VIII

# EL SOL

Este astro inmenso tiene un diámetro que es ciento ochenta y media veces mayor que el de la Tierra. Su volumen es un millón doscientas ochenta mil veces superior al de ésta, y pesa trescientas veinticuatro mil más.

Penetremos ahora de lleno en el estudio de su naturaleza y tratemos de investigar su constitución física.

Esa inmensa hoguera arde con fuego que parece eterno, porque nuestra vida es corta, y la del Sol se cuenta por millones de años. Pero no es así: está encendida y tarde ó temprano se apagará. ¿Cuál es su origen? ¿Cómo se mantiene su estado incandescente? Si el Sol fuese una masa de carbón de piedra ardiendo en oxígeno puro, no po-

dría durar más que seis mil años sin consumirse por completo: se habría extinguido desde el origen de los tiempos históricos. Tres causas principales son las que, al parecer, mantienen ese calor: la contracción del globo solar, la ca da de meteoros en su superficie y la producción de calórico á que dan lugar las combinaciones químicas. La primer causa debe ser la más importante. Ya se conoce el equivalente mecánico del calor. Todo cuerpo que cae, y que es detenido en su caída, produce cierta cantidad de calor, y la cantidad de calor es la misma, ya sea detenido de repente ó retardado sucesivamente por resistencias. Si, como es probable, el globo solar ss el resultado de la condensación de una inmensa nebulosa que se extendía primitivamente más allá de la órbita de Neptuno, la aglomeración de moléculas en la concentración actual, ha suministrado cerca de 18.000.000 de veces tanto calor como el Sol dá en un año (Thomson), de donde resulta que el Sol tendría durante 12.000.000 de años resplandor como el actual, pero durante su condensación sería incomparablemente más vasto y más refulgente. Por otra parte, aun admitiendo que esa sea la sola fuente, ó la causa del calor solar, este astro, al continuar condensándose, se reduciría á la mitad de su diámetro actual en un plazo que no excedería de 5.000.000 de años; y como con tal dimensión su densidad sería ocho veces mayor que la presente, acabaría por liquidarse, y su temperatura comenzaría á decrecer de tal suerte, que en 10.000.000 de años, poco más ó menos, su calor no sería suficiente á mantener un estado de vida análoga á la que existe actualmente. La vida total del Sol, como astro luminoso, no llegaría á pasar,dada esta hipótesis, de 30.000.000 de años.

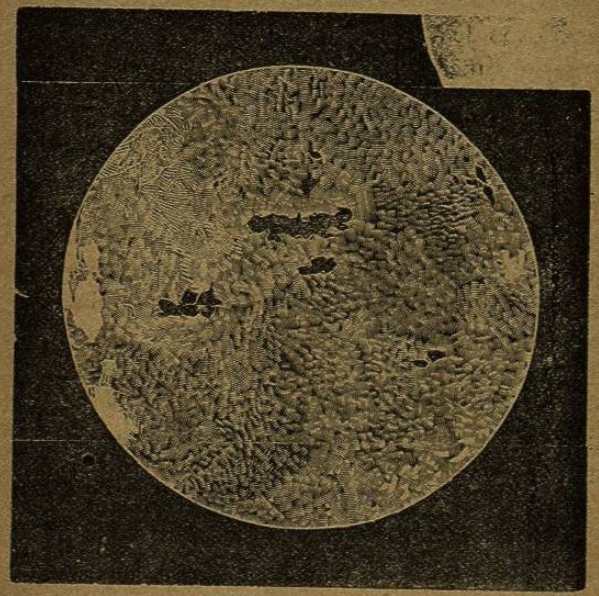


Al calor, debido á la condensación; hay que añadir los efectos producidos por la continua caída de de gran número de materias cósmicas sobre la superficie del astro del día.

El calor emitido por el Sol cada segundo, es igual al que resultaría de la combustión de once cuatrillones, seiscientos mil millares de toneladas de carbón de piedra.

El calor solàr irradia en todas direcciones. La Tierra, globo minúsculo, que boga á la distancia de 149.000.000 de kilómetros, sólo recibe una fracción extremadamente pequeña de aquella cantidad. Si se imagina alrededor del Sol una esfera hueca, que tenga por radio la distancia de aquél á la Tierra, y que en el centro de ella brillase el astro radiante, la superficie de esta esfera sería 2.000 veces mayor que la sección interceptada de nuestro globo. La Tierra, pues, sólo detiene en su paso y utiliza para sus habitantes,

media milésima parte de la irradiación total del Sol (1).



El Sol y sus manchas:

Para concebir el estado de la superficie solar,

(1) Resulta de los trabajos llevados á cabo sucesivamente por Pouillet, Crova y Violla, que una superficie de 1 metro cuadrado, en los límites de la atmósfera terrestre, expuesta perpendicularmente á los rayos solares, recibe 0,4 calorias en cada segundo de tiempo, debiendo tener presente que una caloria es la cantidad de calor necesaria para llevar un grado un kilogramo de agua tomada á la temperatura ordinaria. Tal es la intensidad de la radiación solar á la distancia á que se encuentra la Tierra del Sol, radiación que sostiene la vida y el movimiento en la superficie terrestre. El calor se trasforma en fuerza á razón de 425 kilogramos por caloria y como 75 kilogramos por segundo producen un caballo de vapor, el calor recibido del Sol por metro cuadrado de superficie equivale á 2,27 caballos de vapor, y por tanto, el que recibe la Tierra entera es proximamente 300.000.000.000.000.000 caballos de vapor (N. del T.).



podríamos compararla á la de una ponchera encendida; pero á condición de concebir al mismo tiempo que aquella superficie es más abrasadora que el bronce en fusión, y más resplandeciente que la luz eléctrica, y que esas llamas midiesen ciento, doscientos, trescientos mil kilómetros de altura.

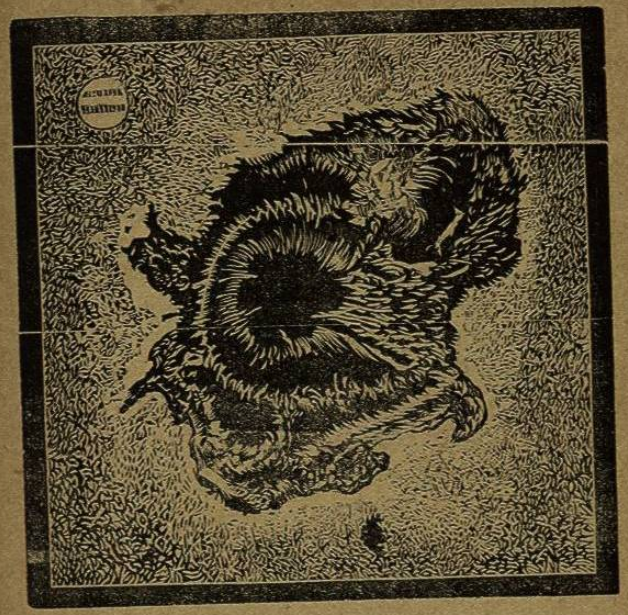
Esa superficie no es compacta ni homogénea, ni tiene en todos sus puntos el mismo brillo. Se puede comparar á un Océano ardiendo que cubriera un globo 1.280.000 veces más voluminoso que la Tierra. Es una superficie líquida móvil agitada por olas de fuego en eterno movimiento de una blancura deslumbrante. Vista con telescopio la superficie del Sol, obsérvanse puntos luminosos superpuestos y salientes sobre un fondo menos claro. Es como una red. Los nudos de las mallas son

olas de fuego que miden dos ó trescientos kilómetros de longitud (á veces 1.000, 2.000 y aún más). Con bastante frecuencia se forman en esa red manchas, sombras más ó menos grandes, que miden desde algunos miles de kilómetros de diámetro hasta 100.000, y en ocasiones más todavía. Para dar una idea del aspecto de esas manchas, reproducimos una de las más notables que han sido observadas y dibujadas; es la descubierta el 14 de Octubre de 1883; era siete veces mayor que la Tierra, visible á la simple vista y medía 89.000 kilómetros de diámetro.

En general, las manchas del Sol son visibles con los más pequeños anteojos, y todo el mundo puede observarlas, colocando en el ocular una pantalla de cristal negro, ó azul obscuro. También se pueden distinguir recibiendo la imagen del astro sobre una hoja de papel colocada á alguna distancia del ocular.

Cuando se divisan manchas en el Sol, basta observarlo durante algunos días para convencerse de cambian de lugar. Esto es debido á la rotación del astro, que gira sobre sí mismo en 26 días próximamente. La rotación de la superficie visible no es la misma para todo el globo solar: es más rápida en el ecuador, y disminuye, con la latitud, lo que prueba que la superficie del globo solar no es sólida. La rotación es de 25 días 4 horas en el ecuador; de 25 días 12 horas en el 15° de latitud; de 26 dias en el 25°; de 27 días en el 38°; de 28 días en el 48°. Las manchas no han podido observarse en latitudes más altas, porque se forman, en general, á lo largo de dos fajas, más ó menos anchas, de una parte y de otra del ecuador; pero la teoría indica que la disminución de la rotación





Tipo de mancha solar (14 Octubre 1883).

continúa hasta los polos: los procedimientos de análisis espectral lo han demostrado recientemente.

Por efecto de esa rotación, se ven aparecer las manchas por el borde oriental del Sol, avanzar gradualmente hasta el meridiano central, al cual llegan al cabo de siete días, y continuar su curso para ir á desaparecer por el borde occidental transcurridos otros siete días. Catorce días después de la desaparición, se vé la mancha volver al borde oriental, á menos que ésta no haya quedado destruída en ese intervalo, lo cual sucede muy á menudo. En general, las manchas solares no duran más que algunas semanas, siendo muy pocas las que se han podido observar durante cuatro ó cinco rotaciones.

La rotación aparente del Sol es de 27 días y medio, porque mientras dura la rotación real, la Tierra ha girado alrededor de él una catorceava parte del año, próximamente, en el mismo sentido que la rotación solar; de suerte que un observador colocado sobre la Tierra, ve una mancha durante más tiempo que si nuestro planeta estuviese en reposo. Es una diferencia análoga á la que se observa entre la duración del día y la de la rotación de la Tierra. Lo mismo sucede respecto de la revolución de la Luna, y de la duración del mes lunar, como veremos más adelante.



Nos hemos ocupado de las llamas del Sol, y comparado la superficie del astro radiante á un Océano de ron ardiendo. Con efecto, por encima de este Océano móvil, que ha recibido el nombre de *fotosfera* ó esfera de luz (que es el Sol tal como se ve á simple vista), sobre esa superficie resplandeciente se extiende una delgada capa de gas rosáceo; capa de fuego de 10 á 15.000 kilómetros de espesor. Esa atmósfera de gas ardiente, ha recibido el nombre de *cromoesfera* ó esfera colorada y se compone de gas elevado á un grado de temperatura inconcebible. El hidrógeno arde constantemente en medio de vapores de hierro, de magnesio, de sodio y de gran número de otros metales. La actividad de la combustión es tan espantosa, que los elementos en vez de asociarse se repelen. El hidrógeno y el oxígeno, por ejemplo, no pueden combinarse, como sucede en la Tierra, para formar el agua, y hasta en el estado de vapor sus moléculas se rechazan: lo mismo acontece con todos los elementos: el calor de la hoguera es de tal naturaleza, que separa, que aisla, por decirlo así, los átomos unos de otros.

De esa capa transparente de fuego se elevan las llamas del Sol, procedentes de erupciones y explosiones formidables, ante las cuales nuestros volcanes son humildes y frías topineras. Un crisol de bronce en fusión vertido sobre el Sol, sería para

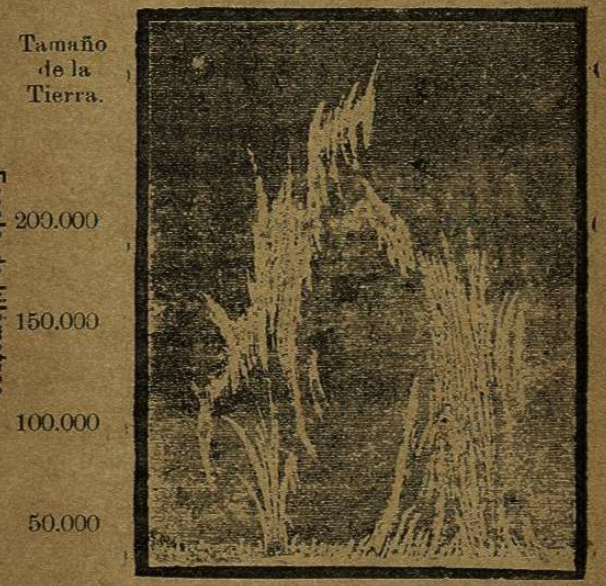
él como una ducha de nieve ó de hielo. Se han visto erupciones solares lanzarse en algunos minutos á 100.000 kilómetros de altura y caer en seguida en lluvia de fuego sobre el Océano incandescente.

Creemos de interés para nuestros lectores reproducir en la siguiente figura una de las observaciones más exactas de esas notables llamas de solares. Fué observada el 30 de Enero de 1885, y media 228.000 kilómetros de altura, (18 veces el diámetro de la Tierra).

Las manchas solares se observan directamente con ayuda de anteojos astronómicos. Las llamas, conocidas también por protubelancias, son, aunque algo rosáceas, tan transparentes, que el resplandor del Sol las eclipsa por completo. Para descubrirlas hay que servirse del *espectróscopo*, instrumento formado de un prisma y de un pequeño anteojo. Se dirige ese anteojo á las inmediaciones del borde del Sol, sin llegar á él, porque todo se borraría ante su brillo; y entonces se perciben claramente las llamas ligeras que parten de todos lados afectando formas raras, que flotan en la atmósfera solar como nubes ligeras sin luz.

Esas manifestaciones de la actividad solar son variables, y están sometidas á una curiosa ley de periodicidad. Algunos años, el astro se muestra cubierto de manchas enormes, agitado de violentas tempestades y erizado de llamas gigantescas. Otros años, por el contrario, se nota en él tranquilidad, calma, como si reposase, tomando aliento para agitaciones futuras. Lo más notable es que estas variaciones son regulares y ordenadas.






**Llama solar de 228.000 kilómetros de longitud (18 veces el diámetro de la Tierra), observada el 30 de Enero de 1885.**

Cada once años se observa un máximum de manchas y erupciones, y un mínimum después de la mitad de este intervalo. El último máximum tuvo lugar á fines del año 1883; lo que expresado en decimales se representa por la cifra 1883,9; el máximum precedente aconteció en 1870,9; los anteriores en 1859,7, y 1847,8. El último mínimum verificóse en 1889,9; y los precedentes en 1878,9; 1867,0, y 1856,2; tenemos, pues:

PERIORIDAD DE LAS MANCHAS SOLARES

| Máxima. | Mínima. | PERIODOS | |
|---|---|---|---|
| | | De máxima. | De mínima. |
| 1847,8 | 1856,2 | | |
| 1859,7 | 1867,0 | 11,9 años. | 10,8 años. |
| 1870,9 | 1878,9 | 11,2 » | 11,9 » |
| 1833,9 | 1889,9 | 13,0 » | 11,0 » |

Esta periodicidad es muy notable, no siéndolo menos la del magnetismo terrestre; los movimientos de la aguja imantada y las auroras boreales manifiestan una periodicidad análoga, y corresponden exactamente á la de las fluctuaciones de la actividad solar (1).

(1) Lo reducido de este libro nos impide dar más detalles. Se encuentran en nuestra *Astronomía popular*.



El Sol rige los destinos de la Tierra: nuestra vida, la de todos los animales, la de todas las plantas está pendiente de sus rayos. El día que se apagase, nuestro planeta, enfriado, acabaría por ser un triste cementerio rodando con sus restos helados por las inmensidades de una eterna noche.

Sabido es que la Tierra es un planeta, el cual circula anualmente en derredor de ese inmenso foco de luz, de calor y de vida, y que otros muchos gravitan, como ella, alrededor de ese mismo foco. Entre el Sol y la Tierra se encuentra Mercurio; después Venus; más allá de la Tierra, en el orden de las distancias, se halla Marte, los asteróides ó pequeños planetas, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno. Si quisiéramos seguir en nuestra descripción un método absolutamente riguroso, deberíamos, ahora que conocemos el Sol, al menos en sus elementos esenciales, visitar las diversas provincias del archipiélago solar, empezando por Mercurio, para concluir por Neptuno. Pero hay un astro de gran interés para nosotros por su vecindad inmediata, por los fenómenos que producen sus eclipses y por el importante papel que ha representado y representa aún en el calendario, en la medida del tiempo, en las mareas, etc. Ese astro es la Luna, el cual no tiene ninguna importancia real. Es el satélite de nuestro planeta. Marte tiene dos; Júpiter cuatro; Saturno ocho; Urano cuatro

por lo menos, y Neptuno otros tantos; ó quizá más, aunque no conozcamos más que uno. Pero por su proximidad y por el conocimiento que poseemos de su superficie, parémonos un instante en la Luna, antes de visitar los otros mundos y de lanzarnos en el infinito.

IX

# LA LUNA

## Los eclipses.

Es el principal astro de la noche; el astro de la soledad, del silencio, de la fantasía y del misterio. Pálida antorcha que toma su luz del Sol, al cual reemplaza humildemente, para probarnos que si el astro del día ha desaparecido tras del horizonte, brilla constantemente en el espacio, ocultándole á nuestra vista la misma Tierra. Las fases de la Luna han hecho comprender á la humanidad que este astro tiene la forma de un globo y que la claridad que esparce por la noche sobre nuestro planeta procede del Sol.

En efecto, la Luna efectúa una revolución mencual alrededor de la Tierra, de igual modo que