



QCZ1
T78
V.2



ES PROPIEDAD DE LOS EDITORES

52

LA LUZ

PARTE PRIMERA

LOS FENÓMENOS Y SUS LEYES

Entre el Sonido, que acabamos de estudiar, y la Luz, de la que ahora vamos á ocuparnos, no hay al parecer ninguna analogía, ninguna conexión, como tampoco parece haberlas entre los fenómenos sonoros y los de la gravitación ó de la gravedad. Sin embargo, la ciencia nos enseña que la sensación de la luz la produce la impresión en nuestra retina de una serie de ondulaciones sumamente rápidas emanadas de los focos luminosos, ondulaciones excitadas y desarrolladas á su vez por las vibraciones sincrónicas de que son origen esos mismos focos, y que se propagan en el seno de un medio eminentemente flúido y elástico que llena todo el espacio, todo el éter. Del propio modo resulta el sonido, según hemos visto, de las vibraciones moleculares de los cuerpos elásticos, y se propaga en medios como el aire, en forma de ondas esféricas, hasta el órgano del oído.

Así pues, la luz, lo propio que el sonido, es una especie particular de movimiento vibratorio, y en breve veremos que esta analogía subsiste hasta en el enunciado de las leyes de la propagación de las ondas luminosas, leyes que se formulan poco más ó menos como las relativas á las ondas sonoras. Finalmente, así como los sonidos se distinguen entre sí por ciertas propiedades, como la intensidad, el tono y el timbre, que dependen de las condiciones en que se efectúa el movimiento vibratorio, así también la luz presenta variaciones de brillo,

de color y de tonos que proceden de causas muy parecidas.

Con todo, entre ambas clases de fenómenos media, además de notables diferencias de medida, otra muy capital, cual es la de que el sonido exige para su producción y propagación el intermedio de la materia ponderable, al paso que la luz tiene su origen y su vehículo en un medio imponderable. Pero por otra parte un mismo principio, la elasticidad, sirve de punto de partida para la teoría de la luz lo propio que para la del sonido, siquiera esta elasticidad sea en la una la molecular de los cuerpos, y en la otra, la del éter.

Juzgamos oportuno consignar de antemano estas consideraciones generales, porque permiten establecer cierta analogía entre dos ramas de la ciencia al parecer extrañas entre sí, hacer patente el lazo que une los distintos fenómenos del mundo físico, y reconstituir, en parte al menos, la unidad que se podría creer destruida en cierto modo por las necesidades del análisis científico. Verdad es que no siempre puede hacerse esta reconstitución, y ya hemos visto que apenas si se vislumbra el momento en que los fenómenos de la gravitación podrán relacionarse, como lo están ya los de la luz y el calor, y probablemente los de la electricidad y el magnetismo, con un mismo principio universal, con un solo agente físico, el éter.

CAPÍTULO PRIMERO

LA LUZ EN LA NATURALEZA

I

LOS FENÓMENOS DE LA LUZ EN LA SUPERFICIE DEL GLOBO
TERRÁQUEO

Quien deseara hacer la descripción detallada de los fenómenos que las solas variaciones de la luz del día producen en la superficie de nuestro planeta, en la atmósfera y en el suelo, en las cumbres de las montañas lo propio que al nivel de las mesetas y llanuras, tanto en las ardientes regiones de la zona tórrida como en los risueños paisajes de la zona templada, no aventuraria nada tomando de los poetas y pintores las descripciones de sus cuadros; pediría á los primeros el auxilio de su maravilloso lenguaje; los segundos le proporcionarían los colores de su rica paleta y el prestigio de una reproducción fiel.

Como no disponemos de ninguno de estos recursos, tan sólo podemos hacer aquí un rápido bosquejo de los principales fenómenos luminosos que ocurren en la atmósfera. Los unos, periódicos y regulares, dependen de los movimientos mismos de la Tierra; pero á menudo presentan, según las estaciones y los climas, tales variaciones y contrastes que su reproducción es siempre motivo para el observador de nuevas sensaciones, desterrando así la variedad toda causa de monotonía. Los otros no sobrevienen sino en circunstancias particulares, y entonces lo raro de sus manifestaciones se une á su propia belleza para excitar el interés de cuantos los presencian. Todos son para el artista, para el poeta y para el hombre de ciencia una mina inagotable, por decirlo así, de asuntos de estudio y de investigaciones para unos, de motivos de paisajes ó de temas de contemplación para otros.

Los fenómenos más sencillos, frecuentes y familiares de esta clase son el día, la noche, las auroras y los crepúsculos. Sin embargo ¡qué prodigiosa variedad no produce su sucesión, por lo que respecta al brillo de la luz, á los tonos, á los colores y matices, en el aire y en las nubes, en la superficie del suelo y en las aguas! Según la hora del día, la época del año ó el estado del tiempo, cambia la fisonomía del paisaje, adquiere los aspectos más diversos, siendo ora alegre, sonriente, matizada de suavísimas tintas, ora sombría, triste, monótona ó llena de contrastes violentos, ó finalmente, deslumbradora, armoniosa y vivamente coloreada.

Si pasamos desde la zona templada, en que estos cambios y transformaciones son más aparentes y rápidos, á las comarcas inmediatas á los polos, ó si por el contrario, nos acercamos á las regiones del ecuador y de los trópicos, notamos que dichas variaciones no son tantas, que la sucesión de los fenómenos es más lenta; pero también el contraste se acentúa y acaba por llegar á su maximum. Por una parte, cuanto más avanzamos á cualquiera de los polos, más se van alargando los días y las noches hasta ser unos y otras de medio año; por espacio de meses enteros deja el sol de aparecer en el horizonte, no habiendo más luz que la de la luna y la de las estrellas cuando no cubren el cielo espesas brumas, ó también las del crepúsculo y de las auroras polares. A tan prolongadas tinieblas sigue un día no ménos largo, durante el cual un sol pálido y sin brillo describe sobre el horizonte sus lentas espirales.

Entre los trópicos sucede lo contrario: allí el día y la noche se suceden á intervalos apenas desiguales durante todo el año; allí se ve

un cielo deslumbrador iluminado por un sol que sube todos los días hasta el zenit; allí no hay crepúsculos ni auroras, sino hermosas noches en las que resplandece el fulgor de las estrellas y el de la Vía láctea: tal es, desde el punto de vista de la luz, el cuadro de los fenómenos que presentan las regiones intertropicales.

Oigamos lo que nos dice un sabio viajero, Carlos Martins, y reproduzcamos algunos párrafos en que ha descrito los paisajes de una y otra zona, como testigo ocular. La interesante obra de la que entresacamos nuestras citas, expresa perfectamente con su título, *Del Spitzberg al Sahara*, el contraste que deseamos hacer resaltar.

Hé aquí en primer lugar la descripción de un paisaje polar en el Spitzberg:

«El tiempo, dice, es allí de notable inconstancia: á una calma chicha suceden violentas rachas de viento. El cielo, sereno por espacio de algunas horas, se nubla de pronto; las brumas son casi permanentes y tan espesas que con dificultad se distinguen los objetos á pocos pasos de distancia; estas brumas, húmedas, frías, penetrantes, mojan como la lluvia. Las tempestades son desconocidas en aquellos sitios; el fragor del trueno no perturba jamás, ni aún en verano, el silencio de aquellos mares desiertos. Al acercarse el otoño, las nieblas aumentan, la lluvia se convierte en nieve, y remontándose el sol cada vez ménos sobre el horizonte, su claridad continúa debilitándose. El 23 de agosto, dicho astro se pone por primera vez en el Norte; esta primera noche no es más que un crepúsculo prolongado, mas á partir de aquel momento, la duración de los días disminuye rápidamente. Por último, el 26 de octubre, el sol se oculta en el mar para no volver á aparecer. Por espacio de algun tiempo, el reflejo de una aurora que ya no es precursora del día ilumina el cielo hácia el mediodía, pero este crepúsculo va acortándose y palideciendo, hasta que se extingue por completo. La luna es entonces el único astro que alumbra la tierra; su luz descolorida, reflejada por las nieves, revela la sombría tristeza de esa tierra sepultada entre los hielos y de ese mar velado por brumas congeladas.

»Pero otras claridades reemplazan á la de la

luna: las de las auroras boreales, que, intensas ó débiles, se ostentan todas las noches á los ojos del observador atento... Desde mediados de enero, el crepúsculo del medio día se hace más perceptible, la aurora anuncia la vuelta del sol, crece y sube hácia el zenit. Por fin, el 16 de febrero, brilla por un instante un segmento del disco solar, como un punto luminoso, mas para extinguirse en seguida; conforme trascurren los días, este segmento se agranda, hasta que el orbe entero se eleva por cima del mar, anunciando el fin de la prolongada noche de invierno. Por espacio de sesenta y cinco días, ó sea hasta el 21 de abril, sigue habiendo alternativas de día y de noche, empezando entonces un día de cuatro meses, durante los cuales el sol da vueltas alrededor del horizonte, pero sin desaparecer jamás bajo él.»

Desde el Spitzberg, que dista solamente doce grados del polo, pasemos ahora al Sahara, cuyos límites meridionales están también á doce grados del ecuador. El contraste no puede ser más marcado. «Diariamente, dice Martins, presenciábamos espectáculos maravillosos. Tan pronto era la inmensidad de una meseta sin límites, anchurosos valles, grandes lagos, médanos de variadas formas, como fértiles oasis rodeados de pueblecillos ceñidos á su vez de fortificaciones pintorescas. La vista de las lejanas montañas añadía un encanto inexplicable á estos paisajes. El espectáculo del cielo no era ménos interesante que el de la tierra. En el mar y en todos los países llanos en que la cúpula celeste cobija una superficie lisa, sin relieve ni accidentes, el hombre dirige al cielo sus miradas; la vista de las nubes, del sol, de la aurora, del crepúsculo y de las estrellas reemplaza el aspecto lejano de la tierra, de los ríos, de los lagos, colinas y montañas. Cada puesta del sol era una fiesta para nuestros ojos, un asombro para nuestra inteligencia, sobre todo cuando la atmósfera no estaba completamente serena. Las coloraciones son entonces más vivas y variadas. A medida que el astro solar se acerca al horizonte, las nubes cenicientas y desmelenadas de la bóveda del cielo, últimos emisarios de las brumas del norte, se orlan de tintas purpúreas cada vez más intensas, al paso que los contornos redondeados de las nubes blancas posadas en las lejanas

cumbres se circundan de una deslumbradora franja amarilla, y parecen engarzadas en el oro extendido por todo el ocaso. Tan luégo como el sol traspone el horizonte, se difunde por todo el cielo occidental una suavísima tinta sonrosada, que cual emanación del astro desaparecido, colora todas las montañas. Una de estas, visible desde Biskra, lleva el nombre de *Djebel-Hammar-Kreddu* (la montaña de mejillas sonrosadas), y por cierto que merece tal nombre, porque mucho tiempo despues de ponerse el sol conserva un reflejo sonrosado como el carmin de las mejillas de una doncella. Por un efecto de contraste con el encarnado, el azul del cielo adquiere un tono verde-mar. El color sonrosado palidece poco á poco, el arco iluminado se va estrechando, pero la luz que lo alumbra es blanca y pura como la que debe brillar en el éter más allá de los límites de nuestra atmósfera. Gracias á la transparencia del aire, se ven todos los contornos de los objetos terrestres claramente definidos. Los finos rebordes de las palmas aparecen más visibles que en pleno día, y cuando el árbol entero se destaca sobre esos fondos alternativamente amarillos, encarnados y blancos, parece que la poesía de ese gallardo vegetal se revela á nuestra vista por vez primera. En tanto, se acerca la noche, apareciendo primeramente los planetas y luégo las grandes constelaciones, hasta que el cielo se tachona de millones de estrellas y su bóveda se aclara progresivamente; la Vía láctea, zona blanquecina y confusa en las altas latitudes, parece aquí una banda cuajada de deslumbradores diamantes que salpican la cúpula celeste. La luna no es ya ese astro de fulgor mortecino cuya mirada melancólica parece compadecerse de la tristeza de nuestros brumosos países, sino un disco que lanza brillantes y purísimos destellos plateados y que refleja los rayos que recibe sin amortiguarlos, ó bien un creciente completado por la luz cenicienta que marca visiblemente los contornos de su orbe entero.»

Añadamos para terminar las siguientes líneas en que el mismo autor describe el aspecto del cielo de Egipto al rayar el día. «Cuando llegamos á la vista del Cairo, todavía no había salido el sol; iba ascendiendo por el cielo un matutino albor de color de ópalo; el aire te-

nia una transparencia y limpidez extraordinarias, y las copas de las palmeras parecían rodeadas de una clarísima aureola. Entónces comprendí lo que los viajeros han descrito acerca de las maravillas de la luz en las Indias orientales, y en efecto, no hay nada que pueda compararse con los encantos de esa maga que tantos atractivos comunica al desierto, y cuya ausencia decolora y entristece los paisajes más bellos.»

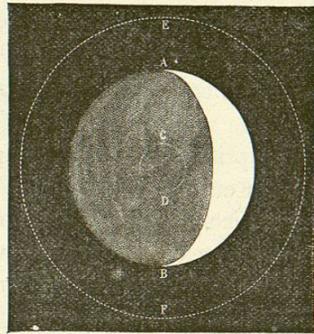


Fig. 1.—Luz cenicienta de la Luna.

Es indudable que los fenómenos de la luz no tienen en los países de la zona templada la intensidad de los que tan expresiva fisonomía prestan á los países de las zonas extremas. En cambio ofrecen la ventaja que reúnen los caracteres opuestos; nuestros inviernos más largos y rigurosos nos dan una idea de las sensaciones que debe producir la contemplación de las regiones glaciales próximas al polo, y á veces nuestros veranos son bastante hermosos para hacernos comprender el esplendor del cielo tropical.

Los fenómenos ópticos naturales de que acabamos de ocuparnos sucintamente, son de los que se reproducen cada día, cada estación, cada año. Aun cuando son muy variados, tienen todos ellos su explicación en los simples cambios que el doble movimiento de rotación y de traslación de la Tierra produce en la atmósfera y en el modo cómo está iluminada. Según que el sol esté más ó menos elevado sobre el horizonte, que las capas gaseosas que nos rodean sean más ó menos secas y húmedas y por consiguiente de mayor ó menor transparencia, los rayos luminosos que penetran en estas capas se rompen, se dispersan, se absor-

ben en proporciones que varían hasta lo infinito, resultando esas mil tintas, esas coloraciones que adquieren todos los grados de intensidad, todos los matices del prisma, desde el azul oscuro, límpido y profundo del cielo de los trópicos, hasta el gris sombrío y mate de los países brumosos, pasando por los tonos finos, claros y armoniosos de nuestras zonas templadas. En todos estos fenómenos de óptica hay tantas complicaciones de las condiciones atmosféricas, variables de continuo, que á la ciencia le costaría trabajo explicarlas detalladamente: basta que se halle en disposición de reducir las á un corto número de casos sencillos, y de enlazar la explicación de estos casos con la de los que el físico analiza en su laboratorio.

Hay otros fenómenos de óptica atmosférica sujetos á leyes más singulares, pero ofreciendo el mismo interés bajo el punto de vista de la belleza del aspecto que presentan á los ojos del espectador. Estos fenómenos son los arcoíris solares y lunares, los halos, parhelias, paraselenes, y esos efectos de espejismo que en un principio se creyeron exclusivamente propios de los desiertos arenosos de la zona tórrida, y que se observan con frecuencia en los climas más opuestos. Todos estos meteoros luminosos se explican fácilmente en virtud de las leyes conocidas de la marcha de la luz por los diferentes medios transparentes, y sus colores en virtud de la descomposición ó dispersión que son consecuencias de dicha marcha. Cuando llegue el momento de formular su teoría, los describiremos más ampliamente.

Por lo que respecta á las auroras polares, boreales ó australes, son fenómenos luminosos cuyo origen se relaciona con el estado eléctrico ó magnético del globo terráqueo y de los cuales jamás darán exacta cuenta las solas leyes de la óptica. También nos ocuparemos de ellas en su lugar correspondiente.

II

FENÓMENOS DE LA LUZ EN LOS PLANETAS Y EN LA LUNA

Tal es en su conjunto el cuadro de los principales fenómenos mediante los cuales se hace ostensible en la superficie de la Tierra el agente óptico cuyas leyes vamos á estudiar. Estas leyes son universales y, según veremos,

también son aplicables á otros mundos; pero no sabemos si en estos mundos, en los planetas por ejemplo, que tantas analogías astronómicas y físicas ofrecen con la Tierra, la luz del Sol produce los mismos fenómenos ópticos. Es más que probable que en la superficie de esos cuerpos, á lo ménos en la de los que están dotados de su correspondiente atmósfera, las mismas causas produzcan idénticos efectos; pero las condiciones físicas y químicas, por ejemplo, la composición de su envolvente gaseosa, la existencia de tal ó cual sustancia, la carencia ó presencia del vapor de agua, etc., pueden ser tan diferentes, que no es posible decir si el aspecto del cielo de los planetas es ó no semejante al de nuestro cielo terrestre.

Lo que se puede calcular son los valores relativos de las cantidades de luz que el Sol envía á la superficie de cada globo planetario, y también la intensidad de la luz recibida, la cual depende solamente de las distancias de los planetas al Sol (1). Por ejemplo, en Mercurio esta intensidad es siete veces mayor que en la Tierra, al paso que en Neptuno sólo es la milésima parte. Pero aquí se trata de la luz recibida en el límite exterior de la atmósfera de cada planeta; para saber lo que acerca de este punto sucede en la superficie misma del suelo, sería preciso conocer la absorción de cada atmósfera. Por lo que hace á las alternativas que producen el día y la noche, y que resultan de la rotación de cada globo sobre su eje, se suceden casi del propio modo en los cuatro planetas medios, Neptuno, Vénus, la Tierra y Marte; sus períodos son más cortos en Júpiter y Saturno, en los que el sol apenas permanece cinco horas sobre el horizonte; pero las largas estaciones joviales ó saturninas compensan la brevedad de los días y de las noches.

Marte es probablemente el planeta que se parece más al nuestro por su constitución física.

El telescopio permite ver en él detalles que presentan su superficie dividida en espacios brillantes, los cuales reflejan vivamente la luz

(1) Esta intensidad varía en razón inversa de los cuadrados de las distancias. Más adelante veremos que el brillo intrínseco de un foco como el del Sol subsiste siempre mientras su disco conserve dimensiones aparentes perceptibles. La cantidad de luz que el Sol envía es pues proporcional á la superficie de su disco, tal cual se le ve desde la superficie de cada planeta, superficie que varía á su vez, de un planeta á otro, en razón inversa de los cuadrados de sus distancias respectivas.