

le separa de la categoría de los mundos planetarios, y el habitante de la Tierra se quedaria profundamente asombrado si le fuese lícito visitar un país tan esencialmente distinto del nuestro, y pudiera establecer una comparacion, si es que la hay, entre ese mundo extraño y nuestra patria.

III.

EL SOL.—(CONTINUACION.)

De la primer mirada
Del Sol en su carrera ilimitada,
Fueron dichoso efecto
Los bienes de este mundo, no perfecto.

A. DE MUSSET.

Cualquiera que sea la idea preconcebida que dominara el pensamiento en favor de ese hermoso Sol, de ese astró radiante, tan venerado que la sola idea de acusarle de manchas parecia una blasfemia, lo cierto es que de la observacion y del estudio de esas manchas ha resultado el conocimiento que de él tenemos; tan cierto que la ciencia, superior á todas las preocupaciones, es ahora, como siempre, la soberana indudable del espíritu. El exámen de las manchas, de su forma y de los diversos aspectos que revelan por consecuencia de la rotacion del astro, ha servido de base á una teoría sobre su constitucion física, teoría adoptada y consagrada sucesivamente por diversos astrónomos, desde Wilson y Herschel hasta Humboldt y Arago. Segun esta teoría el Sol se compone esencialmente de un núcleo y de una atmósfera; el núcleo es oscuro y la atmósfera está envuelta en una capa luminosa á la cual se ha dado el nombre de *foto-esfera*. La luz y el calor que nos envia vienen,

no del núcleo si no de esa envoltura calorífica y resplandeciente. Esplicanse las manchas suponiendo que son aberturas formadas en esa capa exterior, ya por erupciones de gas procedentes de bocas volcánicas, ya por corrientes poderosas de aire que se elevan de la atmósfera inferior á la atmósfera superior, semejantes á huracanes verticales, ya en fin, por cualquiera otra causa dependiente de la naturaleza del astro. La penumbra de las manchas, segun la misma

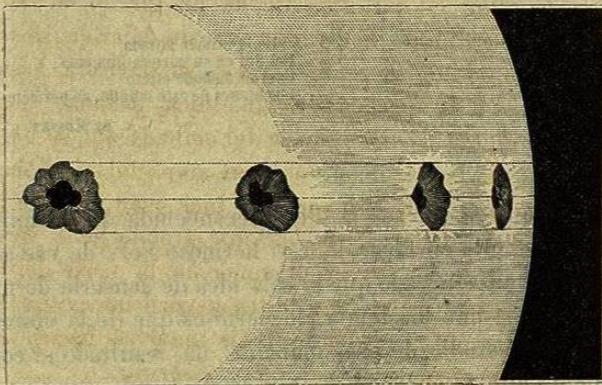


Fig. 25.—Rotacion del Sol.

teoría se forma por la atmósfera inferior, dotada de la propiedad de reflejar la luz de la foto-esfera y preservar de su accion el cuerpo del astro. El centro oscuro de las manchas no es si no el cuerpo mismo del Sol hecho visible por una abertura de la atmósfera inferior, correspondiente á la abertura de la foto-esfera. De esta manera se esplican suficientemente las manchas y aun las diversas apariencias observadas en la superficie solar, como los poros de que parece

aeribillada, las fáculas ó manchas blancas, las arrugas, etc., fenómenos causados por movimientos químicos que se verifican en la atmósfera, donde los gases se asocian formando las mas diversas combinaciones.

Esta teoría ha parecido tanto mas fundada cuanto que la abertura en forma de embudo, que parece constituir las manchas, se presenta mas sensiblemente en las perspectivas que ocasiona el movimiento de rotacion del Sol. En virtud de este movimiento una mancha redonda parece encogerse á medida que se aleja del centro; y cuando la parte de la esfera en que está situada ha girado lo bastante para tenerla á punto de desaparecer, sin dejar de conservar su longitud íntegra, se disminuye su anchura hasta no presentar sino la apariencia de una línea. Además, la parte de la penumbra, ó si se quiere del embudo que se halla al lado del espectador, disminuye en amplitud y desaparece antes que la otra. En fin, cuando una gran mancha llega al extremo del disco, si es bastante grande debe vérsela formando un hueco mayor ó menor en la parte del disco solar que ocupa. Ahora bien, estas apariencias exigidas por la perspectiva en el caso en que las manchas fuesen aberturas, son precisamente las que se observan.

Por largo tiempo los astrónomos han opinado generalmente que el núcleo solar es un cuerpo opaco, oscuro como la Tierra, que está envuelto en una atmósfera flúida y que mas allá de ese flúido hay una capa de sustancias dotadas de la propiedad de emitir la luz y el calor, que es la capa exterior llamada foto-esfera.

Pero hoy no son unánimes todos los pareceres acerca de la constitucion física del astro que nos alumbra.

Preciso es decir, en efecto, que la teoría del Sol no es tan sencilla como la acabamos de resumir. No se vé tan bien indicado como en la figura precedente el aspecto hue-

co de las manchas solares. Personalmente, y á pesar de nuestras muchas y muy atentas observaciones, no hemos visto jamás una depresion del borde del Sol en el sitio de la desaparicion de una mancha ni aun la mas colossal.

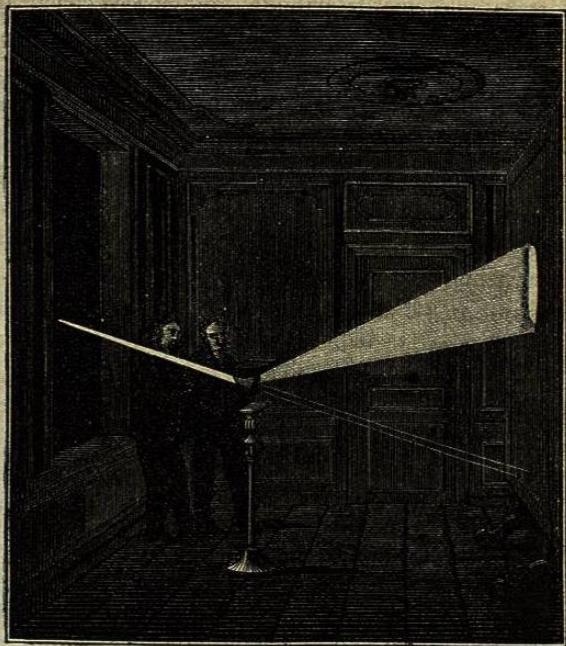


Fig. 24.—Descomposicion de la luz.

Por otra parte las investigaciones de *análisis Espectral*, hechas de diez años á esta parte, tienden á demostrar que el Sol es un cuerpo líquido incandescente que emite por sí mismo el calor y la luz y está rodeado de una atmósfera vaporosa, en la cual flotan gases en combustion en la superficie agitada del océano solar.

Trataremos un momento del análisis espectral de la luz.

Cuando se recibe un rayo de luz en un prisma, este rayo al atravesar el prisma se descompone entre los colores diversamente refrangibles que le constituyen, y en vez de formar un solo haz blanco, puede extenderse sobre una pantalla bajo la forma de una especie de cinta (Fig. 24).

Pero aquí viene el hecho curioso. Todo metal, todo cuerpo, todo objeto puesto en suspension en una llama y reducido al estado de gas incandescente, determina en el rayo luminoso procedente de esa llama una disposicion de líneas especial á la naturaleza de dicho cuerpo. En la cinta, á lo largo de la cual se estiende en cierto modo el rayo luminoso, el microscopio distingue un gran número de líneas brillantes transversales cuyo *orden es especial á la naturaleza del objeto*, reducido al estado de incandescencia.

Así, por ejemplo, si se calienta un pedazo de hierro hasta que sea luminoso y emita un vapor incandescente, y si se recibe por el prisma del aparato especial llamado *espectroscopio* el rayo emitido por esa incandescencia, al examinar el espectro de este rayo se observan con el microscopio 460 rayas brillantes muy bien determinadas, estrechamente unidas y dispuestas en un orden que ninguna otra sustancia presenta.

Lo mismo sucede respecto de otros cuerpos, los cuales, cuando llegan al estado de vapor incandescente producen una imágen prismática cuyas líneas brillantes revelan por su número, su posicion y su disposicion, la naturaleza íntima de cada cuerpo.

Mientras los cuerpos permanecen sólidos ó líquidos su espectro no produce rayas.

Un hecho muy singular y muy difícil de concebir exactamente, aun para aquellos que están acostumbrados á las meditaciones científicas, es, que un gas que en el estado

de incandescencia presenta cierta disposicion de líneas brillantes, cuando no se halla incandescente absorbe las mismas líneas brillantes que encuentra en el rayo luminoso que le atraviesa, de suerte que esas líneas se presentan negras.

El exámen de estas rayas oscuras en el espectro de una luz que ha atravesado una materia gaseosa da á conocer qué especie de rayos brillantes introduciría el mismo gas en el espectro si se hallase en estado incandescente. Por consecuencia la naturaleza de ese gas se revela de este modo, lo mismo que se revelaría por los rayos brillantes que emitiera si fuese luminoso.

Otra observacion no menos importante, no hay necesidad de que una sustancia se encuentre en gran cantidad para que anuncie su presencia en la revelacion maravillosa del análisis espectral. Una cincuentamillonésima de gramo de thalio hacen aparecer en su imágen prismática su línea verde característica; una millonésima de milígramo de sodio revela su presencia en una llama, dibujando inmediatamente en el espectro su doble raya amarilla. Un experimento curioso manifestará mejor todavía esta extrema sensibilidad. Se echaron tres miligramos de clorato de sosa en el extremo de una sala de sesenta méetros cúbicos, y á la parte opuesta de aquel sitio se encendió una luz de gas cuyo espectro se trató de observar. Al cabo de algunos minutos apareció la doble raya del sodio, procedente, por consecuencia, de la parte infinitamente pequeña de la sosa esparecida por la atmósfera de la sala.

Sentados estos principios, se vé desde luego su aplicacion, para determinar la naturaleza de los cuerpos que existen en el Sol.

La imágen de siete colores, dada por el rayo solar descompuesto al atravesar un prisma, presenta en su testura

íntima un gran número de líneas transversales oscuras, entre las cuales hay, sobre todo, ocho que son muy notables. La primera se encuentra hácia donde principia el color rojo, la segunda en medio, y la tercera hácia el fin del mismo color. La cuarta está en medio del amarillo; la quinta en medio del verde; la sexta en el azul, la sétima al principio del violeta y la octava al fin. Se han designado estas líneas principales con las ocho primeras letras del alfabeto: A, B, C, D, E, F, G, H. Pero no son estas las únicas líneas que aparecen: se cuentan hoy mas de 3,000.

Para conocer la naturaleza de las sustancias gaseosas que en la atmósfera del Sol producen esas rayas oscuras, se ha establecido con el mayor cuidado una série de comparaciones entre la posicion de esas rayas oscuras y la de las rayas brillantes producidas por diversas sustancias reducidas al estado de gas incandescente.

La primera observacion importante que se hizo fué que la doble raya del sodio coincide exactamente con una doble raya negra del espectro solar.

Despues se observó que las 460 líneas microscópicas del hierro coinciden exactamente en orden y posicion con líneas idénticas en el espectro.

Comparaciones rigurosas análogas condujeron á deducir, sin género de duda, que la atmósfera solar contiene, además de la sosa y del hierro, magnesio, cal, cromo, níquel y cobalto (elementos de los aerolitos) bario, cobre, zinc, hidrógeno y manganeso. Los metales que no se encuentran son el oro y la plata, lo cual habria contrariado mucho á los alquimistas del tiempo pasado y sobre todo á Nicolás Flamel, para quienes el Sol era el astro de oro por excelencia. Todos estos materiales existentes en la esfera del Sol, segun demuestra el análisis espectral, se ha demostrado tambien que existen en estado de fusion. Así, pues,

para los experimentadores y teóricos de quienes hablamos, el astro del día ha vuelto á ser lo que era para nuestros padres, un astro de fuego. En efecto, no solamente ha vuelto á ponerse en vigor la teoría de que la antorcha que nos

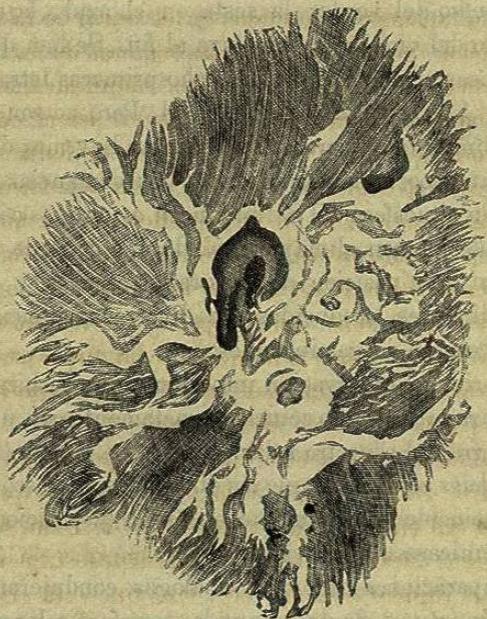


Fig. 25.—Mancha con fáculas. (Observacion de Chacornac).

alumbra es un globo incandescente y no oscuro, y que la luz que de ella recibimos procede de su núcleo inflamado y no de su atmósfera, sino que también se han tratado de explicar las manchas en esta nueva hipótesis diciendo, que son simplemente nubes que se combinan en la atmósfera solar bajo la influencia de un enfriamiento parcial de temperatura y llegan á ser bastante opacas para interceptar por

completo el núcleo del globo incandescente. Otros sabios opinando igualmente que los anteriores sobre la constitución física del Sol, han emitido acerca de las manchas la idea de que son, no nubes, sino solidificaciones parciales de la superficie, escorias como las que se forman en la superficie de las sustancias fundidas en el crisol de los metales en ebullición. Según esta teoría las sombras de las manchas es la parte central más espesa de las solidificaciones parciales, la cual intercepta los rayos emitidos por el cuerpo solar, tanto más cuanto más sobrecargada se halla y la penumbra corresponde á la película que en toda formación de este género, observada en la superficie de los metales en fusión, se produce invariablemente alrededor de la escoria.

Así pues, con arreglo á estas investigaciones se considera hoy el Sol como un cuerpo líquido luminoso por sí mismo, rodeado de una atmósfera no luminosa pero transparente, al través de la cual pasan desde luego los rayos emitidos por la superficie incandescente del Sol.

Las observaciones hechas durante el eclipse total de 1868 demostraron además que las altas protuberancias que se escapan del Sol en forma de grandes llamas, están formadas de hidrógeno incandescente. La superficie del inmenso foco, no es pues regular como parece, sino que está erizada de llamas, de chorros luminosos, de olas de cresta gigantesca, de torbellinos inmensos, de los cuales apenas pueden darnos una leve idea nuestros volcanes terrestres y nuestras más violentas tempestades marítimas.

Llegamos ahora á los elementos cosmográficos del Sol y hablemos ante todo de sus dimensiones.

El volumen del Sol que es 1.400,000 veces más grueso que la Tierra, sobrepasa demasiado el límite de nuestras medidas habituales para que podamos dar de él una idea suficiente. En el orden de los volúmenes, como en el de las

distancias y de los tiempos, las magnitudes que traspasan demasiado nuestras ideas ordinarias no dicen ya nada á nuestra mente, y todo el trabajo que nos tomamos para representárnoslas es, por decirlo así, inútil.

Sin embargo, una comparacion podrá inspirar una idea aproximada de la magnitud de que hablamos.

Si se colocara el globo terrestre en el centro del globo solar como un hueso en medio de una fruta, la distancia de 96,000 leguas que nos separa de la Luna estaria comprendida en el interior del cuerpo solar; la Luna misma se hallaria absorbida en él y todavia para ir desde la Luna hasta la superficie del Sol siguiendo el mismo radio, habria que recorrer una distancia de 80,000 leguas.

Desde la Tierra al Sol se cuentan 38 millones de leguas de á 4 kilómetros; y esta gran distancia es la que hace que un astro tan voluminoso se nos muestre reducido á un pie de diámetro. Por eso los antiguos y Epicuro en particular no le creían mayor que esta medida. Por eso mismo no nos parece mayor que la Luna que solo dista 96,000 leguas de nosotros.

Una curiosidad muy legítima podrá preguntarnos cómo se ha podido medir la distancia del Sol á la Tierra. El método es demasiado complicado para desarrollarle aquí esencialmente; pero podemos dar una idea de él sin traspasar los límites de esta narracion.

Entre el Sol y la Tierra hay dos planetas, Mercurio y Venus, el último de los cuales ha prestado los mayores servicios para la investigacion de la distancia que nos separa del astro radiante. Como el plano de su órbita (circunferencia que sigue alrededor del astro central) oscila y coincide á veces con el de la órbita de la Tierra, sucede de cuando en cuando que pasa entre el Sol y nosotros como un punto negro que atraviesa el disco luminoso. Este paso de Venus

entre la Tierra y el Sol acontece en los intervalos singulares de: 8 años, 113 años $\frac{1}{2}$ — 8 años, 8 años, 113 años $\frac{1}{2}$ + 8 años y así sucesivamente. El penúltimo paso ocurrió en agosto de 1761; el último, 8 años despues, es decir, en agosto de 1769. Añadamos á este año 113 años $\frac{1}{2}$ — 8, ó sean 105 años $\frac{1}{2}$ y tendremos que el paso de Venus debe verificarse en diciembre de 1874.

El siguiente paso ocurrirá ocho años despues, en diciembre de 1882 etc. En estas épocas preciosas los astrónomos de todos los países, prescindiendo de su nacionalidad respectiva, se entienden como hermanos y se arreglan de manera que pueden observar el paso de Venus en diferentes puntos. Dos observadores situados en las estaciones mas apartadas que sea posible una de otra, marcan los dos puntos en que el planeta, visto desde cada una de sus estaciones, parece proyectarse en el mismo momento sobre el disco solar. Esta medida les da la abertura del ángulo formado por dos líneas, que partiendo de dichas estaciones y cruzándose en Venus, van á formar un ángulo opuesto sobre el Sol. La medida de este ángulo, hecha por observadores situados en todos los puntos del globo, es lo que da lo que se ha llamado la paralaje del Sol. Ya hemos hablado de este método en la página 133.

En los últimos pasos de Venus, el astrónomo francés Le Gentil, á quien su nombre debería haber salvado de semejantes chascos de parte de la diosa de la hermosura, fue singularmente recompensado por su amor á la ciencia y su desinterés. Enviado á las Indias por la Academia de ciencias, se embarcó con armas y bagajes para observar en 1761 el paso del planeta sobre el cielo de Pondichery. Su grande actividad y su ardor no pudieron vencer las dificultades de la travesía y desembarcó justamente pocos dias despues de haber ocurrido el fenómeno. Los obstáculos enardecen

el valor y le aumentan; nuestro astrónomo tomó pues la resolución heroica de permanecer durante ocho años en aquel país desconocido, á fin de obtener una compensación del chasco precedente. Esperó pues el paso de 1769 y tomó todas sus disposiciones para hacer una observación de la mayor exactitud. Llegó en fin el día apetecido; el cielo estaba puro, ningún obstáculo parecía que podía impedir el coronamiento de sus esfuerzos y de su larga paciencia. Pero ¡ah! justamente en el momento en que el punto negro iba á entrar en el disco solar, se forma una nubecilla en la atmósfera, se fija en la dirección del Sol y permanece allí hasta que Venus, después de salir del disco, pone fin á la posibilidad de toda observación.

Para colmo de desdichas, el astrónomo no pudiendo resolverse á esperar el nuevo paso de 1874, toma el camino de Francia y estalla una tempestad en que estuvo á punto de perecer; Le Gentil de la Galaisiere murió en 1792 después de haber escrito sus impresiones de viaje.

Por consideraciones fundadas en la acción magnética del Sol, se puede tal vez creer con fundamento que su luz es de la misma naturaleza que la luz eléctrica, aunque incomparablemente más poderosa pues que los elementos de que nosotros disponemos son incomparablemente inferiores á los elementos de que dispone la naturaleza. Por brillantes que sean nuestros focos eléctricos, por deslumbradoras que se presenten sus llamas, cuya blancura nos admira, la luz eléctrica proyectada sobre el disco solar presenta la apariencia de una mancha negra.

No es menos difícil de concebir la intensidad del calor solar; y los más intensos de nuestros focos que se elevan á la temperatura del calor blanco no pueden darnos sino una idea muy débil del calor del Sol. Indicaremos sin embargo algunas comparaciones para apreciar en cierto modo su

valor. Representémonos al Sol bajo la forma de un globo voluminoso como un millon y cuatrocientos mil globos terrestres y enteramente cubierto de una capa de hulla de siete leguas de altura. El calor que vierte anualmente en el espacio es igual al que daría esta capa de hulla abrasada. Este calor solar sería capaz de fundir en un segundo una columna de hielo que midiese 4,000 kilómetros cuadrados de base y 310,000 kilómetros de altura. Si se tratara simplemente de impedir la irradiación del calor solar, sería preciso lanzar á su superficie un chorro de agua helada ó mejor dicho de hielo, que midiese 18 leguas de diámetro y caminase con la celeridad de 70,000 leguas por segundo. Al recibir esta columna de hielo el astro del día no irradiaría más; pero esto no quiere decir que la columna tuviera fuerza suficiente para apagarlo.

En fin, es curioso saber cuánto pesa ese cuerpo gigantesco. Es un gran peso: dos mil cuatrillones de toneladas de á mil kilogramos, número que se escribe añadiendo á la cifra 2 nueve columnas de á tres ceros. De este modo:

2.000,000,000,000,000,000,000,000.

Si este globo fuese como en tiempo de Apolo arrastrado por cuatro caballos, serían corceles de una fuerza verdaderamente escepcional, sobre todo si se piensa en la celeridad con que deberian volar para dar la vuelta á la Tierra en 24 horas. Véase ahora en frente del peso del Sol el de la Tierra que habitamos, espesado como el precedente en toneladas de mil kilogramos:

5,875.000,000,000,000,000,000.

O sean 5,875 trillones.

Cuando los astrónomos colocan al Sol en el platillo de

la balanza gigantesca de que se sirven para conocer el peso de los astros, necesitan poner en el otro platillo 350,000 globos terrestres para formar el equilibrio. No tenemos que temer que este astro gigantesco llegue un día á extinguirse dejando á la Tierra en la oscuridad helada. Posee en su foco colosal un número suficiente de grados de calor para que pasen todavía millones de siglos durante los cuales nos sería imposible, aunque el calor decreciese, echarlo de ver.

Si, la estrella resplandeciente del día continúa para nosotros siendo el astro mas hermoso y mejor. Hemos reconocido su grandeza y su poder y no hay fuerza capaz de rivalizar con la suya. La ciencia al revelarnos los secretos de su naturaleza no ha rebajado en nuestra mente su veneranda imágen y como en nuestros estudios anteriores la realidad ha sido aquí superior á la ficcion. Continúa por consiguiente mereciendo nuestros homenajes, mas inteligentes y mas justificados que nunca. Podemos todavía decirle con Byron:

«¡Astro glorioso, adorado en la infancia del mundo por esa raza de hombres robustos, gigantes nacidos de los amores de los ángeles con un sexo que mas hermoso que ellos hizo caer en el pecado aquellos espíritus extraviados y desterrados para siempre del cielo; astro glorioso, tú fuiste adorado como el Dios del mundo antes que se revelase el misterio de la creacion. Primer ministro del Omnipotente, tú eres el primero que regocijaste el corazon de los pastores caldeos en la cima de sus montañas hasta el día en que te hicieron el homenaje de sus almas en oracion. Rey de los astros y centro de una multitud de mundos, á tí debe la Tierra su duracion. Padre de las estaciones, rey de los elementos y de los hombres, las inspiraciones de nuestros corazones como los rasgos de nuestras fisonomías están bajo

la influencia de tus rayos, porque de cerca ó de lejos nuestras facultades íntimas se iluminan ante tu irradiacion lo mismo que nuestros aspectos exteriores. No hay gloria que iguale á la pompa de tu salida, de tu curso y de tu ocaso (1)..

(1) Lord Byron *Manfredo*.