





THE GREAT

LIBRARY



de la capa exterior expuesta á la irradiacion libre hácia el espacio. La fotosfera hállase constituida de pequeñas granulaciones brillantes, que representan las extremidades de las llamas de que el Sol se halla cubierto, las cuales atraviesan la capa inferior, formada de vapores más densos, lo cual comunica á ésta el aspecto de una red. Cubriendo á la capa fotosférica se encuentra una atmósfera de naturaleza muy compleja, formada en la parte inferior ó base por una capa de vapores metálicos, pesados, de temperatura bastante elevada, aunque inferior á la propia de la fotosfera; capa que se pone de manifiesto en los eclipses solares en el borde del astro, y que, en virtud de la ley de absorcion formulada por Kirchhoff, produce sobre la luz de la fotosfera que la atraviesa las rayas llamadas *de Fraunhofer*. Tambien se encuentra en dicha capa el hidrógeno, en cantidad tal que excede en altura á todas las demas sustancias, formando en la superficie de nivel, que es muy irregular, pequeñas erupciones y llamas innumerables, constituyendo en su conjunto lo que se llama la *cromósfera*: mezclada con el hidrógeno aparece una sustancia desconocida hasta el presente, á la que se ha llamado *helium* ó *helio*, que recuerda el cuerpo que lo contiene, el Sol, la cual da en el espectro de las protuberancias solares la raya amarilla  $d_3$ : el hidrógeno no termina donde concluyen las llamas de formas definidas; extiéndese más allá, donde se difunde, mezclándose con otros gases, y particularmente con una sustancia muy ligera que produce la raya verde 1474 k, que no determina protuberancias definidas, ni forma la parte más elevada y extensa de la corona solar visible en los eclipses.»

Probablemente existen otras materias en esta atmósfera, poco conocida aún; las que hoy se distinguen parece que se hallan colocadas segun su densidad respectiva, aunque nó separadas de una manera absoluta, existiendo en realidad una verdadera mezcla, determinada por la difusibilidad de los gases.

Esta atmósfera, difusa generalmente, es invisible, aunque en la corona de los eclipses totales se observa alcanzando una altura que, aunque muy difícil de determinar, llega en las partes más atenuadas, pero visibles, en los eclipses á un diámetro solar, extendiéndose aún más y enlazándose tal vez con la luz zodiacal. Su nivel superior no es esférico, elevándose más en las latitudes médias de  $45^\circ$  que en el Ecuador, deprimiéndose aún más en los polos: tampoco su densidad es uniforme, disponiéndose con frecuencia en radios curvilíneos, como indicando una especie de circulacion.

Las llamas muy juntas y los filamentos delicados que constituyen la cromósfera parece corresponder á las granulaciones de la fotosfera, los cuales, en las épocas de tranquilidad, ofrecen una direccion perpendicular á la superficie del Sol, si bien en general, en las épocas de agitacion, son oblicuos y dirigidos hácia los polos, visiblemente arrastrados por las corrientes.

La masa solar raras veces se encuentra en un estado de tranquilidad absoluta; pues poniéndose en contacto las diferentes sustancias procedentes del interior del astro, atraidas por sus mutuas afinidades, tienden á combinarse, produciendo movimientos y agitaciones interiores de toda especie y de gran intensidad, todo lo cual determina las numerosas y terribles crisis que se manifiestan en la superficie por el levantamiento de las capas inferiores de la atmósfera, por erupciones, y con frecuencia por verdaderas explosiones, en cuya virtud los vapores metálicos inferiores son arrojados á alturas considerables, alcanzando el hidrógeno á veces una elevacion igual á  $\frac{1}{4}$  del diámetro solar, fácil de reconocer en el espectróscopo en pleno sol. Estas masas hidrogénicas, saliendo de la fotosfera con una temperatura más alta que la de la atmósfera, alcanzan las regiones superiores de ésta, y, permaneciendo suspendidas en elevaciones considerables, forman las prominencias ó protuberancias del Sol. Los metales más pesados no alcanzan jamás las grandes alturas del hidrógeno, viéndoseles caer de nuevo sobre el astro en forma de chorros parabólicos. Todas estas erupciones, una vez enfriadas, pierden sus formas y se difunden en medio de la atmósfera, todo lo cual, junto con la estructura de las protuberancias hidrogénicas

muy variables, así como el cambio rápido de su difusión y del punto de salida, prueban que no existen orificios practicados en una capa sólida resistente.

Las sustancias más comunes contenidas en estas erupciones, son: el sodio, el magnesio, el hierro, el calcio y otras que constituyen la capa inferior absorbente de la atmósfera solar que producen las rayas negras del espectro por absorción; de donde resulta que, cuando la masa así levantada y visible sobre el borde se coloca por la rotación del Sol entre la fotosfera y el ojo del observador, la absorción se hace sensible, determinando una mancha negra en la fotosfera. Las rayas de absorción, propias de los metales indicados, son efectivamente en las manchas más anchas y difusas; y si la masa levantada es bastante alta y densa, puede advertirse la inversión de las rayas invertidas, ó, lo que es lo mismo, las líneas brillantes en el fondo de la mancha, como sucede con frecuencia con el hidrógeno, por levantarse más allá de su propia capa absorbente; también producen el mismo efecto el sodio y el magnesio, metales de vapores ligeros. Tal es el origen de las manchas solares formadas por masas de vapores absorbentes que, saliendo de las profundidades del astro, é interponiéndose entre la fotosfera y el ojo del observador, impiden hasta cierto punto que la luz llegue hasta nosotros. Mas estos vapores absorbentes, enfriados durante la explosión, se hacen más pesados que la capa atmosférica á la que han sido arrojados, por cuya razón vuelven á caer y se hunden en la capa fotosférica; de donde resulta que la parte oscura y absorbente ocupa el lugar de una parte de la masa brillante, comunicándole el aspecto de una cavidad. No es la mancha, con efecto, un hueco ó vacío, sino solamente una masa más absorbente y oscura; de donde la forma de embudo que generalmente ofrece, y la tendencia de la parte luminosa que la rodea á precipitarse hácia el centro de la masa más fría, bajo la forma de corrientes. Por virtud de este proceso, adviértese en las manchas una región central llamada *núcleo ó sombra*, y una parte periférica menos oscura, llamada *penumbra*, constituida ésta de una capa más ligera de vapores, mezclada con filamentos ó corrientes de materia fotosférica que invaden la masa oscura, atraídos por la fuerza absorbente que rodea todo chorro fluido en su base. Estas corrientes, formadas con frecuencia de masas globulares, imitando las cuentas de un rosario ó las hojas de sauce, verdaderos granos de la fotosfera, arrastrados por la explosión, suelen á veces atravesar la masa, formando como un puente, apareciendo entónces la mancha dividida en dos.

Las manchas solares no son, en consecuencia, sino un fenómeno secundario dependiente de las erupciones y de la salida de los materiales que en ella se proyectan; advirtiéndose que, si éstos no fueran absorbentes, las tales manchas no se formarían; y así sucede que la víspera de formarse se advierten violentas erupciones de vapores metálicos, precursoras de la mancha que se observa al día siguiente, si esto ocurre en el borde del Sol, observándose que las más oscuras son aquéllas en que dominan los vapores de sodio, de hierro, de magnesio, etc., arrojados á grandes alturas.

De lo anteriormente expuesto se desprende que en las manchas hay que distinguir tres períodos, á saber: de formación, de calma y de extinción. Durante el primero, la masa fotosférica agitada, revuelta como por torbellinos, aparece levantarse alrededor de los puntos de salida, formando rebordes irregulares sin penumbra normal, extendiéndose la agitación mucho más allá de la parte sombría de lo que ha de ser mancha, ocupando á veces muchos grados cuadrados. No dura mucho este primer período, pues la masa agitada vuelve á caer, tendiendo á reunirse en grupos circulares y á perderse por su propio peso en la capa fotosférica, reduciéndose á pequeño número los centros de erupción, tumultuosos y variables en un principio. La mancha toma entónces una forma casi circular, notándose un gran contraste, en este segundo período, entre la materia que sube y la que baja, pudiendo conservarse en este estado hasta que las acciones interiores del astro suministran nuevos materiales; y, si esto no ocurre, la acción eruptiva languidece y se extingue, en cuyo caso la masa absorbente, invadida por todas partes por la fotosfera,

se disuelve, y la mancha desaparece. De modo que la actividad solar puede medirse por el doble factor de las erupciones y de las manchas que, según queda indicado, son hijas de la misma causa. Sin embargo, las erupciones, formadas exclusivamente de hidrógeno, no van acompañadas de manchas, sino más bien de lo que en lenguaje propio se llama *fáculas*, que son aquellas partes más brillantes que se observan en el disco del Sol, en el cual se verifican estas explosiones, formando contraste con el lugar que ocupan las manchas, que son las zonas tropicales ó reales, donde solamente se notan las erupciones metálicas. La luz vivísima de las fáculas puede explicarse, ó por el levantamiento de la fotosfera más allá de la capa absorbente, ó bien porque el hidrógeno desaloje á ésta y, sustituyéndose á los vapores metálicos, deje ver mejor la luz propia de la fotosfera.

Hablando ántes del lugar donde ocurren las erupciones de hidrógeno, dijimos que éstas se notan en el disco ó en sus inmediaciones, y que las manchas figuran en las zonas tropicales: con efecto, raras veces se observan éstas más allá del 30° paralelo, pudiendo decir que son excepcionales las pocas que se han observado en el grado 45, lo cual nos autoriza á decir que á este grado hállase limitada la gran actividad solar, más allá del cual sólo se ven fáculas, mas nó verdaderas manchas, y cuando más algunas veladas ó indeterminadas, lo cual parece indicar una débil emisión metálica, indicio claro y evidente de que la mitad de la masa solar ecuatorial se encuentra en un estado de temperatura y de actividad distinta de la otra mitad, que es la polar, en cuya atmósfera predomina el hidrógeno, en contraposición de las sustancias metálicas que forman la base de la masa ecuatorial. Fundados en los hechos que vamos á exponer, bien averiguados por cierto, podemos decir que en la masa solar existe una circulación interior, debida, en gran parte, al diferente estado termal que las pone en movimiento. Estos hechos son los siguientes: 1.º que las zonas de las manchas no son fijas, sino que se hallan dotadas de un movimiento progresivo en dirección del Ecuador al Polo; 2.º que, cuando las manchas alcanzan altas latitudes, se desvanecen para presentarse de nuevo en otras más bajas y subir después, notándose entre estas dos fases de ascenso y descenso un *mínimum* de manchas; 3.º las protuberancias, en las épocas de actividad, ofrecen una dirección dominante hácia los polos, notándose lo mismo en las llamas de la cromósfera, al paso que en los períodos de calma son rectas y verticales. Como era consiguiente, esta marcha es la que siguen también las zonas de erupción y de las protuberancias solares, que se dirigen también hácia los polos.

Además de este movimiento en sentido de la latitud, obsérvase en la fotosfera otro de longitud, más pronunciado también en el Ecuador. El tiempo que el astro emplea en su rotación es diferente en los distintos paralelos, siendo mayor en el Ecuador, lo cual parece indicar que su masa total visible es flúida, pues en un sólido no cabe semejante desigualdad. Á más de esto, combinándose ambos movimientos, el de longitud y el de latitud, resulta una especie de torbellino que del Ecuador se dirige al Polo oblicuamente; y aunque la teoría de estos movimientos está aún por hacer, no hay que olvidar, para cuando de formarla se trate, que todo esto se enlaza con la constitución primitiva del astro, que no ha llegado todavía al equilibrio estable. Otro hecho nó ménos curioso, y que se relaciona sin duda alguna con la influencia que ejerce sobre nuestro planeta, es que la actividad solar ofrece fluctuaciones muy considerables; siendo lo más positivo que varía en períodos, próximamente de 11 años y  $\frac{1}{3}$ , creciendo durante los primeros cuatro años, y disminuyendo en los restantes; y aunque ignoremos la causa de esta periodicidad y el enlace que pueda haber entre la actividad solar y el magnetismo terrestre, lo cierto es que existe, bien sea debido á la influencia directa electro-magnética del Sol, ó á la del calor reaccionando sobre el magnetismo; siendo, por lo demás, muy natural, aunque nó siempre fácil de explicar, que la masa etérea que ocupa y llena nuestro sistema planetario sufra profundas modificaciones por los cambios de actividad del astro central.

Respecto al interior del Sol, los datos positivos faltan, y sólo podemos sospechar algo fundado en los antecedentes que acaban de indicarse. La temperatura superficial, tan alta á pesar de las continuas pérdidas, no permite suponer en el interior un estado compatible con ninguna capa sólida, á no ser en profundidades tales donde la presión determinada por la gravedad llegue á contrarestar la dilatación producida por la temperatura; y, áun así, la escasa densidad del astro, no obstante su enorme gravedad, parece indicar que esta parte sólida, si existe, no es grande. En lo que no cabe duda es en que la capa accesible á la exploración por los medios arriba indicados es flúida, y hasta gaseosa, lo cual explica satisfactoriamente las variaciones del diámetro solar demostradas por los astrónomos.

Á pesar de todo, la irradiación del astro hácia los planetas es constante durante períodos muy largos, lo cual es debido al lento enfriamiento en relación con la masa enorme del Sol; á la contracción de la masa, consecuencia de la condensación consecutiva á las pérdidas de calor, ya que esta condensación produce también calórico; y por último, á la emisión del calor de disociación, debido á las acciones químicas que en aquel inmenso laboratorio se verifican. En cuanto al origen de este calor, ciertamente es debido á la gravedad, pues sabido es que la condensación ó reducción al volumen actual del astro de la materia que lo constituye, esparcida tan sólo en los límites conocidos del sistema planetario, produciría una temperatura superior á la que hoy observamos, cuyo valor absoluto es bastante difícil de determinar, por cuanto la ciencia no ha fijado aún la relación que existe entre la fuerza viva molecular del cuerpo irradiante y la intensidad de la irradiación á distancia, única cantidad que podemos apreciar. La han evaluado algunos hasta millones de grados de nuestro termómetro; pero, sea de esto lo que se quiera, puede asegurarse que es muy superior á todas las temperaturas que nosotros podemos producir, y capaz de mantener en estado de vapor todas las sustancias conocidas.

De la descripción que precede podemos, hasta cierto punto, deducir el estado presente y hasta el futuro de los demás cuerpos del sistema planetario, y áun del Universo todo. Y aunque, si bien se mira, debiéramos completar este estudio dando á conocer los restantes cuerpos de nuestro sistema, habrémos de limitarnos á la Tierra, á la Luna y á los aerolitos, como cuerpos más conocidos, y que, en términos algo metafóricos, pudiera decirse que representan las diferentes fases del desarrollo planetario, desde el Sol, que es el más joven; pasando luego á la Tierra, que se halla, por decirlo así, en la edad adulta, por su satélite, que llegó ya á la vejez ó decrepitud; y por los aerolitos, que representan, en sentir de autoridades muy respetables, la disgregación ó muerte de otros planetas.

Entrando ya de lleno en esta parte descriptiva, empezaremos, como queda ya indicado, por la Tierra; y como quiera que en el *Mapa-Mundi* dijimos ya lo más importante acerca del origen y vicisitudes por que ha pasado, toca ahora exponer en breves frases su estado actual, dejando para más adelante la indicación de los terrenos y formaciones, por vía de ilustración, de la parte geológica del *ÁTLAS*.

Consta nuestro planeta de una parte en estado sólido al exterior, probablemente en ignición por dentro, que es lo que se llama *tierra propiamente dicha*; de otra parte líquida, que ocupa los  $\frac{3}{4}$  de la superficie, representando los mares, de donde procede, por evaporación, el agua que circula en los continentes ó se halla depositada en grandes depresiones terrestres; y, por último, de una capa gaseosa, de espesor poco conocido, y que envuelve lo mismo á la parte sólida que á la líquida, representando la atmósfera. El estudio de cada una de estas tres partes, en cierto modo consideradas, origina tres ramas importantes de la ciencia geográfica, que se llaman *Orografía*, *Hidrografía* y *Aéreo* ó *Atmosferología*, de las cuales trataremos en lugar oportuno. Por ahora, sin entrar en pormenores acerca de cada uno de estos tratados, cumple á nuestro propósito ver cómo la Tierra ha llegado al estado actual, que en el desarrollo sidéreo puede considerarse