

halo de 46 grados, ó mas brevemente *arco circumzenital*, merece particular mención, porque es sin disputa la mas notable de cuantas apariciones pueden acompañar al halo: la vivacidad de sus tintas, la distinción de sus colores, la claridad con que se destacan en el cielo sus bordes así como sus límites exteriores, hacen de él un verdadero arco-iris. De los anillos sucesivos que le componen, el de color rojo es el mas inmediato al sol; el violado está en la parte cóncava del arco y hácia el lado opuesto; la anchura de los diversos anillos es poco mas ó menos la misma que en el arco-iris, y algo menor por efecto de una ilusión que depende de la proximidad del zénit.

Cuando el halo de 46 grados aparece trazado en el cielo, el arco circumzenital parece tocarle en su punto mas culminante, y el rojo del arco se halla en contacto con el rojo del halo, el anaranjado con el anaranjado, y así de los demás colores; pero sucede muy á menudo que el arco circumzenital se ostenta sin el halo de 46 grados, del mismo modo que los parhelios pueden presentarse sin el de 22, aun cuando ambos nazcan de una misma especie de ángulos diedros.

Del conjunto de las observaciones hechas sobre dicho arco resulta que jamás se deja ver cuando la altura del sol es inferior á 12 grados, ó superior á 31.

Calcúlase tambien que los prismas al caer y girar sobre la vertical, pueden reflejar el sol, bosquejando en la esfera una faja luminosa horizontal que circunde todo el horizonte, y pase por el centro mismo del sol. Como la reflexion especular del sol no separa los colores que componen la luz blanca, dicho círculo deberá parecer completamente blanco, siendo su anchura aparente igual al diámetro del sol. Tal es el origen del círculo blanquizco que se designa con el nombre de *círculo parhéllico*, en cuya circunferencia se muestran siempre los parhelios ordinarios, así como los secundarios situados próximamente á

unos 45 grados del sol, procediendo de aquí su denominación.

A veces los rayos solares experimentan dos reflexiones sucesivas en las caras verticales de uno de los prismas: entonces se vé á 120 grados del sol una imágen blanca mas ó menos intensa que ha recibido el nombre de *parantelio*.

Añadamos, por último, que los prismas de hielo dispuestos *horizontalmente* en la Atmósfera dan origen, á consecuencia de reflexiones y refracciones análogas á las precedentes, á los arcos tangentes que á menudo aparecen á uno y otro lado del halo.

El gran halo característico que representa la figura 80 es el mas completo que se ha observado hasta el dia: lo estudió Lowitz en

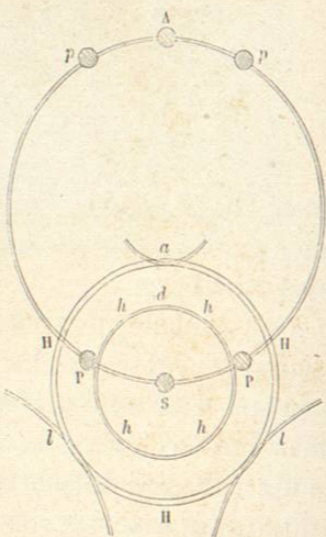


Fig. 80.—PROYECCION DEL HALO OBSERVADO EN RUSIA

San Petersburgo el 29 de junio de 1790 desde las 7 y media de la mañana hasta las 12 y media de la tarde. Se han hecho naturalmente desde aquella época otras muchas observaciones, mas este halo es el que se ha ostentado con todos sus caracteres á la vez. El que MM. Bravais y Martins observaron en Pitea (Suecia), era tambien muy notable, pero menos completo.

Este curioso fenómeno se analiza mejor en proyeccion: vése desde luego:

1.º El halo de 22 grados de diámetro

h h h h al rededor del sol. En lugar de este círculo Lowitz ha visto dos que se cortaban arriba y abajo; en Noruega se han visto tres;

2.º El círculo de 47 grados *HHH* ofreciendo colores mas marcados que el primero, y un ancho doble;

3.º El círculo *horizontal SPHPApHP* pasando por el sol y dando la vuelta al horizonte;

4.º Dos parhelios *P y P* en el punto de

interseccion del halo de 22 grados y del círculo horizontal, con su lado rojo vuelto hácia el sol, y presentando prolongaciones en forma de cola de cometa;

5.º Tres pseudhelios *App* situados detrás del observador, en el círculo horizontal;

6.º Aumento de la vivacidad de colores en el punto culminante *d* del halo de 22 grados; con dificultad podia fijarse en ellos la vista;

7.º En el punto culminante *a* del gran

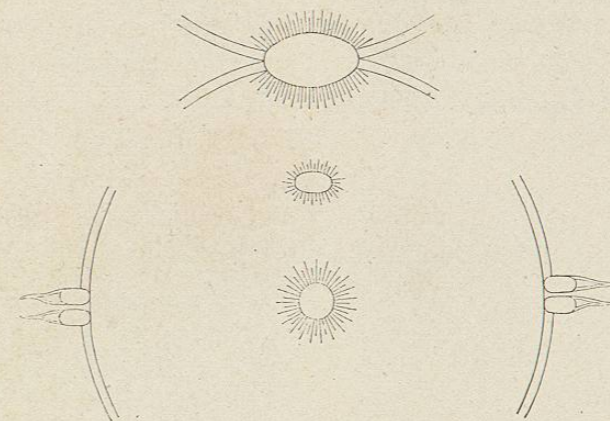


Fig. 81.—PARHELIOS OBSERVADOS EN INGLATERRA EL 23 DE JUNIO DE 1870

círculo vertical, el arco *a* convexo hácia el sol y de colores sumamente vivos;

8.º Dos círculos *ll* tangentes al gran círculo vertical; su anchura y su coloracion eran las del arco-iris.

Repetimos que este notable halo es el mas completo que se ha descrito. Pero el halo ordinario no es raro, ni aun en nuestros climas relativamente meridionales. Cada año se ven en Francia unos cincuenta círculos solares ó lunares de este género, la mayor parte del tiempo pálidos é incoloros. Sin embargo, son dignas de mención algunas apariciones mas brillantes.

En el Observatorio de Bruselas se estudian desde 1833 los diversos fenómenos ópticos de la Atmósfera. El mas curioso de los halos observados es el que se dejó ver en toda la Bélgica el 28 de diciembre de 1840. Formóse al rededor del sol hácia las nueve de la mañana, estando muy bien marcado y orlado de colores. Las casas

ocultaban su parte inferior; en la extremidad del diámetro horizontal aparecía un parhelio blanco, poco intenso y aplanado en sentido vertical. Por el extremo superior del diámetro vertical pasaba un arco con su convexidad dirigida al sol y tangente á la circunferencia del halo. Este arco, que tenia una forma parabólica mas bien que circular, era de un blanco mas vivo y mas brillante que el parhelio, sobre todo en el punto de su interseccion con el halo. A cosa de las diez, se formó otro parhelio, mas débil que el primero, en la extremidad opuesta del diámetro horizontal. A las 10 y 30 minutos habianse disipado el parhelio occidental y la mayor parte del halo situada en el mismo lado, al paso que en el oriental solo quedaba una ligera huella del parhelio; pero el arco tangente al halo y la parte superior de este, que formaban juntos dos arcos iguales, en contacto por sus extremos, habian adquirido mayor

intensidad. En seguida ambos arcos se borraron insensiblemente, y volvió á aparecer el parhelio occidental. Al medio día ya no quedaba ningun vestigio del halo, pero aun se veian á cada lado del sol dos manchas blanquecinas muy prolongadas en sentido horizontal, que ocupaban el sitio de los

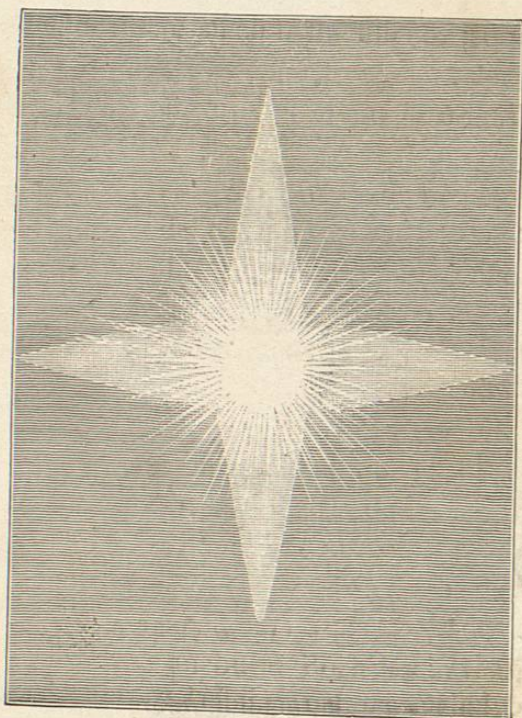


Fig. 82.—CRUZ FORMADA EN LA ATMÓSFERA POR LA REFLEXION DE LA LUZ

sintieron dominados por un vivo terror, creyendo que el sol se multiplicaba para abrasar la tierra.

He observado en París un halo lunar de notable brillo el 12 de mayo de 1870, á las diez de la noche, estando la luna en el meridiano. Era el círculo mayor de 46 grados, pero no se veian colores, ni tampoco habia paraselenes. La aparicion duró hasta las once. El cielo estaba sereno; ninguna nube aparente se percibia en él, pero las estrellas eran poco brillantes, y aun cuando la formacion del halo no hubiese revelado la existencia de una capa de vapores extendida en la Atmósfera, la opacidad relativa del aire habria hecho sensible este velo. Al día siguiente cayó en París una lluvia menuda, y el cielo continuó algunos días lluvioso.

parhelios. A la una, el fenómeno habia desaparecido por completo.

En los alrededores de Génova se observó el 15 de setiembre de 1851 un magnífico parhelio que representaba cuatro imágenes del sol á la vez: la fotografia ha reproducido este curioso meteoro. Los aldeanos se



Fig. 83.—FENÓMENO ATMOSFÉRICO DEBIDO Á LA REFLEXION

El 23 de junio de 1870 se observó tambien en Inglaterra un halo de extraña forma y dos parhelios dignos de atencion. La figura 81 representa la copia que se sacó en Nottingham á las 7 y 36 minutos de la tarde. Por encima del sol y á 22' de distancia apareció una falsa imagen oval sin color y poco brillante. A la distancia de 46° y á la misma altura sobre el horizonte que el sol, se veian dos falsos soles dobles que presentaban con mucho brillo los colores prismáticos. Eran ovals, y de cada uno de ellos se escapaba una especie de llama opuesta á la direccion del sol. En la cúspide del círculo mayor se veia ademas un inmenso parhelio muy coloreado y de un resplandor casi irresistible. El fenómeno duró 20 minutos.

El estudio que acabamos de hacer del fenómeno general de los halos nos conduce ahora á hablar de otros efectos ópticos cuya explicacion tiene mas ó menos conexion con los precedentes.

Las *columnas* de luz blanca, las *cruces*, los diversos aspectos luminosos que á veces

se dejan ver á la salida y á la puesta del sol, se deben á la reflexion de la luz en una capa de cristales de agua helada situada en las alturas de la Atmósfera. Todo el mundo sabe que cuando se mira la imagen de un luminar (como el sol, la luna, un reverbero, etc.) al formarse oblicuamente en una



(Fig. 84.—CORONA FORMADA ALREDEDOR DE LA LUNA POR LA DIFRACCION)

sábana de agua ligeramente agitada, dicha imagen se extiende mucho en el sentido de la vertical; y que la movilidad del agua da origen á una multitud de facies planas, cuyas normales se balancean sin cesar al rededor de la vertical, en todas las direcciones posibles. Pues esta es la reproduccion exacta de lo que sucede en la region de una nube helada; las pequeñas bases bruñidas de los prismas, á las que hemos atribuido mas atrás la imagen reflejada del sol observada desde un globo, se inclinan sin cesar en diferentes sentidos, y por consiguiente la imagen producida será tambien muy larga, y su parte superior podrá elevarse muchos grados sobre el horizonte á la salida ó á la puesta del sol.

Tal es el origen de esas columnas de luz

blanca que algunas veces vemos formarse en el momento del ocaso del sol, y que adquieren mayores proporciones á medida que el astro va descendiendo. Creemos poco menos que innecesario añadir que cuando el sol ha traspuesto enteramente el horizonte, la reflexion de su luz se verifica en las bases inferiores de los prismas, y no en las superiores.

El 22 de abril de 1847, antes de la puesta del sol, se observaron en París cuatro columnas luminosas de unos 15 grados de extension cada una, apareciendo bajo el aspecto de una cruz cuyo centro era el sol. Cuando este se puso, una de las cuatro columnas, la superior, se entendié, persistió todavia algun tiempo.

Su base es á veces lo suficientemente

ancha para darles formas extrañas. Por ejemplo, en 1816, hallándose cerca de Festieux, á dos leguas de Laon, mi malogrado amigo Coulvier-Gravier, oyó decir á los habitantes de aquel país, que estaban contemplando la salida del sol (corria á la sazón el mes de setiembre), que el fenómeno representaba enteramente un tricornio. Aquellas buenas y sencillas gentes añadian con este motivo: «Ya vereis como vuelve Napoleon, puesto que el sol nos enseña su sombrero.» (Véase la figura 83.)

Cuando el sol está cerca del horizonte, una porción del círculo vertical puede elevarse sobre el astro, en forma de columna. El 8 de junio de 1824 se vieron algunas apariencias de este género en muchos puntos de Alemania. Lohrmann contempló en Dohna, cerca de Dresde, á las ocho de la noche y en el momento en que el sol acababa de desaparecer detrás de las montañas, una faja luminosa perpendicular al arco crepuscular, semejante á la cola de un cometa; dicha columna tenia 30 grados de altura y 1 de anchura. Roch había visto y descrito un fenómeno mucho más completo, el 2 de enero de 1586, en Cassel. Antes de aparecer el sol, brillaba en el punto por donde este debía salir una columna luminosa vertical, de un diámetro igual al del astro; asemejábase á una llama resplandeciente, solo que su fulgor era uniforme en toda su altura. Pronto se vió aparecer una imagen del sol tan refulgente, que se la tomó por el astro mismo, y apenas desapareció este parhelio del horizonte, salió el sol inmediatamente por debajo de él, seguido de una reproducción de la columna superior. Esta columna con sus tres soles continuó siempre vertical; aquellos eran perfectamente semejantes, pero el verdadero tenia más brillo. El fenómeno duró como cosa de una hora.

Cuando el sol, en lugar de estar en el horizonte, se halla á algunos grados sobre su plano, la columna luminosa que se eleva del pseudhelio, situada entonces debajo de

este plano, y por consiguiente invisible, puede llegar al centro del astro sin pasar sensiblemente de él. Entonces se tiene la apariencia de una columna luminosa ascendente que parece soportar el disco solar en su parte superior: la observación hecha por Parry en la isla Melville el 8 de marzo de 1820, y la que hizo Sturm el 9 de diciembre de 1869, nos ofrecen dos ejemplos de ello.

Los fulgores verticales que, pasando por el centro del astro brillante, se extienden simétricamente por encima y por debajo de él sin tocar al horizonte por su base, y que acompañan al astro durante su curso de oriente á occidente, se deben al parecer á la misma causa. Es fácil ver que están engendrados por rayos reflejados dos veces en las bases horizontales de los prismas verticales; y que por lo general, son el resultado de un número par de reflexiones sucesivas. Nunca aparecen sino para las alturas inferiores á 25 grados, siendo mucho más frecuentes al rededor de la luna que al del sol, lo cual consiste, sin duda alguna, en que la viva claridad del último astro ofusca todos los resplandores circundantes. Lo contrario sucede con respecto á las columnas que aparecen en el momento del ocaso, porque estando entonces el sol debajo del horizonte, se proyecta el meteoro en un fondo iluminado incompletamente, y puede ostentarse en todo su brillo.

La combinación del círculo parhético con la columna vertical que pasa por el centro del astro, produce el fenómeno de las cruces solares ó lunares, que se vé á menudo sin que el halo de 22 grados se perciba. Puede suceder que los dos brazos de la cruz sean sencillamente iguales, pero también acontece con frecuencia que la longitud de los horizontales es mayor que la de los verticales. Donde sobre todo se ven las columnas y las cruces lunares ó solares es en las regiones boreales, durante los largos inviernos que las mantienen cubiertas de nieve y escarcha.

Las coronas que aparecen al rededor del sol y de la luna cuando el aire no está puro y pasan gotitas de vapor vesicular ó ligeras nubecillas por delante de estos astros, no deben su origen á la refracción, sino á la difracción; tienen el rojo hácia fuera y el violado hácia dentro, como el primer arco-iris, y sus colores son inversos de los dos halos concéntricos á los astros. Los diámetros de las coronas del mismo color siguen la serie de los números 1, 2, 3, 4.... pareciendo algo mayor que el del primer anillo.



Fig. 85. — EL SOL REFLEJADO POR LAS NUBES, Ó PSEUDHELIO

Este diámetro, que varía de 1 á 4, depende del de las vesículas de agua interpuestas entre el astro luminoso y el observador. Por lo general, es azul mezclado de blanco desde el astro hasta cierta distancia; sigue luego un círculo verde y después otros de colores, dispuestos como en los anillos de Newton. Para que el fenómeno tenga lugar es necesario que haya cierto número de glóbulos del mismo diámetro, y aun que predominen estos sobre todos los demás. Si todos los diámetros de las esferillas fuesen diferentes, no se produciría la corona.

Obsérvese un fenómeno semejante cuando se examina un objeto luminoso á través de un cristal en el que se haya extendido

licopodio, ó bien, aunque en menor grado, cuando se ha echado el aliento sobre un cristal, cubriéndolo con una lijera capa de humedad (1).

(1) Hé aquí otro fenómeno singular, observado en Urrugue, el 9 de julio de 1853, después de la puesta del sol, por M. Antonio d'Abbadie. He extractado del relato del observador los párrafos que nos interesan.

El martes 9 de julio, M. Goetse, astrónomo alemán que vivía conmigo, me hizo observar el desusado fenómeno de un gran número de puntos rojos en las nubes y un poco por encima del horizonte natural. Nos hallábamos en un gabinete de 3'50 metros sobre el nivel del suelo y á una altitud de 42 sobre el del Océano. El cielo estaba enteramente cubierto, pero un vago fulgor iluminaba el horizonte. Eran á la sazón las 8 y 25 minutos, tiempo medio. Lo más notable era que los discos rojos presentaban la apariencia de otros tantos soles perfectamente redondos; hallábanse dispuestos casi paralelamente al horizonte del Océano, y espaciados con bastante limpieza en una extensión considerable. En el primer momento conté diez y siete separados entre sí casi á la misma distancia, y otros dos que lo estaban algo más hácia la parte del sur. Quise sacar un croquis del fenómeno, pero cuando me puse á hacerlo había cambiado de aspecto. La mayor parte de los discos redondos se habían vuelto irregularmente angulares, y dos de ellos desaparecieron suavemente. Al empezar á deformarse, lanzaban hácia el horizonte una especie de cascada de llamas parecidas á esos nimbos que se escapan de las nubes al ponerse el sol, y que tan á menudo han reproducido los pintores.

Aun cuando el meteoro cambiaba á cada momento, era importante hacer algunas observaciones precisas que pudieran servir de base á una teoría de tan raro fenómeno. Bajamos, pues, á la pradera inmediata, y después de haber colocado á cierta distancia y como señal una lámpara encendida, tomé por medio de un sextante algunos ángulos, que orientamos al día siguiente con un teodolito.

Los diferentes discos fueron perdiendo poco á poco su brillo, resolviéndose casi todos en extensos fulgores horizontales, que se extinguieron por fin á las 8 y 50 minutos. Al poco rato apareció un pequeño disco bastante resplandeciente, que se disipó con lentitud y desapareció á las 8 y 52 minutos. Tres minutos después dejáronse ver cuatro nuevos discos; al poco tiempo se desvaneció uno de los antiguos, formándose todavía otro hácia el sur. El disco extremo del lado norte adquirió entonces mayor diámetro, y su altura aparente aumentó hasta 55 minutos, cantidad que debí apreciar á la simple vista, porque el horizonte se hallaba á la sazón demasiado oscuro para permitirnos el uso de los instrumentos. A las 9 y 2 minutos el disco extremo del lado sur continuaba aumentando, y el del norte iba perdiendo su brillo por momentos, disipándose por último á las 9 y 4 mi-