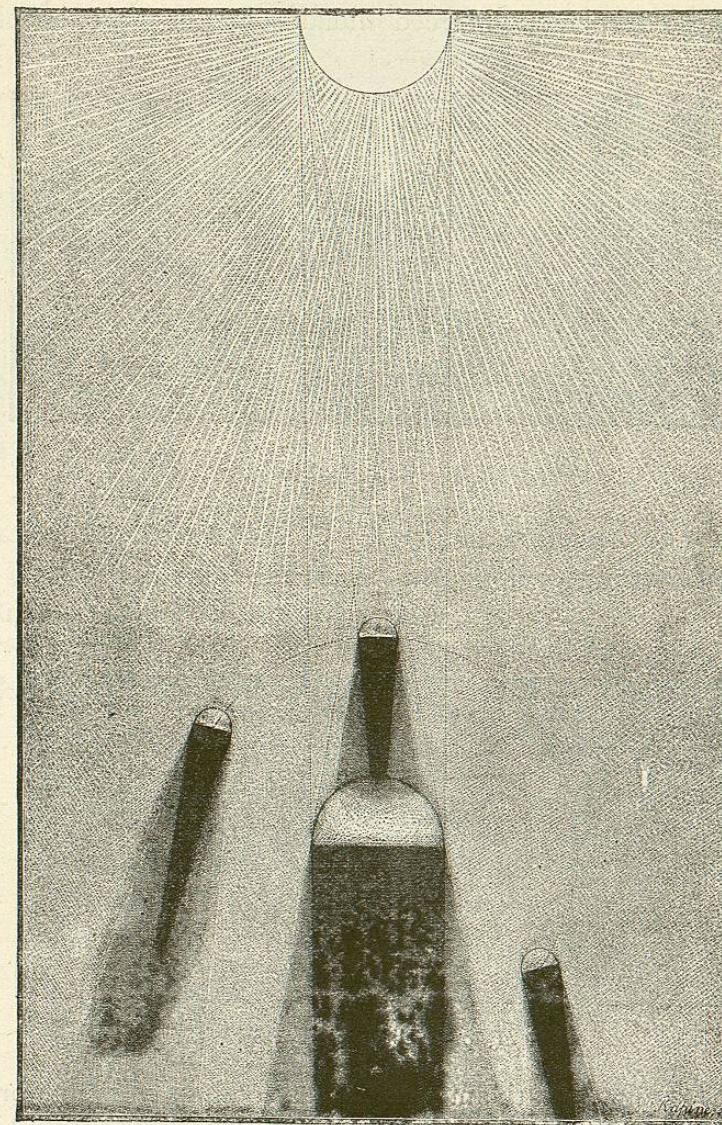


Fig. 7.—Eclipses de Sol y de Luna

métrica de las sombras y penumbras. Cuando el disco opaco de la Luna se halla interpuesto en línea recta entre el Sol y la superficie del globo terráqueo, la sombra proyectada constituye un eclipse, ya total ó bien anular del Sol, según que las dimensiones aparentes del disco lunar sean mayores ó menores que las del Sol, ó lo que es lo mismo, según que el vértice del cono de sombra de la Luna llegue ó no á la Tierra. A una y otra parte de la línea central oscura del eclipse hay una serie de localidades para las cuales el disco solar resulta más ó ménos eclipsado ó mordido por la Luna; estos lugares están en la penumbra, y para ellos hay eclipse

parcial de Sol. Los eclipses de Luna, producidos al pasar este astro por los conos de sombra y de penumbra de la Tierra, tienen la misma causa y constituyen eclipses totales ó parciales de Sol para la Luna; sólo que la envolvente gaseosa que forma nuestra atmósfera modifica, conforme lo veremos más adelante, las dimensiones reales del cono de sombra terrestre, debiéndose tener en cuenta estas modificaciones para explicar las circunstancias variables del fenómeno de los eclipses lunares. Desde este punto de vista, la teoría geométrica de las sombras no se puede aplicar directamente á este caso particular.