

las moléculas consideradas como todos, sino de sus elementos? Si las superficies frotadas están compuestas una y otra de moléculas muy complejas, cada una de las cuales puede contener algunas veces centenas de moléculas más pequeñas, unidas en un grupo conforme un orden definido, en este caso, al mismo tiempo que las moléculas enteras obran mutuamente sobre sus movimientos, ¿no debemos creer que los elementos de las moléculas de un género afectarán á los de las moléculas de otro género? Mientras que las moléculas enteras acrecen mutuamente sus oscilaciones, ó las desordenan, ó hacen ambas cosas á la vez, sus elementos no podrían resultar combinados de una manera tan estable que los miembros de uno de los grupos fuesen perfectamente inertes respecto de los del otro. Luego si son activos, debe existir una cierta forma compleja de movimiento molecular, que se produce cuando masas de moléculas muy compuestas y muy desemejantes por su naturaleza, están en situación de obrar la una sobre la otra.

Ya he expuesto mis proposiciones y mis cuestiones; ahora abandono mi idea á su destino. Última observación: si se parte de los principios hoy en día reconocidos de la física molecular, parece difícil escapar á una conclusión, y es, que deben existir acciones de la especie aquí descritas; que deben resultar de ellas fenómenos de diversas clases; y si estos fenómenos no son los de la electricidad, queda por restablecer su identidad.

V

LA CONSTITUCIÓN DEL SOL

(The Reader, 25 Febrero 1865.)

Comparación de una hipótesis de Spencer sobre la estructura del sol con la de M. Faye.—Semejanza de las dos: el cuerpo del sol, tanto en una como en otra, está formado de gases muy calientes; la condensación se produce en él por de pronto en la superficie y no en el centro. Diferencia: en la primera, se ha formado ya alrededor de este cuerpo una envoltura líquida incandescente, rodeada de una fotosfera; en la segunda, la envoltura líquida falta todavía, aparecerá más tarde y producirá bien pronto la extinción del astro.

Objeción á M. Faye.—La densidad media del sol no permite considerarle como un cuerpo puramente gaseoso. Las manchas no pueden ser aberturas por donde aparecerían los gases oscuros del núcleo; estos gases oscuros resultarían necesariamente translúcidos y dejarían aparecer el otro lado de la foto esfera.

Aspecto general del sol, explicado por la primera hipótesis.—Las manchas luminosas y los poros: corrientes ascendentes separando las nubes y dejando ver mejor la superficie en fusión.—Las fáculas.—Las manchas brillantes extraordinarias.—Las manchas oscuras: explicación próxima á la de Kirchof; formación de nubes oscuras en la depresión central de los ciclones solares.

La hipótesis de M. Faye es sobre muchos puntos idéntica á otra que he planteado yo en un artículo sobre «La astronomía contemporánea y la hipótesis de la nebulosa» en la *Revista de Westminster*, publicado en Julio de 1858. Indagando las causas posibles de las diferencias enormes que se encuentran entre las densidades de los diversos planetas, fui llevado á poner en duda una hipótesis que se admite fácilmente; la que afirma que todo planeta, desde el centro á la superficie, está formado de materias sólidas y líquidas. Me pareció que se podía con tanto derecho atribuirles otra distinta estructura interna que les asegurase una estabilidad mecánica conveniente. Entonces se presentó ante mí esta hipótesis de una cubierta sólida ó líquida, cuya cavidad estaría rellena de substancias gaseosas á muy alta tensión y á una elevada temperatura; la creía digna de interés, porque nos prometía una explicación de las anomalías de que se trataba, así como de otras muchas.

De aquí esta interrogación: ¿Cuál estructura tendría un planeta formado por la condensación de una nebulosa? «Si se parte de un esferoide gaseoso en rotación, llegado á los últimos momentos de su concentración, sin que haya todavía comenzado á tomar una forma sólida ó líquida», los fenómenos que en él se realizarían nos parece que debían ser los siguientes: condensación creciente, y, por consecuencia, desenvolvimiento de calor; temperatura más grande en el centro que en la superficie, y por efecto de ello una falta de equilibrio; establecimiento de corrientes gaseosas, yendo del punto más caliente al más frío, á lo largo de las líneas donde la resistencia á la dilatación es mínima; conse-

cuentemente, circulación constante yendo del centro por el eje de rotación hacia cada polo; luego de aquí, gracias á la acumulación de materia en el polo, derrame del sobrante en corrientes superficiales dirigidas hacia el ecuador; mientras que, de otra parte, estas corrientes se encuentran balanceadas por un debilitamiento continuo, en la dirección del centro de las capas ecuatoriales. Continué estableciendo que los gases, yendo del centro hacia el ecuador por los polos, se enfriarían ante todo por su dilatación al aproximarse á la superficie; después por su irradiación más libre hacia el espacio; de todo lo cual concluía que la superficie del esferoide, cerca del ecuador, sería la región del mayor enfriamiento. Luego aquí es donde debían depositarse los primeros precipitados.

«Un cinturón ecuatorial de vapores se formará de pronto; después se alargará en una zona, y poco á poco se condensará bajo forma fluída (líquida). Esta película fluída (líquida) se extenderá por grados á cada lado del ecuador, invadirá sobre los dos hemisferios y concluirá por cerrarse sobre los polos, produciendo así un delgado globo hueco, ó mejor un esferoide relleno de materia gaseosa. No quiere decir esto que tal condensación debe producirse en la superficie completamente exterior, pues en torno de los gases más densos, formando la masa principal, se extenderán sin duda capas de gas demasiado rarificadas para concurrir á estos fenómenos. De la superficie interior de semejante esferoide constituida de gases más densos es de la que se trata en nuestro razonamiento; en ella es donde se realizará esta condensación primera.

»Continuando la circulación interior antes descrita, como no puede menos de hacerlo, después de la formación de esta película líquida, la irradiación del calor proseguirá, y con ella la condensación. La película se espesará á expensas de las substancias gaseosas del interior, que se le unirán en forma de precipitado. Á medida que se espese, que el globo se contracte y que la fuerza de gravitación aumente, la pre-

sión crece; por consecuencia el desprendimiento y la irradiación del calor prosiguen con mayor rapidez. Á la larga, sin embargo, la cubierta líquida podrá resultar muy espesa, y la cavidad interior demasiado pequeña; entonces esta envoltura, con sus corrientes lentas, se opondrá al desprendimiento de calor, y acaso será bastante para hacer inclinar la balanza; la temperatura de la superficie exterior se pondrá á bajar, y una corteza compacta se formará sin que la cavidad interior resulte aún colmada de materias sólidas».

Dejo aquí á un lado las diversas confirmaciones de esta deducción *á priori*, que se pueden sacar, como ya he hecho ver, de las diferencias entre las densidades de los planetas, lo mismo que de otros diversos caracteres secundarios de estos cuerpos. Llego á las conclusiones que había deducido referentes á la constitución del sol. Como la marcha de la condensación es esencialmente la misma para todos los esferoides nebulosos que se concentren, planetas ó sol, concluí que el astro central está actualmente en este estado de incandescencia que todos los planetas han recorrido hace largo tiempo; lo que explica la lentitud de su enfriamiento, es su condensación más reciente y también la relación infinitamente más grande de su masa á su superficie. Admití que el sol había llegado á la estructura siguiente: una envoltura en fusión, encerrando un núcleo gaseoso; y deduje que esta envoltura, irradiando siempre su calor, aunque recuperándole siempre de nuevo por la incesante concentración de la masa solar, debe permanecer constantemente á la temperatura en que la substancia de que está constituida se sublima.

«Si nos transportamos á la Tierra cuando todavía estaba en fusión su superficie y á lo que ha debido pasar en ella, veremos que probablemente alrededor de la superficie aún en fusión del sol, se encuentra una capa de gases pesados constituidos de metales y compuestos metálicos sublimados;

después, por encima, una capa comparativamente rarificada semejante al aire», etc. (1).

Esta concepción de la estructura del sol es semejante á la de M. Faye, en lo que concierne á las metamorfosis sucesivas de este astro, las formaciones que han resultado de ellas y su estado final; pero difiere en que suponemos la condensación más avanzada de lo que cree M. Faye. A juzgar por el resumen del folleto que acaba de publicar, el Sol, para él, sería hoy en día un esferoide gaseoso con una envoltura de metales en el estado de precipitado y condensados en nubes luminosas; estas nubes serían algunas veces dispersadas, sobre tal ó cual punto, por corrientes venidas del interior; de aquí esta apariencia que llamamos *manchas*; en cuanto á la formación de una envoltura líquida, M. Faye la preve como un acontecimiento futuro, que tendrá por consecuencia próxima la extinción del astro. Por el contrario, en la hipótesis, precedentemente expuesta, la envoltura líquida existe ya por debajo de la fotosfera visible; y la extinción no puede producirse antes de que prosiguiéndose la condensación, el núcleo gaseoso haya sido reducido y la corteza espesada hasta el punto de retardar considerablemente el desprendimiento del calor producido. Esta hipótesis escapa, me parece, á ciertas objeciones, que son válidas contra la de M. Faye, y concuerda con las apariencias lo mismo que ella y aun mejor. Comparémoslas juntas.

La densidad del sol resulta bastante baja para separar casi perentoriamente la suposición de que el cuerpo del astro esté, del centro á la superficie, formado de materias sólidas ó líquidas; pero no obstante, es más elevada de lo que pudiera serlo probablemente en un esferoide gaseoso con una envoltura de vapores. Acaso, á pesar de su alta temperatura, la gravedad de la materia solar hacia su centro es suficiente para dar á las partes interiores una densidad considerable; pero creer que la densidad de la presión central de

(1) Véase el Ensayo *La hipótesis de la nebulosa*.

una masa gaseosa pueda de este modo subir bastante alto para elevar la densidad media del todo á la altura de la del agua, es ir demasiado lejos. A los gases calientes próximos á la superficie, no se puede apenas atribuir tal peso específico; luego sin esto, hay necesidad de asignar á los de dentro un peso mucho más elevado todavía.

Además, lo que parece haber contribuído á afirmar en su hipótesis á M. Faye, es que le facilita una explicación de las manchas solares; en este caso hay que ver en ellas agujeros abiertos en la fotosfera y por los cuales nos aparecen los gases relativamente oscuros de que está formado el interior. Pero, si estos gases interiores son oscuros por no contener ningún precipitado, ¿no deben por la misma razón ser transparentes? ¿Y entonces, la luz de la parte opuesta de la fotosfera no deberá llegar á nosotros, al través de ésta, casi tan brillante como la del lado que nos mira? Cuanto más impotentes sean los gases calientes del interior, para enviar ondas luminosas, por la disociación de sus moléculas, más deben serlo también para absorber la luz que los atraviesa. Su poder conductor respecto de la luz resulta tanto más grande, cuanto más pequeño sea su poder emisor; estos poderes son complementarios. En tal caso, no hay razón aparente para que el interior del sol, dejándose descubrir por las aberturas de la fotosfera, no sea tan brillante como el exterior.

Pero supongamos la concentración más avanzada.* Admitamos que sea una envoltura de metales en fusión, encerrando un núcleo gaseoso, cuya temperatura resulte aún más elevada; este núcleo emite sin cesar, bajo forma de calor, el movimiento que las moléculas de la masa entera pierden al aproximarse á su centro común de gravedad; la envoltura estará, pues, mantenida siempre á la más alta temperatura compatible con su estado líquido. A menos de admitir que la irradiación sola baste para disipar todo el calor producido por los progresos de la concentración, la temperatura de la masa deberá, la conclusión es forzada,

elevarse hasta el punto en que una porción de su calor pasará al estado latente y servirá para vaporizar las partes superficiales. La atmósfera de gases metálicos así formada no podrá continuar acumulándose, sin alcanzar al fin, por encima de la superficie del sol, una altura en la cual esta atmósfera, enfriada por la irradiación y la rarefacción, se condensará en nubes; y hasta no podrá cesar de acumularse, antes de que la condensación efectuada en su límite superior no haga equilibrio á la vaporización efectuada en su límite inferior. Este límite superior de la atmósfera de gases metálicos, donde los precipitados nacen continuamente, formará la fotosfera visible; ésta emitirá por de pronto una luz propia, después dejará transparentarse la luz más brillante llegada de la masa incandescente situada por debajo. Las apariencias confirman perfectamente esta conclusión. Sir John Herschel, que, sin embargo, aboga por una hipótesis opuesta, da de la superficie del sol una descripción perfectamente en armonía con los fenómenos supuestos por nosotros. He aquí lo que dice:

«Nada da una idea más fiel de esta apariencia que la caída lenta de algún precipitado químico coposo al través de un fluido transparente, vista de lejos en proyección vertical; la imagen es tan fiel, que hasta resulta difícil no pensar en un medio luminoso mezclado, aunque no confundido, con una atmósfera transparente y no luminosa; ya sea que flote á la manera de las nubes en el aire, ya sea que se extiende en vastas capas, en columnas semejantes á las llamas ó á las proyecciones de fuego de nuestras auroras boreales, y perpendiculares á la superficie.»

Admitiendo la constitución del sol deducida de este modo, no parece difícil concebir aún más precisamente el origen de estas apariencias. En todos los puntos de la atmósfera de vapores metálicos de que está revestida la superficie del sol, deben existir corrientes ascendentes y descendentes. La magnitud de estas corrientes dependerá evidentemente del espesor de esta atmósfera; si es delgada, las

corrientes serán pequeñas; si tiene una profundidad de muchos millares de millas, las corrientes podrán ser bastante extensas para hacernos visible el punto en que vienen á chocar con el límite superior de la atmósfera, y aquellas donde comienzan las corrientes descendentes. En la cima de cada corriente ascendente es donde el espesor de la nube condensada es menor, y por ello ocurre que la luz venida de la parte de abajo, pasa en mayor abundancia. En la cima de semejante corriente, las nubes que se forman sin cesar, también serán sin cesar arrojadas de lado por los gases no condensados que llegan de abajo, y engrosarán á medida que sean expulsadas de este modo, amontonándose en los intervalos dejados libres entre las corrientes ascendentes; en estos intervalos es donde su capa resultará más opaca. De aquí esta apariencia «acogollada»; de aquí los «poros» ó intervalos sombríos que separan las manchas luminosas.

Entre los fenómenos secundarios que presenta la fotosfera, consideremos por de pronto las fáculas. Se las atribuye á las ondas de la fotosfera, y se han sacado de diversas hipótesis otras tantas razones para explicar cómo estas ondas pueden producir un acrecentamiento de luz. Luego ¿qué producirían en una atmósfera, teniendo la estructura y las relaciones que dejamos dichas? Una tal onda atravesaría una bóveda de nubes, de espesor variable, y produciría en ella una turbación que, sin duda, no dejaría de alterar la transparencia media, tanto de las partes delgadas, como de las partes espesas. Es de presumir que en ciertos puntos la onda ensancharía el área de ciertas nubes que la luz atraviesa, dando así paso á mayor número de rayos venidos de abajo. Otro fenómeno más raro, si no más sorprendente, parece también concordar con la hipótesis. Me refiero á esas manchas cuyo brillo excede con mucho al de la fotosfera, y que se observan algunas veces. En el curso de una evolución física, tan vasta y tan activa, como se supone en el sol, se puede esperar que concursos de

causas produzcan en ocasiones corrientes ascendentes muy superiores, por la temperatura, ó por el volumen, ó por ambas cosas á la vez, á las corrientes ordinarias. Podrá ocurrir que una de ellas, llegando á esta capa de nubes luminosas é iluminadas, la fotosfera la atraviese con una proyección, la disperse, la disuelva y se eleve muy por encima de ella antes de condensarse á su vez; entonces deja ver, al través de su masa transparente, la envoltura en fusión incandescente del cuerpo del astro.

Pero podrá preguntársenos: las manchas, en el sentido ordinario de la palabra, ¿qué son? En el Ensayo, de donde están sacadas las citas precedentes, había imaginado, desde luego, que la refracción sufrida por la luz, durante su paso, en la atmósfera gaseosa, al través de las depresiones centrales de los ciclones, podría constituir la causa. Pero aunque ésta pueda ser considerada como «una causa verdadera», reflexionando bien sobre ella, me pareció insuficiente. Sin embargo, no perdí de vista el problema, continuando en admitir, como un postulado, la idea de Herschel, de que las manchas resultan producidas, de una manera ó de otra, por ciclones, y en el año que siguió á la publicación de mi Ensayo, fui conducido á una hipótesis, que me parece más satisfactoria. Esta hipótesis, de que entonces hablé al profesor Tyndal, tiene un punto común con la que publicó después el profesor Kirchoff: ambas atribuyen la obscuridad de que se trata á una nube. Trabajos más urgentes me impidieron, durante algún tiempo, desarrollar mi idea, y lo que me disuadió de publicarla en la edición revisada de mi Ensayo, fué que no concordaba con la doctrina entonces dominante, llamada *la hoja de sauce*. He aquí cómo razonaba yo: La región central de un ciclón debe ser un centro de rarefacción y de enfriamiento, por lo tanto. Pero en una atmósfera de vapores metálicos, elevándose de una superficie en fusión, llegando después al límite donde éstos se condensan, el estado molecular, especialmente en la parte superior, debe ser inestable; una medio-

cre disminución de la densidad, ó un descenso de la temperatura, debe precipitarlos. En otros términos, el interior rarificado de un ciclón solar debe estar ocupado por una nube; la condensación, en lugar de producirse solamente al nivel de la fotosfera, penetrará aquí mucho más bajo y se extenderá sobre una vasta superficie. ¿Cuál será la naturaleza de la nube colocada así en el centro de un ciclón? Tendrá un movimiento de rotación; en efecto, se la ha visto girar sobre sí misma. Tendrá también la forma de un embudo; la analogía nos permite creerlo, y por consecuencia, sus partes centrales serán mucho más profundas que el circuito, y, por lo tanto, más opacas. Aun en esto, nos encontramos de acuerdo con la observación. Mr. Dawes ha descubierto que en medio de toda mancha hay otra mancha más negra; en el punto preciso, donde debe, según nuestra opinión, existir un prolongamiento de la nube del ciclón, teniendo la forma de un embudo y dirigido por bajo hacia el cuerpo del astro, la obscuridad es más profunda que en la otra parte. Además, tenemos también una razón suficiente en el debilitamiento que se observa en estos espacios sombríos. En una tromba de gas, como en un remolino de agua, el nivel del torbellino estará de ordinario por debajo del nivel general, y en torno de él la superficie del medio circundante resultará ahuecada en la dirección del agujero. Por consecuencia, una mancha, vista oblicuamente como se presenta cuando se aproxima al borde del astro, ocultará cada vez más su parte oscura, y la penumbra permanecerá todavía visible. Tampoco nos encontramos fuera de la posibilidad de dar cuenta de la penumbra. Si, como se desprende de lo que llevo dicho, *las hojas de sauce* ó *los granos de arroz* son las cimas de las corrientes ascendentes partidas del cuerpo del sol, ¿cuáles cambios sufrirán estas apariencias bajo la acción de un ciclón próximo? El ciclón aspira á su alrededor, hasta cierta distancia, los gases hacia el abismo que ahonda. Toda la fotosfera adyacente, con sus nubes más traslúcidas, nubes que forman

una extensión luminosa, tendrá cambiada su forma por estas corrientes centrípetas, y aparecerá como violentamente estirada; la penumbra adquirirá de este modo el aspecto con que se la ve, y que se compara con *un rastrojo*.

Naturalmente hay necesidad de tomar todas estas ideas como una pura especulación, de igual modo que todas las otras que circulan hoy concernientes á la estructura del sol. Pero toda vez que no tenemos ninguna hipótesis apoyada sobre un comienzo de prueba científica, he creído oportuno ofrecer ésta, que resulta asentada sobre principios demostrados de física, y que, en general, concuerda con las apariencias.

VI

LOS SOFISMAS DE LA GEOLOGÍA

(*Universal Review*, Julio 1859.)

Las generalizaciones prematuras forman las etapas de la ciencia.—Ejemplo de la Astronomía.—Su orden de sucesión indica la dirección en que marcha cada ciencia.

Geología. Teoría de Werner, llamada neptuniana. Aunque absurda, ha prestado servicios. Doctrina de Hutton: la acción del agua explicada con mayor naturalidad; adición de un agente, el *fuego*.—Teorías más recientes: multiplicación de los agentes; sobre las catástrofes.

Acción latente de las hipótesis antiguas ya condenadas. Huellas de la hipótesis de las capas uniformes en «cáscaras de cebolla».

Clasificación de los *estratos* según sus caracteres mineralógicos. Falsedad de este indicio reconocida por los que se sirven de él.—De los pretendidos sistemas universales de estratos ó de las *edades* de la tierra. Argumentos.

Huellas de la hipótesis de la uniformidad de las floras y faunas sobre toda la tierra para cada época; clasificación de los terrenos según sus *fósiles*. Reconocida falsedad de este método. Su influencia ficticia Murchison y Lyell.

De la clasificación fundada sobre la concordancia de los tres indicios (caracteres mineralógicos, orden de superposición, fósiles).—Discontinuidad de los sistemas. Débil semejanza de los fósiles de las diferentes regiones.—Argumento sacado del verdadero método geológico de la explicación por causas todavía observables.—Ejemplos de los estratos actualmente en vías de formación, y que aun cuando contemporáneos, difieren por todos sus caracteres.—Australia.

Doctrina de Hugo Miller. Sus preocupaciones teológicas. Sus dos argumentos contra la evolución:

1.º Dos hiatos en la sucesión de las especies fósiles.—Las *creaciones sucesivas*. Objeción: ejemplos de hiatos semejantes ya colmados. Explicación natural de estos hiatos.—Ritmo astronómico de la precesión de los equinocios. Pequeños y grandes hundimientos ó levantamientos de la corteza terrestre.

2.º ¿La sucesión cronológica de las especies fósiles, corresponde á su jerarquía? Soluciones en presencia: evolución, creación sucesiva, creación única. En qué está mal planteado el problema; no poseemos huellas más que de épocas geológicas recientes.—Las capas llamadas *azoicas* son posteriores á ciertos terrenos fosilíferos.—El fuego ha destruido los fósiles de las capas antiguas; rocas metamórficas.—Débil espesor de las capas conocidas con relación á la corteza terrestre.—El progreso aparente de las especies explicado sin la evolución. Historia de un continente imaginario levantado en el Gran Océano. Cómo arrancar su flora y su fauna á los continentes vecinos, y siguiendo en ello el orden jerárquico de las especies.

Conclusión: Insuficiencia de la paleontología en presencia del problema de la evolución.