

## SECCIÓN SÉPTIMA.

---

ESTADO ULTRA-GASEOSO.

MATERIA CÓSMICA.

EL HELIO.

## ESTADO ULTRA-GASEOSO.

---

### I.

Crookes obtiene la materia ponderable en un estado tan rarefacto y casi etereo, que los gases respecto de él, son como los líquidos respecto de los gases que comúnmente conocemos.

Por medio de la bomba hidrargiro-pneumática de Sprengel (aplicación ingeniosa à *contrario sensu* de los insufladores de las forjas catalanas) llega Crookes à una rarefacción tan increíble, que las obtenidas comúnmente con las mejores máquinas pneumáticas antiguas de émbolo sólido, deben mirarse como condensaciones aun muy considerables en que las moléculas gaseosas están sometidas todavía à presiones elevadísimas.

Si en tubos ó ampollas de vidrio se hace el vacío sprengeliano, la tensión interna descende hasta no ser más que una millonésima de atmósfera (!); y, entonces, se verifican en los tubos y en las ampollas fenómenos que confirman sorprendentemente las ideas admitidas acerca de la pequeñez de las molé-

culas y de la prodigiosa energía de sus movimientos: ideas primeramente presentidas por Bernouilli.

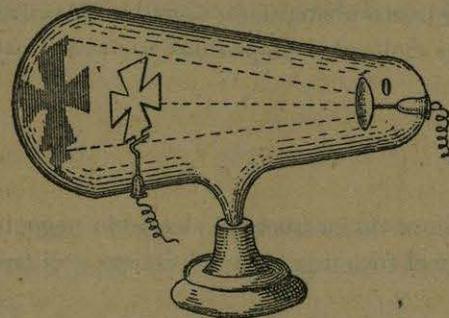
En efecto; si un volumen de gas cualquiera contiene un grandísimo número de partículas materiales, dotadas de movimientos rapidísimos en toda clase de sentidos, las recíprocas é inevitables colisiones de esos corpúsculos serán tan frecuentes, que podrán contarse por millones en cada segundo, y la trayectoria libre de cada molécula entre choque y choque habrá de ser excesivamente diminuta.

Pero, si la rarefacción se exagera hasta un extremo considerable, se reducirá asombrosamente el número de moléculas restantes en el recipiente, y las probabilidades de sus mutuos choques disminuirán en grado sumo; de dondē resultará que la trayectoria libre de cada molécula será, por consiguiente, muy larga y rectilínea. Según una felicísima comparación del mismo Crookes,—en un recipiente lleno de abejas, éstas no podrán apenas moverse; pero, si en el vaso quedaren pocas, ya les será dable volar aceleradamente y golpear con gran violencia las paredes que las retienen encerradas.

\*  
\* \*

Llévese el vacío en una ampolla ovoide á una millonésima de atmósfera. Si en su interior se había antes colocado una cruz de Malta como electrodo positivo, paralela al disco plano *O*, electrodo negativo de un poderoso carrete de inducción, este disco hará rebotar con velocidad enorme y rectilíneamente las escasas moléculas gaseosas que hacia él se dirijan; pero, en su retroceso, quedarán detenidas las

que encuentren con la cruz, mientras que las demás, contorneándola, irán á bombardear el vidrio del ovoide, y, con su impacto vigoroso, producirán sobre el vidrio una sorprendente luminosidad, á modo de fosforescencia, dentro de la cual aparecerá como



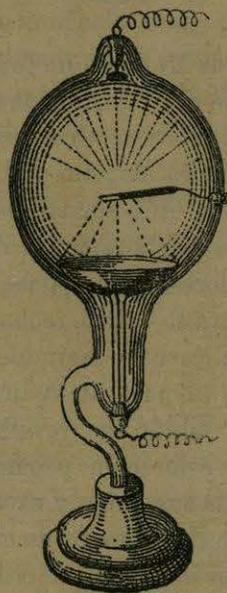
sombra otra cruz de Malta de un tamaño algo mayor, según corresponde al contorneo de rayos rectilíneos.

Casi todos los tubos de Crookes están contruídos con vidrio blando alemán, y la luminosidad es siempre de un vivo verde-amarilloso, cualquiera que sea el gas en ellos tan altamente rarefacto: lo cual prueba que la fosforescencia se debe al bombardeo de las moléculas contra el vidrio, rechazadas por el electrodo negativo del carrete de inducción, sin depender, por tanto, de la naturaleza individual de cada gas, que, como es sabido, se revela en los tubos de Geissler por una coloración peculiar y característica, propia de cada sustancia y exclusiva de las demás. Con cristal inglés la fosforescencia del bombardeo resulta de color azul, y con cristal de uranio la fosforescencia aparece de un verde-oscuro, muy distinto del vivo verde-amarilloso (*bright apple green colour*), correspondiente al blando vidrio alemán.

Si en el ovoide se hubiese colocado de canto el plano de la cruz, ó sea perpendicularmente al plano del disco que constituye el electrodo negativo, sólo se habría notado una fosforescencia general, producida por los impactos moleculares contra el total del vidrio, pero no la aparente sombra de cruz, por no ofrecer el canto obstrucción sensible á las trayectorias de las moléculas despedidas por el electrodo negativo.

\*  
\* \*

Sea ahora un casquete el electrodo negativo: colóquese en el foco una hoja de platino; y el tremendo



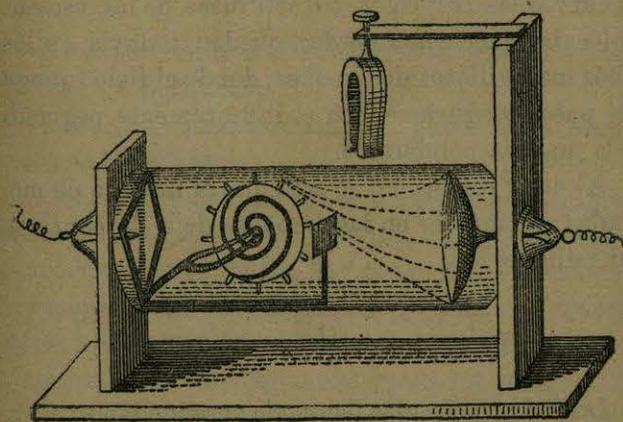
convergente bombardeo, contra un solo punto de la hoja, efectuado por las moléculas proyectadas desde

el casquete, produce un calor tan increíblemente intenso, que el refractario metal se pone incandescente, quedando en el acto el aparato inutilizado, á no suspenderse con celeridad suma el funcionamiento del carrete de inducción. Crookes se complace en inutilizar el aparato, fundiendo el platino ante los sorprendidos espectadores, cuando hace en público este experimento sorprendente.

\*  
\* \*

Los imanes tienen poder para desviar las trayectorias rectilíneas de las moléculas en los tubos de Crookes.

Sea un tubo cilíndrico. En él se halla montada delicadísima una ligerísima rueda de paletas. La rueda es de mica y las paletas son de aluminio.



El electrodo negativo es un casquete, cuyo foco se halla próximamente hacia el eje de la rueda: entre

ésta y el casquete hay una pequeña pantalla. Cuando funciona el carrito de inducción, la rueda no se mueve, porque la pantalla interpuesta como una plancha de blindaje, defiende á la rueda del convergente bombardeo molecular.

Pero, si se acerca un imán, según marca la figura, entonces el enjambre de los proyectiles se precipita sobre las paletas superiores, y las pone en movimiento, como un salto de agua pondría una rueda hidráulica de cajones. Otra posición de los polos del imán puede invertir, é invierte, el flujo molecular, arrojándolo sobre las paletas inferiores, y haciendo girar la rueda en sentido inverso, como un río á una rueda Poncelet. Para patentizar los cambios de sentido de la rotación de la rueda, hay en la mica pintadas las espirales que se ven en la figura.

La gravedad, según sabemos, convierte en parabólica la trayectoria rectilínea de un proyectil. El imán, pues, de un modo análogo, convierte también en curvas las trayectorias rectilíneas de las escasas moléculas que, como *residuo*, quedan todavía en los tubos maravillosos de Crookes, donde el físico juega (así puede asegurarse) con el infinitamente pequeño de la materia ponderable.

Al decir *residuo*, no se crea que el número de moléculas remanentes en las ampollas deja de contarse por millones.

## II.

La física molecular del vacío spengeliano:

1.º Muestra en la viva fosforescencia verde-amarillosa del vidrio blando alemán, el bombardeo contra el mismo vidrio de las moléculas que, todavía en

número grandísimo, quedan como potente residuo dentro de los tubos ó de las ampollas.

2.º Patentiza la súbita detención de esas moléculas en la definida proyección de espacios no iluminados, que aparecen á la vista como sombras, y que no son, en realidad, otra cosa que lugares libres de impactos contra el vidrio.

3.º La concentración convergente de esos impactos se evidencia en increíble calor.

Y 4.º El desvío magnético, acaso parabólico (?), de las trayectorias rectilíneas, así como la acción mecánica de las moléculas repelidas por el polo negativo de un carrito de inducción, se impone necesariamente al entendimiento en los cambios de sentido producidos á voluntad en convenientes aparatos giratorios.

\*  
\* \*

La experimentación en manos de Crookes ha dado razón á Bernoulli.

Reducido, pues, por succión pneumática el número de las moléculas existentes en un espacio cerrado, tienen que aparecer y aparecen nuevas propiedades de los gases, toda vez que en las comunes y conocidas influye mucho la frecuencia de las colisiones moleculares y consiguiente pequeñez de trayectorias libres. Pero, aminorado el número de choques, y ampliada correspondientemente la longitud de las trayectorias, no es verdaderamente de maravillar que el estado ultra-gaseoso presente propiedades tan distintas del estado común gaseoso que diariamente se ofrece á nuestra vulgar observación. Ya el P. Sec-

chi había predicho que la actividad molecular se haría más eficaz á medida que aumentase el estado de aislamiento y que las masas redujesen su densidad.

\*  
\* \*

Estos experimentos dan inmensa probabilidad á la existencia aislada é individual de diminutas moléculas dotadas de enérgicos movimientos rectilíneos; y hacen presumir que muy en breve ha de poder medirse directamente su masa y su velocidad.

\*  
\* \*

Prescindiendo del éter, la materia ponderable no parece, pues, continua. No suponiéndola así, y admitiendo que esté compuesta de partículas sutilísimas dotadas de energía prodigiosa, se explican, no solamente los hechos de antiguo conocidos, sino también los que nuevamente va descubriendo y patentizando la sutil experimentación de los físicos modernos.

Toda generalización debe someterse constantemente á la prueba de lo que, cuando se promulgó, estaba aún encubierto ó enmascarado, ó bien ni aun sospechado siquiera; y, si, cuando estos fenómenos se descubren, cabe dentro de la antigua generalización, lo mismo que lo viejo, lo nuevamente descubierto y experimentado, entonces la veterana generalización asciende triunfante al puesto de honor de teoría, digna de gran estimación por el grandioso peso de su probabilidad.

Este cuarto estado ultra-gaseoso, tan diferente

en sus efectos del gaseoso común como éste del estado líquido, confirma, pues, de un modo sorprendente por la vía experimental, lo que muchos ilustres pensadores habían supuesto, partiendo de hechos en modo ninguno tan fehacientes, pero que ahora adquieren mayor respetabilidad.

Clausius suponía que las velocidades de translación con que se mueven las moléculas gaseosas era enorme, y diferente para diferentes gases. Según sus cálculos, las del aire se trasladan con una velocidad media de 485 metros por segundo, y las del hidrógeno con la de 1844; (la velocidad de un tren es de 15<sup>m</sup>; la de los últimos proyectiles de Armstrong de 634; de Krupp, 651).

Calcúlase que el libre trayecto de una de estas moléculas en el estado común gaseoso, es como unas 5 000 veces el diámetro de la molécula misma, y que el número de colisiones de una molécula de oxígeno con sus compañeras debe ser de 7 646 000 000 por segundo. Si, pues, el tamaño de una molécula se estima en una cienmillonésima ( $\frac{1}{100\ 000\ 000}$ ) de milímetro, su libre trayecto deberá ser de una veintemilava parte de milímetro ( $\frac{1}{20\ 000}$ ). Las ondas luminosas del amarillo, de media milésima de milímetro ( $\frac{1}{2000}$ ), resultan, por tanto, diez veces más grandes que el tránsito libre de las partículas de los gases.

\*  
\* \*

Siempre, siempre estamos entre dos infinitos: el infinitamente grande de los espacios celestes, y el infinitamente pequeño de los diámetros y distancias moleculares.

\*  
\*\*

Daniel Bernouilli, como antes se ha apuntado, fué el primero que, no sólo produjo la idea de que los gases están formados de partículas materiales libres en el espacio y animadas de rapidísimos movimientos rectilíneos de translación, sino que consideró la tensión de los fluidos elásticos como la compleja resultante del choque de esos corpúsculos contra las paredes de los vasos que los contienen. Tal es el origen de la teoría cinética de los gases, resucitada en 1824 por Herapath y luego sostenida por Joule y Krönig, y, al fin, desarrollada, principalmente por Clausius y Clerk Maxwell.

La ley de Mariotte, en la moderna teoría cinética, es naturalmente un simple corolario: en un cilindro la presión contra el émbolo es la suma de los choques que de las moléculas recibe: si el espacio se reduce á la mitad sin disminuir el número de las moléculas, recibirá el émbolo en el mismo tiempo doble número de golpes, y así sucesivamente en progresión geométrica.

## MATERIA CÓSMICA.

---

### I.

La historia antigua hace mención de muchas piedras caídas del cielo. En tiempo de Anaxágoras cayó una *tan grande como un carro*, junto al río Ægos, en Francia. Plinio cuenta haber visto caer otra en la Galia Narbonense. En Galacia se adoraba á Cibeles, que había *caído del cielo* en forma de piedra. En Eme-sa de Siria era el Sol la divinidad adorada en otra piedra de la misma procedencia.

Ahora, con inmensas dificultades, á través de 115 kilómetros de montañas y con un costo de 10 000 duros, acaba de ser transportado al Museo nacional de Río Janeiro (15 Junio 1888) el famoso meteorito de Bendego, cuyo peso asciende á 5361 kilogramos, y que, por el examen de su costra, se cree que cayera en nuestro planeta hará cosa de seiscientos años, cuando menos.

Los sabios se resisten á admitir la realidad, cuando con ella se entrelaza algo de maravilloso en las referencias populares; y, así, á pesar de estar plenamente testificada la caída en la tierra de piedras veni-

das desde las altas regiones de la atmósfera, los hombres de los libros juzgaban patrañas las descripciones relativas al particular, aun tratándose de testigos irrecusables. Para creer, aguardaban seguramente á recibir en las narices una pedrada celestial.

Por fin la ciencia de los AEROLITOS empezó, como todos los sistemas, por la más insignificante de las minorías. El célebre físico Chladni reunió cuantos testimonios pudo encontrar en los autores antiguos y cuantas referencias logró allegar contemporáneas; y, con el gran prestigio y la merecida autoridad de su nombre, tuvo poder para llamar la atención de meteorólogos y astrónomos; quienes muy pronto certificaron la realidad de las caídas de esas piedras enigmáticas, antes tenidas por aborto de las consejas y supersticiones del vulgo.

## II.

Pocas personas habrán dejado de presenciar, según la expresión de la gente del campo, LA CAÍDA DE UNA ESTRELLA, especialmente en las despejadas noches de Agosto. Y es que á la caída de los aerolitos acompañan regularmente fenómenos luminosos. Detonaciones formidables suelen también oírse algún tiempo después de vista la brillante estela que en la atmósfera dejan estos meteoros; pero, para percibir las, es necesario no encontrarse á muy grandes distancias del lugar de la caída.

Hay aerolitos del peso de gramos (y menos) y otros del de toneladas. Y siempre la química encuentra en ellos hierro, níquel, azufre, magnesia, sílice.... Todos, pues, son de la misma familia de cuerpos; sin

que obste el que en unos predomine el hierro puro, asociado el níquel hasta un seis por ciento, mientras que en otros el análisis no descubre sino partículas de hierro, empastadas en una masa de azufre, cal, sílice, magnesia, alúmina, níquel, manganeso, cobalto, etc.

\*  
\* \*

La palabra *aerolito* podría inducir en error, si alguien creyese que esos cuerpos eran PIEDRAS formadas del AIRE ó procedentes del AIRE. Por dejar una estela de luz en las altas regiones de nuestra atmósfera, reciben el nombre de ESTRELLAS FUGACES; y, por brillar en los aires tal vez como una bola de fuego, son denominados BÓLIDOS. De cualquier manera, una vez caídos, reciben el nombre de aerolitos; y más cuando se estima que estos cuerpos proceden de los dominios de nuestro sistema solar. Cuando se los cree venidos de las regiones del espacio ultra-solares se les da el nombre de URANOLITOS: de οὐρανός, cielo, y λίθος, piedra.

## III.

Pero, ¿sabe la astronomía el origen de esos cuerpos?

Laplace creyó que los aerolitos venían de los volcanes de la Luna, de cuya esfera de acción podían salir, para entrar en la de la Tierra, sólo con recibir un impulso superior cuatro ó cinco veces al de una bala de cañón. Pero ¿dónde están los volcanes de la Luna?

Además, los aerolitos presentan cada año un máximo relativo de aparición en Agosto, y otro en Noviembre: ¿por qué los volcanes de nuestra vecina habían de lanzar piedras á nuestros tejados con más laboriosidad en determinados meses? En fin, hay un máximo absoluto cada 33 años y cuarto.

\*  
\* \*

La hipótesis más admitida es la de que alrededor del Sol circulan por entre las órbitas de los planetas enjambres de corpúsculos, tan pequeños á veces como los guijarros de nuestras playas, y que los planos en que se mueven están diversamente inclinados con respecto al plano de la elíptica, en que nuestra Tierra circula alrededor del Sol;—manera plausible de explicar el que nuestro globo no encuentre los grandes enjambres sino en determinadas épocas.

Pero más delicadas observaciones han hecho ver que la marcha del gran enjambre de Agosto es retrógrada; esto es, contraria á la de los planetas alrededor del Sol; de donde parece necesario inferir que esos cuerpos celestes no pertenecieron en un principio á nuestro sistema solar, sino que por causas desconocidas entraron en él procedentes de los abismos del espacio situados muy allá en las regiones ultrasolares.

\*  
\* \*

Pero, prescindiendo por el momento de esta procedencia, hay unanimidad en cuanto á la explicación

de las apariencias luminosas y de las detonaciones. Esos cuerpos al pasar cerca de la Tierra, esporádicamente ó en épocas determinadas, son atraídos por la enorme masa relativa de nuestro planeta y entran en nuestra atmósfera con velocidad tan tremenda que el roce con el aire los inflama y los hace detonar.

#### IV.

La cantidad de la materia cósmica es inmensa.

En primer lugar lo indica la existencia de la luz zodiacal, que durante centenares de años se verá en el cielo occidental por Marzo y Abril, y en el cielo oriental por Septiembre y Octubre, explicada por Cassini I como reflejo de la luz solar desde innumerables cuerpos diminutos que giran alrededor del Sol; por HERSCHELL como las más densas partes del medio resistente que retarda la marcha de los cometas, cargado acaso con residuos robados á las colas de millones de estos cuerpos al pasar por su perihelio; por EULER como un anillo alrededor del Sol, semejante al que rodea á Saturno; y por JONES como un anillo nebuloso, cuyo centro es la Tierra, y se halla circunscripto dentro de la órbita lunar.

Pero la verdad es que la naturaleza real de lo que quiera que fuere la luz zodiacal continúa siendo un enigma.

Hoy la mayor parte de los astrónomos modernos considera esa luz como una continuación de la atmósfera solar: una especie de envoltura nebulosa que rodea al Sol y se extiende más allá de la órbita terrestre. Esta materia, de cualquier clase que sea, muy difusa, puede brillar, ya reflejando los rayos del sol, ya por

luz propia debida á acciones eléctricas ó químicas. Parece demostrado por Próctor que sus posiciones y apariencias no pueden explicarse suponiéndola un apéndice de la Tierra. Y, por otra parte, si se supone difundido por el sistema solar una inmensidad de partículas meteóricas capaces de reflejar la luz del gran astro, puede demostrarse matemáticamente que habría de resultar para los observadores de la Tierra una apariencia como la de la luz zodiacal.

\*  
\* \*

En segundo lugar, el número de aerolitos ó uranolitos es mucho mayor de lo que á primera reflexión pudiera imaginarse. HERRICK, astrónomo americano, estima que el número total de estrellas fugaces, visibles en toda la atmósfera en un día, es, sin duda, superior á 2000000. Pero como, valiéndose de un pequeño anteojito, pudo distinguir 250 veces más que á la simple vista, resulta que hay que contar por millones los meteoros que cada hora entran en nuestra atmósfera, y por miles de millones los correspondientes al curso de un año: 400000000 en cada 24 horas es un cómputo admitido.

Proctor, en una conferencia, aseguró en Londres á principios de 1877, que la Tierra, mientras forme parte de nuestro sistema cósmico, no cesará en acrecer su magnitud, con los centenares de miles de cuerpos extra-terrestres que anualmente se incorpora.

John Hammes, de Oskaloosa, Yowa, vió la noche del 12 de Noviembre de 1878, en la región de la Luna denominada Baco, Barocio y Nicolai, una como erupción gaseosa de un volcán, la cual duró cosa de me-

día hora; fenómeno que SAMUEL GARY explica manifestando que, si un uranolito de los grandes que han caído en la Tierra, atraído por la Luna, se precipitara sobre ella con toda su tremenda velocidad cósmica, no retardada allí por una atmósfera densa como la que rodea á la Tierra, el solo calor del golpe convertiría en vapor al meteoro; vapor que para un astrónomo terrestre, testigo casual del hecho, presentaría todas las apariencias de una erupción volcánica; y esto, naturalmente y sin necesidad de acudir á la hipótesis de que aún viven grandes energías en el seno de nuestro satélite, considerado como muerto por los más de nuestros astrónomos, á pesar de los esfuerzos de otros en sostener lo contrario.

\*  
\* \*

En tercer lugar, la Historia recuerda muchos anormales oscurecimientos del Sol, algunas veces tan considerables que las estrellas eran visibles en medio del día durante períodos de semanas, meses y aun años; ofuscaciones explicadas por la interposición de nubes cósmicas de apiñados uranolitos colocados entre nosotros y el Sol.

V.

Si los aerolitos pertenecen á nuestro sistema solar y no entran en él desde más remotas extensiones siderales, su número debe ser finito, y de ninguna manera inagotable. Tal vez ya esté cautiva la mayor parte de ellos; y, en este caso, pronto cesará el acre-

centamiento de la masa de nuestra Tierra, procedente de la incesante caída de estos cuerpos. Las aprehensiones de cambios anormales en la estabilidad de nuestro sistema astronómico carecerían por tanto de fundamento, y las alteraciones habrían pronto de cesar.

Pero hay motivos para pensar que estos cuerpos vienen de regiones remotísimas ultra-solares; y, entonces, no cabe concebir término asignable al acrecentamiento de nuestros materiales terrestres.

La materia uranolítica acude al llamamiento de la Tierra desde más de 600 puntos diferentes del espacio; y, además de los de órbitas cerradas ó elípticas, existen meteoros cuyas trayectorias son parabólicas é hiperbólicas, lo que supondría constantes inmigraciones de uranolitos procedentes de remotas regiones, situadas en las profundidades sidereas.

De la discusión de las curvas de 247 cometas, deduce el astrónomo americano H. A. Newton, que el origen de estos cuerpos debe colocarse en los espacios interstelares.

Los uranolitos en tal hipótesis se nos vendrían á las manos desde remotísimas distancias; de manera que, no sólo estaríamos en comunicación con los más lejanos soles por medio de la vista, sino que por medio del tacto podríamos percibir la materia de que están compuestos los luminares correspondientes á otros sistemas astronómicos, cuya composición nos revela el análisis espectral. Los efectos de la gravitación universal se tocarían así materialmente.

\*  
\* \*

Entre los muchos elementos que constituyen los aerolitos, no se ha encontrado ninguno que no se halle en la Tierra. De modo que, en términos generales, podemos llegar á la grandiosa conclusión de que la inmensidad está poblada de los mismos materiales que constituyen el muy humilde globo que habitamos: razón de más para creer que los más recónditos movimientos de los mundos invisibles se ajustan á las leyes conocidas de los movimientos visibles.

## VI.

Es inmensa la cantidad de materia cósmica que la Tierra se ha asimilado y sigue asimilándose. Astrónomo hay que se juzga autorizado para decir que nuestro planeta ha doblado su masa desde el momento en que tuvo existencia independiente; pero, por exagerado que se estime semejante cómputo, no cabe duda en que las adquisiciones han de haber sido inmensas.

Examinadas al microscopio las materias pulverulentas del aire, procedentes de los sedimentos de la nieve de los Alpes, han descubierto Tissandier y Meunier, entre los objetos atraídos por el imán, numerosas esférulas, notables por la regularidad de su forma, enteramente iguales á las esférulas que se obtienen cuando quemamos hierro metálico en el aire; de donde han deducido que, al entrar en nuestra atmósfera el hierro meteórico, se producen multitudes de estos minutísimos corpúsculos.

La costra de los meteoritos presenta granulaciones redondas iguales á esas esférulas sedimentarias,

y éstas, además, contienen níquel, solemne testimonio de su origen meteórico.

La sonda saca de los abismos del Océano, y más particularmente del Pacífico, numerosos nódulos muy irregulares en forma, consistentes en peróxido de hierro y peróxido de manganeso, depositados en capas concéntricas alrededor de una matriz arcillosa. Si la arcilla roja del fondo de los mares se diluye en gran cantidad de agua, y en la disolución paseamos un imán, éste sale con una porción de esferulas de hierro metálico, y algunas veces de níquel.

Semejante polvo magnético se tiene por polvo cósmico, compuesto de impalpables meteoritos.

El examen espectral del Sol demuestra que el vapor de hierro es el más abundante en la atmósfera solar, al cual siguen los vapores de níquel y magnesio, luego el calcio, después el aluminio, el sodio y el hidrógeno, y, por último, el manganeso, el cobalto, el titanio, el cromo y el estaño. Dejando á un lado las inducciones hechas últimamente por Lockyer sobre la unidad de la materia, Cornu, habiendo observado que el hierro, el níquel y el manganeso abundan tanto, insinúa (con todas las reservas propias de la verdadera inducción científica) que los aerolitos, en su mayor parte, están formados de hierro combinado con  $\frac{1}{10}$  de níquel; que en el hierro meteórico la liga es casi pura; que en los litometeoros el hierro y el níquel están mezclados al magnesio en composición varia; y que tales hechos pudieran aducirse en apoyo de que la capa absorbente del sol está principalmente constituida por la volatilización de la lluvia de uranolitos atraídos por la gran masa solar.

Las esferulas de polvo magnético se han encontrado no solamente en los sedimentos de la nieve de

los Alpes, sino en arenas varias, y en estratos muy anteriores á la aparición del hombre en la Tierra: por manera que, conforme á datos puramente geológicos, parece que nuestro globo ha estado recibiendo materiales de origen cósmico durante un pasado incalculable.

## EL HELIO.

---

### I.

Que en las conversaciones de salón se oiga á personas de chispa poner irónicamente en duda la realidad de las inducciones científicas más fundadas, no debe causar extrañeza ninguna á cuantos saben que el burlarse de aquellas ideas no generalizadas aún, ni impuestas todavía por la notoriedad de su evidencia y de su autoridad, es una de las maneras más modestas que existen de decir: ¿Seré yo superior cuando me burlo de los sabios?

Pero, si semejante desahogo de ignorante vanidad y de propia suficiencia puede pasar en círculos y tertulias, parece indisciplinable en producciones destinadas á ver la luz, por más que tales burlas hallen sólo cabida en publicaciones satíricas; pues en ningún código literario se dispone todavía que la sátira se abstenga religiosamente de saber.

La constitución del Sol, para los filósofos de las apariencias, es asunto de ironía al parecer segura y

sólida; porque ¡cuánto y qué bien no habrán debido chamuscarse los físicos sapientes á quienes consta que en el Sol hay hierro y níquel, y magnesio y aluminio..... metales todos que se encuentran en este triste valle de lágrimas!

Item más: ¡hidrógeno! ¡El hidrógeno, que es invisible! Pero, sobre todo, ¡han llegado los sabios á presumir que hay en la abrasada atmósfera del Sol un metal que no existe en la tierra! ¡EL HELIO! ¡Saber es!

El mentir de las estrellas  
es un seguro mentir,  
porque ninguno ha de ir  
á preguntársele á ellas.

Pero es el caso que la famosa redondilla de Quevedo no es aplicable á la época actual, porque la ciencia ha sabido dirigirse á las estrellas mismas para preguntarles el secreto de su composición, con medios tan potentes y seguros, que las estrellas no han podido negarse á responder. Para saber de qué están formados los soles, no hay más que mirarlos; pues nadie existe tan corto de vista que no pueda distinguirlos usando de adecuados anteojos.

## II.

¿Quién no ha visto alguna vez en tarde lluviosa, cuando las nubes del ocaso dejan pasar la luz del Sol, proyectarse un glorioso arco-iris pintado sobre nubarrón negrisimo opuesto al poniente luminar? Siete

semicírculos de colores concéntricos forman el iris: rojo el externo y más alto: sigue hacia el interior otro de color de naranja: luego otro más bajo de color amarillo; el semicírculo central es verde; á éste sigue uno azul oscuro; bajo éste aparece el penúltimo, azul claro; y el más interior, el último, el más cercano al suelo, es del color de la violeta. ¿Quién no ha visto al amanecer esos mismos siete encantados colores en las gotas del rocío? ¿Quién en las noches de fiestas y recepciones no los ha admirado en los diamantes de las diosas del gran mundo?

La luz del Sol no es simple: todo rayo de luz blanca está compuesto de esos siete colores, los cuales aparecen siempre que la luz atraviesa cuerpos transparentes de caras no paralelas: en una palabra, siempre que hay refracción y dispersión.

Todo rayo de luz, cuando pasa oblicuamente de un medio diáfano á otro, cambia de dirección; y un ejemplo casero al alcance de cualquiera lo puede evidenciar: póngase una moneda en el fondo de una taza, y váyase retirando gradualmente el observador hasta colocarse un poco más allá de la posición en que ya el borde impida ver la moneda; permanezca inmóvil en esa posición, y, si le llenan de agua la taza, volverá á ver la moneda aunque directamente no podía distinguirla.

Este desvío se denomina refracción.

Otro experimento. Como adorno de candelabros, arañas y candeleros se ven hoy con frecuencia prismas colgantes, triangulares y de cristal: hágase que un rayo de luz solar penetre por un pequeño orificio practicado en un cartón: colóquese horizontalmente ante este rayo un prisma de cristal con una de las caras cuadradas hacia arriba y un canto hacia abajo,

y al punto aparecerá descompuesta la luz en los siete colores

violeta, indigo, azul,  
verde, amarillo, naranjado y rojo.

Esta descomposición en siete colores de la luz blanca del Sol se llama DISPERSIÓN. Y se denomina ESPECTRO SOLAR (de *spectrum, imagen, fantasma*) la apariencia de los siete colores sobre una pared ó una pantalla blanca cualquiera. El color que menos se aparta de la dirección del rayo solar es el rojo, y el que más se desvía es el violeta; por lo cual se dice que el orden ascendente de desvío ó *refrangibilidad es*

rojo, naranjado, amarillo,  
verde, azul, indigo, violeta.

Ahora bien: el tránsito de un color á otro se hace por gradación de tintas tan insensible, que no se puede determinar dónde concluye uno y empieza otro. Pero por fortuna, el espectro está lleno de rayas oscuras perpendiculares á su longitud; muchas perceptibles á la simple vista cuando el cristal del prisma es de gran fuerza, y todas observables con buenos microscopios. Por medio de aparatos especiales se han contado más de tres mil.

Estas rayas son siempre las mismas en *número y posición* para la misma luz; pero difieren ya cuando la CLASE de luz varía. Así la luz de algunas estrellas presenta otras rayas que la luz del Sol. Por otra parte, las rayas (fijas en cada caso) no son iguales entre sí ni en grueso ni en agrupación.

Y he aquí cómo, utilizando esta diferencia de

gruesos y esta diversidad de grupos, puede dividirse en partes el largo del espectro, y designarse con seguridad el sitio de él que se quiera, diciendo la raya ó el grupo en que se encuentra, ó junto al cual se halla ó entre los que se observe situado.

FRAUENHOFER, para distinguir de algún modo las rayas, designó con las primeras letras del alfabeto ocho de las más perceptibles. A, B, C están en el rojo; D en el naranja; E entre el amarillo azul y el verde azulado; F en el azul claro, G en el oscuro, y en el violeta se ve la H. Modernamente, y aplicando poderosísimos medios de amplificación, se ha visto que muchas de las rayas que al principio parecen simples son grupos de líneas extraordinariamente próximas entre sí. Por ejemplo, la que parece raya D es realmente un grupo de 14 líneas elementales.

### III.

Una nueva observación, y la ciencia hubo de enriquecerse con sorprendentes datos.

Los vapores metálicos, calentados hasta hacerse luminosos, no producen espectros continuos. Solamente emiten rayas brillantes.

Estas rayas brillantes son ESPECÍFICAS.

Cada metal, cada sustancia, produce las suyas, jamás iguales á la de ningún otro metal, ni de ninguna otra sustancia. Si, pues, reducimos á vapor luminoso un cuerpo, y hacemos pasar por un prisma un rayo de su luz, no hay más que inspeccionar las rayas brillantes de su espectro para poder con toda seguridad decir: "tal cuerpo es el que da esas líneas; ese y nó otro."

El potasio da dos líneas de color, una en la región roja del espectro solar y otra en la violeta. El sodio da una doble línea amarilla. El estroncio presenta seis líneas rojas, una naranjada, otra azul, etc.

Hay metales muy volátiles, como el potasio, para obtener cuyos vapores basta el calor de una simple lámpara de alcohol. Otros, como el sodio, exigen ya mayor temperatura, que regularmente se obtiene por medio del gas del alumbrado. Otros, en fin, como el hierro, necesitan de las más altas temperaturas, y para volatilizarlos hay que recurrir á la chispa eléctrica. El espectro del hierro consiste en 70 líneas luminosas, que en potentísimos amplificadores han llegado hasta 450.

#### IV.

Otra propiedad importantísima.

Los vapores incandescentes no dejan pasar la luz que ellos emiten: la absorben.

Por consiguiente, si delante del espectro de un cuerpo sólido, luminoso, se coloca el espectro de un vapor metálico, las rayas brillantes del vapor en ignición absorberán la luz de su color, y aparecerán como rayas negras del espectro del cuerpo sólido.

Esta propiedad es de consecuencias trascendentes. He aquí por qué:

El espectro del Sol contiene rayas negras en los sitios precisamente donde aparecerían, á no haber absorción, las líneas brillantes de color de los espectros de muchos metales terrestres: luego en la atmósfera solar existen también, en estado de vapor, esos mismos metales que parecían patrimonio exclusivo de nuestro planeta. La coincidencia de las li-

neas luminosas con las rayas negras es PERFECTÍSIMA y se ha comprobado de mil modos y con aparatos de precisión maravillosa. Las rayas C en el rojo y la F en el verde azulado son producidas en el Sol por el hidrógeno: la D en el amarillo por el sodio: la E en el verde y la G en el índigo por el hierro: la H en el violeta por el calcio, etc.

No es precisamente necesario que el vapor se halle en estado incandescente para que absorba la luz del color que emite. Si se hace el vacío en un tubo de cristal, y luego se le llena de vapor de sodio, el tubo aparecerá límpido y diáfano á la luz ordinaria; pero resultará enteramente opaco, si queremos mirar á través de él la amarilla luz del sodio.

Observados los espectros de las estrellas fijas se ha encontrado que contienen las rayas absorbentes de muchas de nuestras sustancias terrestres. Así, en las estrellas Aldebarán y Sirio se ve que hay sodio, magnesio, hierro é hidrógeno..... En la estrella Alpha Lyrae (ó sea Vega, que será nuestra estrella polar dentro de cien siglos) existen también sodio, magnesio y hierro. Con sólo mirarlas se advierte que las estrellas no son del mismo color: Sirio es blanco: Alpha Hérculis es de color de naranja: Aldebarán rojo: Alpha Lyrae es azulada, etc.

En el espectro de Sirio las rayas negras absorbentes se ven distribuidas con cierta regularidad: la luz, por tanto, aparece blanca. En el espectro de Alpha Hérculis las rayas negras se apiñan en el rojo, el verde y el azul, mientras que hay pocas rayas absorbentes en el naranja y el amarillo: de donde resulta que la estrella nos parezca de color de naranja...

## V.

Otra importantísima inducción.

Los fenómenos de la luz son *en la realidad y fuera de nosotros* pulsaciones del éter, como los sonidos son vibraciones del aire. El *do* de las orquestas es fuera de nuestro oído 522 vibraciones por segundo: el *re* 567  $\frac{1}{4}$ ; el *mi* 652  $\frac{1}{2}$ ; el *fa* 696, etc.

Pues, análogamente, el color rojo es, *fuera de nuestros ojos*, 497 billones de pulsaciones del éter por segundo; el naranja 528, el amarillo 559, el verde 601, el azul 648, el indigo 686, y el violeta 728 billones por segundo.

Se ve, pues, que mientras mayor es el número de pulsaciones etéreas por segundo, más se dirige el color hacia el violeta; y, viceversa, cuando disminuyen, tienden hacia el rojo.

Ahora bien: si una estrella se acerca hacia nosotros, el número de vibraciones que hará sentir por segundo á nuestra vista será mayor que si el luminar se estuviera enteramente quieto, y el color rojo puro tenderá á parecernos amarillo. Por el contrario, si la estrella se aleja de la Tierra, el número de vibraciones etéreas recibidas por segundo en nuestra retina, será menor, y su consecuencia será una depresión de cada color, ó sea tendencia hacia el rojo.

Cuidadosísimas observaciones de la raya F correspondiente en el espectro de Sirio, demostraron que esta raya estaba más cerca del rojo que la misma línea del hidrógeno aparece en nuestro planeta. Luego la estrella Sirio se aleja de nosotros; y, hechos los correspondientes cálculos, su marcha es de 20 mi-

llas por segundo. Rigel se aleja también á razón de 15, y Alpha Orionis á razón de 29. Por el contrario, Areturo se nos acerca con una velocidad de 55 millas y Pólux con la de 49, igualmente por segundo.

## VI.

El fondo y la esencia de estas inducciones han sido brillantemente confirmados por el descubrimiento de cuerpos antes desconocidos de los químicos.

Si las líneas brillantes de los espectros son realmente ESPECÍFICAS de cada cuerpo, si se han estudiado TODAS las sustancias conocidas, y si se han sacado planos exactísimos de sus líneas de color características, es de todo rigor deducir que, cuando alguna vez se observe un espectro desconocido, este espectro corresponderá necesariamente á un cuerpo nuevo no estudiado todavía.

Y en efecto, de esta inducción ha resultado en nuestro planeta el descubrimiento de varios metales antes ignorados; el cesio, el rubidio, el talio, etc., cuyas líneas brillantes no coincidían ni coinciden con las de ninguno de los cuerpos antes observados.

Este medio de análisis químico se ha denominada *espectral*; y es de sensibilidad y delicadeza tan extraordinarias, que excede á toda imaginación. En los puertos de mar no puede hacerse ningún análisis espectral sin que aparezca en el *espectroscopio* (aparato ideado para esta clase de análisis) la brillante línea D correspondiente al sodio; la cual procede de las partículas infinitamente pequeñas de sal (*cloruro*

*de sodio*) que flotan invisibles, aun para los más perfectos microscopios, en la atmósfera de todos los puntos situados á orillas de los mares, y aun muchas leguas más adentro.

## VII.

Dados estos antecedentes, ya no será el HELIO objeto de ironía.

La mayor parte de las erupciones solares presentan las rayas características del hidrógeno; y, con ellas, aparece otra enigmática raya que, al principio, se creyó perteneciente al grupo del sodio; pero que, más refrangible que todas ellas, fué al fin reconocida como raya independiente y *sui generis*. Se la denomina  $D_3$ . Esta raya  $D_3$ , existente también en los espectros de varias estrellas, no se había visto antes ni se observa hoy en ningún espectro terrestre; ni, sujeta últimamente á minuciosísimas mediciones comparativas, coincide con las rayas de ningún cuerpo conocido del Planeta.

De aquí la importantísima inducción de que la enigmática raya corresponda á un elemento abundantísimo en la cromoesfera del Sol y en otros cuerpos estelares, pero no existente en nuestro planeta.

Este cuerpo es el HELIO.

De otras observaciones se deduce que, si el HELIO existe, goza de dos propiedades notabilísimas:

su espectro está representado por una sola línea;  
y su vapor carece de poder absorbente.

El poder de absorción disminuye, según Tyndall, con la complejidad de la estructura molecular; y, siendo esto así, el peso atómico del HELIO, en virtud de altas consideraciones químicas, debe ser, según Crookes, inferior al del hidrógeno, que es 1.

De donde esta transcendentalísima cuestión de la más alta filosofía natural:

¿Son todos los cuerpos existentes en la Tierra (inclusos los llamados cuerpos simples ó elementos) estructuras COMPUESTAS, formadas por el HELIO, sustancia aquí desconocida?

¿Y tiene que ser aquí imposible ese cuerpo simplícísimo, porque, para aparecer en libre independencia, necesitan tremendas temperaturas, existentes sólo en nuestro Sol y en los demás soles remotísimos que pueblan los profundos espacios siderales?