Estrellas fugaces, bólidos y aerolitos

Muñoz Tébar, Jesus

Caracas, 1891

Estrellas fugaces, Bólidos y Aerolitos

ESTUDIO POR EL DR.

JESUS MUÑOZ TÉBAR

(INGENIERO CIVIL)

(Comunicado por el autor á la *Sociedad Astronómica del Pacífico*, de San Francisco de California)

CARACAS

—

IMPRENTA DE LA PATRIA

1891

SHOOTING STARS, BOLIS AND AEROLITES

BY DOCTOR J. MUÑOZ TEBAR

Of the University of Caracas (Venezuela)

An essay presented by the author to the *Astronomical Society of the Pacific*, as a membership contribution.

The essay begins by a succint historical descr ption, which, brief as it is, touches every important point studied and meditated upon during the present century concerning shooting stars, bolis and aerolites, and eventually lands on the explanation of the present cometary theory.

Then it goes on exposing the principal incidents which have been observed in connection with the appearance of said meteors, and presents a series of very grave objections against the present theory, objections based upon those observations and upon several scientific principles.

After some very interesting considerations on the subject and a number of remarkable quotations, it concludes by proposing an entirely new theory for the explanation of these phenomena.

According to the author the shooting stars are ball lightnings which abound in the upper regions of the atmosphere and under certain conditions their number all over one and the same region is so considerable, as to present the appearance of a shower.

When these lightnings are formed in the lower regions of the atmosphere or in the case of their descending far down in the same, they originate the so called bolis, and when the ball-lightning darts through a cloud or through air impregnated with substances lifted up from the surface of the soil and scattered in the atmosphere through cyclons and hurricanes, or vulcanic eruptions, their effect is to unite all those substances into one single mass, thus forming the meteorolite or aerolite.

Ball-lightnings and rains of ball-lightnings are not of frequent ocurrence in the atmospheric strata inmediately above the surface of the earth, still there are instances of both kinds of phenomena.

Estrellas fugaces, Bólidos y Aerolitos

ESTUDIO POR EL DR.

JESUS MUÑOZ TÉBAR

(INGENIERO CIVIL)

(Comunicado por el autor á la *Sociedad Astronómica del Pacífico*, de San Francisco de California)

CARACAS

—

IMPRENTA DE LA PATRIA

1891

ESTRELLAS FUGACES, BOLIDOS Y AEROLITOS

—

ESTUDIO POR EL DOCTOR JESUS MUÑOZ TÉBAR

(INGENIERO CIVIL)

—

(Comunicado por el autor á la *Sociedad Astronómica del Pacífico*, de San Francisco de California)

—

No hay á los ojos del hombre espectáculo más grandioso que aquel que nos ofrece la bóveda celeste en una noche sin luna y sin nubes, cuando limpio el cielo de vapores, brilla sobre el fondo oscuro la dispersa muchedumbre de las estrellas, y la *Vía láctea* aparece como cinta de gasa blanca y centelleante, prendida en el zenit y cayendo en arco al Norte y al Sur sobre el lejano horizonte.

Abísmase la humana inteligencia ante ese cuadro sublime si se piensa en la inmensa distancia que separa las estrellas, en los misterios de las nebulosas y en el exiguo tamaño de nuestro globo sobre el cual el hombre, desde un punto imperceptible que ocupa con sus plantas, analiza ese campo sin linderos.

De la fascinación á que nos lleva la inmovilidad de las estrellas en esas noches limpias y tranquilas, despiértanos de cuando en cuando el aparecimiento repentino de glo

bos de luz que, como estrellas que ruedan velozmente, se encienden y se apagan silenciosos.

Llámalos el vulgo *exhalaciones*, y la ciencia, *estrellas fugaces*, *estrellas errantes*, *estrellas filantes*, ó *estrellas cadentes* ó *candentes*, aludiendo á alguna de sus más notables circunstancias.

Aparecen todas las noches en diversos sitios del cielo, como luciérnegas de las regiones superiores de la atmósfera; nadie ha dejado de contemplarlas sorprendido, y desde la más remota antigüedad los sabios se preguntan ¿qué son éllas? sin que hasta hoy la respuesta haya sacado el fenómeno de su mortificante condición de una incógnita en el magestuoso campo de las ciencias.

Exponer el estado actual de los conocimientos en esta materia, y la teoría generalmente aceptada para explicarla; ofrecer á la discusión de los hombres estudiosos las dudas que tal teoría nos sugiere, y manifestar una embrionaria creencia en el asunto, he aquí el objeto de este escrito.

Las primeras opiniones que se encuentran de este fenómeno en la historia de su estudio, son hijas de aquella ligera facilidad con que el hombre se lanza á explicar lo que no entiende. Se pensó que eran meteoros atmosféricos que se encendían y se apagaban en las altas capas, provenientes de la reunión de materias inflamables salidas del suelo y llevadas á lo alto en virtud de su insignificante gravedad.

Algo se sospechaba sin embargo, desde hace ya varios siglos, sobre el origen cósmico de esos meteoros.

"Algunos filósofos creen, dice Plutarco en la *Vida de Lisandro*, que las estrellas errantes no provienen del fuego etéreo, que se apaga en el aire inmediatamente después de haberse encendido; ni tampoco de la ignición del aire que se eleva á las regiones superiores, sino que son cuerpos celestes, arrojados sobre la tierra porque cesa en éllos el movimiento giratorio, y los cuales no caen siempre en los lugares habitados, sino más frecuentemente en el mar donde se ocultan á nuestras miradas."

Pero es cierto que las opiniones científicas sobre

estos fenómenos permanecieron estacionarias ó indecisas hasta el año 1794 en que el célebre descubridor de las líneas nodales, Chladni, sacó del olvido el asunto y explanó sus ideas considerando las estrellas fugaces y los aerolitos de origen extraterrestre.

Consultado Lichtenberg por Chladni en esa ocasión, contestó: "El mejor modo de explicar estos fenómenos sería atribuir á los meteoros un origen cósmico en vez de uno telúrico; es decir, suponer que son alguna cosa extraña que nos llega de afuera, de más allá de nuestra atmósfera, más ó menos como Séneca explicaba la naturaleza de los cometas, que por tanto tiempo fueron mirados como meteoros atmosféricos."

Chladni formuló su teoría en los siguientes términos: "el espacio está lleno de corpúsculos circulantes que, atraídos por la Tierra se encienden por su fricción con la atmósfera."

Brandes y Benzenberg, dos estudiantes de la Universidad de Göttingen, comenzaron en 1798 una serie de observaciones simultáneas en dos puntos separados por una distancia de quince quilómetros para determinar la altura á que se encendían y apagaban las estrellas fugaces, y encontraron que se movían con velocidades planetarias en las más elevadas regiones de las atmósfera. Sin embargo, varios de los datos entonces recogidos arrojaron alguna perplejidad sobre la nueva teoría como lo indicaremos más adelante.

Humboldt y Bonpland, el 12 de noviembre de 1799, observaron en el siempre diáfano cielo de Cumaná (Venezuela) nna copiosa lluvia de meteoros, irradiando de un sólo punto del cielo, cuya descripción enviaron á los centros sabios europeos. Ellicot observó y describió también esta notable lluvia.

En 1802 muchas notabilidades científicas, entre las que figuraba el eminente Laplace, se declararon por el origen lunar de los meteoros que suponían lanzados por los volcanes de la luna.

Treinta y un años más tarde, en la noche del 12 al 13 de noviembre de 1833, otra lluvia de estrellas

fugaces despierta nuevamente el espíritu de los sabios al estudio del prodigioso fenómeno. Los meteoros cayeron esta vez con una abundancia extraordinaria: fue imposible contarlos. En Boston se estimó en más de 240.000 las estrellas observadas durante las nueve horas que duró allí el celeste espectáculo. Todas parecían salir de un mismo punto del cielo.

A causa de esta segunda lluvia de noviembre se recordó la que en la misma noche había sido observada en 1799 por Humboldt y Ellicot: se encontró el mismo el sitio de la irradiación; se registraron crónicas de los siglos pasados y se hallaron indicaciones de fenómenos semejantes. Vino igualmente á la memoria la tradición popular conocida con el nombre de *Lágrimas de San Lorenzo*, que aseguraba la aparición anual de meteoros en la noche del 9 al 10 de agosto.

La idea de periodicidad empezó á preocupar el pensamiento de los sabios, y la teoría de una nube cósmica por Olmsted, y la de anillos de materia meteórica por Adolfo Erman, llamaron á seria discusión la inteligencia de los astrónomos. Se trabajó por calcular la órbita de esos anillos meteóricos; se aventuraron predicciones; y la del profesor Newton para noviembre de 1866 que se cumplió, afirmó de modo muy sólido el campo de las nuevas ideas.

Para este año de 1866, Schiaparelli, el célebre astrónomo de Milán, exponía al eminente Secchi los rumbos que seguía, persiguiendo una explicación del ya popular fenómeno.

Schiaparelli se había propuesto en primer término la resolución del siguiente problema: "Si se da una nebulosa situada á una distancia muy grande, pero sin embargo tal que la atracción del sol determine su movimiento hacia nuestro sistema, bajo qué forma esta agregación de corpúsculos aislados, supuesta esférica en su punto de partida, llegaría á su perihelio?" Resolviendo el problema por el análisis y según los principios de la gravitación universal, Schiaparelli probó que la masa nebulosa, á su paso por el perihelio, se habría alargado

en una faja continua, mucho más densa que en su origen, y pudiendo gastar centenares de años para efectuar su paso por el perihelio. Así, estas corrientes parabólicas serían comparables, bajo el punto de vista de sus movimientos, á los cometas de órbitas infinitas; y las corrientes periódicas serían análogas á los cometas periódicos.

Lanzada la inteligencia de los astrónomos sobre estos nuevos rumbos se calcularon órbitas para los meteoros de agosto y de noviembre, y se hallaron casi iguales á las de dos cometas periódicos muy conocidos: los de agosto al cometa de 1862; y los de noviembre al cometa Tempel.

Digno de notarse como era ese resultado, se pensó en suponer lo mismo respecto á los otros cometas periódicos, y en el supuesto de nuevas coincidencias, no era posible dudar que estas corrientes cósmicas reveladas por las lluvias de estrellas fugaces, fuesen el resultado de una disolución en el espacio de la materia cometaria.

Como apoyo de esta idea sobre desagregación de los cometas se trajo la observación del desdoblamiento del cometa Biela. Descubierto este ~~planeta~~ telescópico comet el 27 de febrero de 1826, y calculados los elementos de su órbita, se asignó para el tiempo de su revolución el número de seis años y nueve meses. Reapareció en efecto en el otoño de 1832, y comprobada una vez más la exactitud de los cálculos verificados, mostróse de nuevo á las miradas de los astrónomos desde el 25 de noviembre de 1845. Pero el 13 de enero de 1846 el cometa apareció como dividido en dos cometas semejantes, cada uno con su nucleo y su cola, aunque desiguales en sus dimensiones, y los cuales iban separándose uno de otro en su carrera por el espacio. Para el 10 de febrero los separaba una distancia de sesenta mil leguas. Reaparecieron ambos cometas en 1852; pero entonces la distancia que mediaba entre éllos se calculó en quinientas mil leguas. Desde aquella època no han vuelto á reaparecer.

Brandes había observado una abundante lluvia de estrellas el 6 de diciembre de 1798. Semejante á ésta se observaron en los primeros días del dicho mes en 1830, 1838 y 1847, y todas estas lluvias irradiaban, se dijo, de la estrella *gamma* de la constelación de Andrómeda. Se hizo notar además que esa era precisamente la dirección del sitio en que la órbita del cometa Biela cortaría la órbita de la Tierra, y naturalmente se imaginó que tales apariciones de estrellas eran producidas por los restos dispersos de dicho cometa. Como el movimiento del cometa Biela es directo, se calculó que su nodo debía retrasarse por lo menos una semana en cincuenta años. La observación de una lluvia abundante, verificada en Bérgamo por Zezioli el 30 de noviembre de 1867, confirmó ese cálculo.

El perdido cometa debía llegar de nuevo al perihelio en el año de 1872, y su encuentro con la órbita de la Tierra se calculó para el 28 de noviembre. Todos los astrónomos esperaban ansiosos desde sus respectivos observatorios la confirmación de tan curioso fenómeno: la aparición de una lluvia de meteoros en vez del cometa desagregado.

El hecho anticipó en un día aquella predicción, y el 27 de noviembre se observó en una gran parte del mundo una abundante lluvia de meteoros irradiando de Andrómeda.

La teoría cometaria de las estrellas fugaces recibió así una nueva confirmación, y ocupó puésto prominente en el estrado de las ciencias.

Con método escrupuloso y con la necesaria concisión, esquivando oscurecer con inútiles y numerosos pormenores, dejamos expuesto el proceso laborioso y brillante de la actual teoría sobre las estrellas fugaces.

Procedamos ahora al análisis de ciertas circunstancias indispensables para que se comprendan bien las objeciones que haremos más adelante.

De las medidas hechas por Brandes y Bensenberg para calcular la altura á que se encienden las estrellas

fugaces, resultaron unas de 34, otras de 45 y algunas de 74 miriámetros.

Tales números causaron entonces gran sorpresa, porque según los cálculos de Kepler, deducidos de observaciones del crepúsculo, la altura de la atmósfera se suponía sólo de 70 kilómetros.

Posteriormente, Olbers, á causa de la pequeñez de la paralaje observada, creyó dudosas todas las determinaciones de alturas que excedían de 22 miriámetros.

Después de Brandes y Benzenberg, A. Herchell, Profesor Newton de New Haven y el Padre Secchi han determinado la altura á que se encienden los meteoros y aquella á que se apagan ; y de los términos medios de todas las observaciones hechas, se deduce que se encienden á 120 kilómetros de altura y se apagan á 80 kilómetros.

Es evidente, á pesar de lo expuesto, que son toda vía pocas las observaciones hechas en este particular; pero de ellas se desprende que las estrellas fugaces entran en nuestra atmósfera y descienden en ella.

Unas veces el radio de visibilidad de las lluvias meteóricas abarca lugares muy distantes en la superficie del globo; otras veces este radio se disminuye considerablemente : circunstancia que no puede explicarse sino por la mayor ó menor altura á que se verifica el fenómeno en nuestra atmósfera.

Respecto á las trayectorias de las estrellas fugaces, se observa que generalmente son rectilíneas ; pero se han visto muchas sinuosas y aún curvilíneas. Unas abarcan apenas medio grado, otras llegan á 80 grados.

Su velocidad relativa se ha estimado generalmente entre 12 y 70 quilómetros por segundo.

Unas se mueven sin dejar rastro alguno; otras lo dejan luminoso que á veces dura visible más de un segundo.

El color que con más frecuencia se observa en las estrellas fugaces es el blanco ; pero se observa también el rojo, el azul y el verde ; y algunas veces sucesivamente todos esos colores en una misma estrella.

Parece cosa bastante averiguada que el máximun

horario de estrellas fugaces se verifica de las 2 á las 3 de la madrugada.

Apuntados los anteriores datos, es la oportunidad de entrar á ocuparnos de un carácter enteramente nuevo, que asume la estrella fugaz cuando, al parecer, penetra profundamente en nuestra atmósfera, adquiere dimensiones notables, hace algunas veces explosión antes de apagarse y lanza á la superficie del suelo fragmentos de una roca particular. A esta clase de estrellas fugaces se da el nombre de *bólidos ;* y á las piedras que lanzan, el de *aerolitos.*

Tan especiales son estas circunstancias, que muchos, aunque sin razón alguna, han querido considerar fenómenos distintos el de los bólidos y el de las estrellas fugaces.

El rastro que dejan los bólidos, primero de chispas y luego como de blanca nube, permanece visible, alguna vez hasta por una hora entera. Primero es rectilíneo, luego se hace sinuoso, y llega también á formar un arco hasta de 180 grados.

Berzelius y otros químicos han analizado estas piedras y encontrado en ellas los mismos elementos que son comunes en la superficie de nuestro planeta. En muchas de éllas abunda el hierro y el niquel, mezclados á cobalto, manganeso, cromo, cobre, arsénico, estaño, potasa, sosa, azufre, fósforo ó carbón : en otras falta el hierro.

Considerando de idéntico origen las estrellas fugaces superiores y los bólidos, porque no hay razón alguna para considerarlos distintos, se tropieza ya en ellos con la primera dificultad para aceptar el origen cometario.

"Ahora bien, dice Humboldt, cualquiera que sea su origen, estas masas presentan en general un carácter común que es imposible desconocer, cualesquiera que sean el tiempo y el lugar de su caída: son siempre las mismas las formas exteriores y las propiedades físicas de la corteza, é iguales los modos de agregación química de sus elementos. Tan sorprendente paridad de aspecto y de constitución, no ha escapado á los observadores; pero cuando se la examina individualmente encuén-

transe también notables excepciones. Compárense los aerolitos por Pallas mencionados, la masa de hierro maleable de Hradschina en el condado de Agram, y la de las orillas de Sisim en el Gobierno de Ieniseisk, ó también las que traje de Méjico, todas las cuales contienen 96 por 100 de hierro, compárense, digo, con los aerolitos de Siena, en los que apenas se cuenta un 2 por 100 del mismo metal, ó con los de Alesia, Jonzag y Juvenas, desprovistos enteramente de hierro metálico, y reducidos á una mezcla cuyos elementos perfectamente separados ya en cristales, puede distinguir el mineralogista, y dígasenos si es dable concebir oposición más marcada. De aquí la necesidad de diferenciar en dos clases estas masas cósmicas: la de los hierros meteóricos combinados con el niquel y las de las piedras de grano fino ó basto. Otro carácter particular en los aerolitos es el aspecto de su corteza exterior, cuyo espesor no pasa jamás de algunas líneas, reluciente como la pez, y surcada á veces por venas ó ramificaciones muy señaladas. Uno solo que yo sepa se exceptúa de esta relación, el aerolito de Chantonnay (Vendée) cuyos poros y abolladuras constituyen, como en el aerolito de Juvenas, otra singularidad muy rara. En todos los demás, la corteza negra es distinta del resto de la masa de un gris bastante claro, con una línea de separación tan marcada como el pedrisco de granito blanco con veta negra ó aplomada que traje de las cataratas del Orinoco. El fuego más violento de nuestros hornos de porcelana, no produce nada análogo á esta corteza tan perfectamente distinta del resto de la masa de los aerolitos, cuyo interior no ha sufrido alteración alguna. Ciertamente que algunos hechos parecen indicar que estos fragmentos meteóricos han experimentado una especie de reblandecimiento; pero, en general, el modo de agruparse sus partes, la carencia de aplanamiento después de la caída, y el poco calor que poseen en aquel instante, no permiten suponer que su masa interior haya estado en fusión durante el corto trayecto que recorren desde los límites de la atmósfera hasta la superficie de la Tierra."

En otra parte dice: "Cuando considero la enorme velocidad, matemáticamente demostrada, con que se precipitan las piedras meteóricas desde las últimas capas de la atmósfera hasta el suelo, y la corta duración de su trayecto, no puedo resolverme á creer que un tan pequeño tiempo haya bastado para condensar una materia gaseiforme, convirtiéndola en un núcleo sólido, metálico, con incrustaciones perfectamente formadas de cristales de olivina, de labrador y de pirógeno."

Y efectivamente, si el bólido se muestra con velocidad inicial considerable, el aerolito no posee sino una velocidad correspondiente á su altura de caída, disminuida por la resistencia del aire. Rara vez penetran la superficie del suelo, y cuando lo verifican, llegan á muy pocos centímetros de profundidad.

Consideraciones semejantes llevaron á Flammarion á emitir la idea de que la mayor parte de las piedras que caen del cielo, pueden ser originarias de la Tierra misma, y haber sido lanzadas en el espacio por erupciones volcánicas de los tiempos primitivos.

Pasemos ahora á exponer otras objeciones contra la teoría actual de las estrellas fugaces y de los bólidos; pero antes queremos decir, que entre las causas de error más funestas á las lucubraciones del pensamiento, está, sin duda alguna, la de las *ideas preconcebidas*, porque ellas arrastran aún á las más esclarecidas y experimentadas inteligencias.

No habrá dejado de notarse, cómo desde la sugestión de Lichtenberg á Chladni, ha querido unirse el origen del cometa al origen de las estrellas fugaces. Kepler los había ya comparado á pequeños cometas, quizá por su forma con núcleo y cabellera, aunque parece que él se inclinaba á creerlas exhalaciones terrestres que ardían en las altas regiones.

Nosotros creemos que en este asunto la idea preconcebida ha impulsado la inteligencia de los astrónomos sobre un rumbo muy determinado, y que el suceso en algunos pronósticos ha hecho olvidar principios que se

oponen á la aplaudida teoría, y descuidar observaciones en otros sentidos.

La primera y más seria objeción que debemos presentar se refiere á una verdad admitida hoy por la ciencia como fundamental.

Todos los espacios interplanetarios son etéreos; es decir, están ocupados sólo por el éter; y los cuerpos se mueven en éllos casi como si lo verificaran en el vacío absoluto.

"No deben confundirse, dice el Padre Secchi en su admirable obra *La Unidad de las fuerzas físicas*, dos propiedades muy distintas: la inercia y la gravedad: la segunda no es como la primera, una cualidad esencial de la materia. Puede concebirse una materia que no pese; pero toda materia es necesariamente inerte; es decir, exige una fuerza para ser puesta en movimiento..... Además, no es racional creer en una resistencia opuesta por el éter á los cuerpos graves, porque el éter es probablemente la causa eficiente de la gravedad."

Mientras subsista ese principio es absolutamente imposible suponer que una masa gaseosa, más ó menos densa como la de los cometas, pueda, recorriendo el espacio etéreo, fraccionarse en corpúsculos aislados. La nebulosa cometaria podrá alargarse cuanto se quiera en virtud de la diversidad de atracción del Sol sobre sus puntos extremos, y por su condición gaseosa; pero no es posible concebir que se separen partes de ese mismo cuerpo, que obedece además á la atracción de la propia masa.

¿Qué significación podemos dar á eso que se llama una corriente de corpúsculos aislados? ¿Y á qué distancia está un corpúsculo de otro, dada la velocidad que se les atribuye, y el tiempo que emplean en aparecer sucesivamente encendidos en nuestra atmósfera?

En un cuerpo sólido podría concebirse algo semejante á esa desagregación de que hablamos, suponiendo que una fuerza interior extraordinaria hiciese explosión y lanzase el cuerpo al espacio, destrozado en fragmentos diminutos.

Por la misma razón no podemos darnos cuenta del

desdoblamiento del cometa Biela. ¿Cómo, sin una explosión inmensa puede verificarse esa desagregación de un cometa, ni en dos, ni en mil partes? Y cómo puede concebirse semejante explosión en un cometa?

Más satisfactoriamente podría explicarse este hecho sorprendente de la Cometografía, aceptando la existencia de dos cometas semejantes en órbitas muy próximas la una de la otra. En este caso, en el mes de diciembre de 1845 los dos cometas y la Tierra estaban en conjunción: un cometa ocultaba el otro. Para el 13 de enero ya ese otro se descubría mostrando en su camino una velocidad muy diferente á la de su compañero.

En el vacío, pues, durante la traslación y en virtud de combinaciones con la fuerza de gravitación, pueden fundirse en uno dos cometas, ó dos cuerpos de masas diferentes; pero separarse después de unidos no lo podemos concebir.

Expliquemos mejor este importante concepto.

Supongamos en el vacío un núcleo esférico, sólido, rodeado de una atmósfera, líquida ó gaseosa, de una extensión indefinida, pero adherida al núcleo en virtud de la fuerza de gravedad. Si animamos luego ese núcleo de un movimiento de rotación con una rapidez cualquiera, resultará que en la superficie del núcleo se desarrollará una fuerza centrífuga en relación á su masa y á su radio. La atmósfera circunvecina participará del movimiento de rotación del núcleo, y por tanto sus moléculas estarán sometidas á la fuerza centrífuga, que irá en élla creciendo á proporción que las capas van siendo más y más elevadas, porque va creciendo con el radio. Ascendiendo así, llegaremos á una capa de esa atmósfera en que la fuerza centrífuga equilibre la centrípeta; y de ella hacia arriba, el resto de la atmósfera que hemos supuesto, no obedecerá de modo alguno á la atracción del núcleo.

Si hacemos entonces que el núcleo tome además un movimiento de traslación rectilínea, saldría de aquel sitio llevando consigo la parte de atmósfera comprendida entre la capa de equilibrio de las fuerzas centrípeta y centrífuga y la superficie del núcleo: el resto de la atmós-

fera supuesta quedaría en su lugar sometida á las fuerzas moleculares de su propia masa. Pues bien: nosotros decimos que cualquiera que sea la velocidad de traslación que se dé á ese núcleo, recorriendo el vacío, irá acompañado de su atmósfera íntegra; y que de ésta no puede desprenderse ni una partícula mientras el movimiento de rotación del núcleo permanezca el mismo.

La fuerza centrífuga de la Tierra disminuye la pesantéz en la superficie en $\frac{1}{289}$. Como 289 es el cuadrado de 17, resulta que si la Tierra girase con una velocidad 17 veces mayor que la actual, es decir, en 85 minutos y no en 24 horas, la pesantez en la superficie sería nula; y entonces su atmósfera podría quedar abandonada en el espacio.

Si suponemos ahora el núcleo y su atmósfera, de nuestro ejemplo, trasladándose no en línea recta, sino alrededor de un centro, como lo hacen los planetas y los cometas en torno al Sol, es indudable que por este movimiento circular ó elíptico se desarrolla en toda la masa que circula, una fuerza centrífuga con relación al radio de la órbita. En este caso puede decirse que la fuerza centrífuga que obra en el centro del núcleo es menor que la que obra en el extremo de su atmósfera del lado opuesto al centro sobre que se gira. Ciertamente es así; pero si la distancia del centro del núcleo al exterior de su atmósfera es muy pequeña con relación al radio de la órbita, que es lo que se verifica en el espacio, se necesitaría una velocidad de traslación inconcebible para que llegase á ser notable la diferencia entre la fuerza centrífuga del núcleo y la de la parte exterior de su atmósfera.

El concepto, pues, que dejamos emitido sobre imposibilidad de una desagregación en los cometas, se desprende de la consideración de estos principios incontrovertibles de la mecánica celeste.

Además de esta objeción que juzgamos de gran valor, se nos ocurre la siguiente:

La sustancia que forma los cometas, si no tiene luz propia, tiene al menos la facultad en grado extraordinario de reflejar la luz del Sol. ¿En qué se ha cambiado, pues, esa sustancia, al pasar á ser masa de corpúsculos aisla-

dos, que no la descubrimos en esas noches de lluvias periódicas antes de ponerse en contacto con nuestra atmósfera, ni aun con el auxilio de los más poderosos telescopios? Será en esas masas de hierro, niquel, manganeso, estaño, potasa, etc., que encontramos en los aerolitos? Y si así fuese ¿por qué no hay lluvia de aerolitos sobre la superficie de nuestro globo cuando hay lluvia de estrellas en la superficie de nuestra atmósfera?

Respecto al cálculo de las órbitas de las estrellas fugaces debemos decir que siempre inspiran dudas los pequeños é indecisos datos que proporciona para verificarlo, la observación de estos meteoros, si ha de deducirse de ellos la inmensa curva elíptica que se asigna á la órbita correspondiente. Para los cometas mismos que se muestran por tantos días consecutivos á su paso por el perihelio es siempre algo incierto este cálculo ¡cuánto ha de serlo para las estrellas fugaces que apenas se observan un instante en nuestra atmósfera!

Pasemos á otra consideración.

Se ha visto que por las medidas efectuadas, las estrellas fugaces se encienden á una altura media de 120 quilómetros, y se apagan á una de 80. Descienden, según esto, 40 quilómetros. Si este descenso se verifica en el sentido del radio visual del observador, éste verá encenderse en el cielo una estrella y apagarse después en el mismo punto, sin notar en élla movimiento de traslación alguno. Si al descender la estrella se desvía un tanto del radio visual del observador, la verá que recorre un espacio bien al Norte, al Sur, al Este ó al Oeste, según el punto á que élla se incline. Es esto lo que se observa siempre; pero la misma apariencia se produciría á la vista del observador, si las estrellas en vez de descender ascendiesen en la atmósfera de una altura á otra cualquiera; por ejemplo, de 80 á 120 quilómetros, ó de 40 á 80, solo que entonces las trayectorias que antes parecían ir al Norte irán ahora al Sur; las que iban al Este irán al Oeste, y así sucesivamente.

Pero si se descubriese que algunas estrellas fugaces ascienden en la atmósfera, la teoría actual que venimos

discutiendo recibiría con tal suceso golpe de muerte. Y sin embargo, parece que ya esta circunstancia ha sido observada.

He aquí lo que trae Humboldt en su *Cosmos*, sobre este particular.

" En cuanto á los meteoros ascendentes que Chladni, poco inspirado esta vez, explicaba por la reacción de capas de aire comprimidas violentamente durante un rápido descenso, pudo verse desde luego en estos fenómenos el efecto de una fuerza misteriosa que pugnase por arrojar estos cuerpos lejos de la Tierra; pero Bessell ha demostrado que tales hechos serían teóricamente inadmisibles; y apoyándose después en los cálculos ejecutados por Feldt, con el mayor cuidado posible, probó que la reacción de estos pretendidos hechos, se desvanece aún en aquellas observaciones que parecen más favorables, si se tienen en cuenta los errores inherentes á la apreciación simultánea que formen dos observadores separados de la desaparición de una misma estrella errante; así que esta ascensión de los meteoros no debe considerarse hasta ahora como un resultado de la observación. Olbers pensaba que los bólidos inflamados podrían estallar y lanzar verticalmente sus fragmentos á modo de cohetes, y que esta ruptura alteraría en ciertos casos la dirección de sus trayectorias; pero todas estas hipótesis deben ser objeto de nuevas observaciones."

La perplejidad con que aparecen escritos los anteriores conceptos por mano tan hábil y firme como lo fue siempre la de Humboldt, nos hace recordar el siguiente pensamiento de Jamin: " Cuando se tiene la teoría de un fenómeno, nos vemos arrastrados frecuentemente á querer hacer entrar en élla todos los hechos particulares que se observan, y pasar en silencio las circunstancias que la contradicen."

Se dice que los meteoros se hacen incandecentes á causa del rozamiento ó de la resistencia que experimentan al entrar en nuestra atmósfera; pero á juzgar por las indicaciones barométricas, puede calcularse que la densidad del aire á 62.300 metros de altura es 7 milé-

simos de la que tiene al nivel del mar. ¿Cuál será, por consiguiente, esa densidad á 120.000 metros? Debe ser insignificante, casi nula; y es difícil imaginar que un rozamiento en élla á tal altura produzca la incandescencia de los meteoros.

Otra objeción es que la velocidad de las estrellas fugaces no es siempre cometaria. Se ha observado que muchas de esas estrellas se mueven con velocidad inferior á la de la tierra; y es por tal circunstancia que podemos explicarnos las trayectorias sinuosas, en forma de S, ó curvilíneas, que recorren algunos meteoros.

En estos últimos años, gracias á la diligente acusiosidad del astrónomo inglés Denning, acaba de descubrirse otra circunstancia que viene á ser como golpe de gracia dado á la teoría que analizamos. Este astrónomo, después de diez años de perseverante observación, ha encontrado meteoros con *radiante estacionario* ó con *radiante de larga duración*, porque durante muchos meses parecen partir de un mismo punto del cielo.

En la teoría actual, la dirección del radiante meteórico debe estar afectada por una especie de aberración, análoga á la aberración de la luz, que resulta de componer el movimiento de la Tierra con el movimiento del enjambre meteórico. De aquí, pues, que si el movimiento de la Tierra no es insignificante con relación al de los meteoros, la línea visual al punto de encuentro, referido á las estrellas fijas, que por estar tan distantes se hallan en la misma dirección para nosotros durante todo el año, debe ir cambiando de modo apreciable, si no de un día á otro, si de uno á otro mes. Los radiantes estacionarios descubiertos por Denning reclamarían, por consiguiente, un movimiento rapidísimo en las corrientes meteóricas. Ranyard ha calculado que esta velocidad debía ser por lo menos de 880 millas por segundo. El mismo Denning advierte, sin embargo, que varios meteoros se mueven despacio, muy despacio: son sus palabras.

Otra circunstancia observada también en los últimos años es la de que las estrellas fugaces cuando aparecen como

enjambres, no emiten de un sólo punto del cielo sino de un área de más ó menos seis grados de amplitud.

Al pensarse que pueda ser desechada la actual teoría sobre estrellas fugaces y bólidos, surge naturalmente en el ánimo estudioso, el deseo de una explicación para un fenómeno que cotidianamente nos impresiona; y nosotros, con toda la timidez que impone asunto tan acusiosamente estudiado, y tan amplia y brillantemente discutido en el presente siglo, vamos á bosquejar sobre él un nuevo pensamiento.

Si las estrellas fugaces no son algo extraterrestre, la condición lumínica del fenómeno y otras de sus circunstancias, nos llevan necesariamente á considerarlo como eléctrico ó magneto-eléctrico.

Pasando revista á todos los fenómenos eléctricos ó de magnetismo eléctrico con el objeto de buscar alguno á que pudiéramos asimilar el de las estrellas fugaces y bólidos, encontramos el *rayo globular*, cuya existencia y condición eléctrica no pueden hoy someterse á duda, aunque todavía no haya podido la ciencia dar una explicación satisfactoria del fenómeno, si bien Planté llegó á imitarlos hasta cierto punto en su laboratorio.

En tiempos de tempestad preséntanse á veces cerca del suelo estos globos luminosos, que se mueven con lentitud en diversas direcciones, como huyendo al contacto de otros cuerpos, hasta que repentinamente estallan con gran ruido, lanzando rayos sinuosos y deslumbrantes, y destrozando con violencia cuanto se encuentra á su alrededor: su brillo es como del hierro rojo, y su diámetro varía desde pocos centímetros hasta un metro ó más.

Séneca habla del rayo globular; pero no se ha llegado á creer en su existencia, sino después que Aragó la demostró apoyándose en un cúmulo de observaciones muy bien averiguadas. Posteriormente se han observado muchos casos de rayos globulares, que han sido descritos científicamente y con escrupulosos pormenores.

Apuntemos algunos para que por sí mismo vaya revelándose el curioso fenómeno.

Refiere Babinet que un sastre, cerca de Val de

Grace en París, sentado delante de su mesa, vió el marco guarnecido de papel que cerraba la ventana, abrirse lentamente y dar paso á un globo de fuego del tamaño de la cabeza de un niño, que lentamente comenzó á pasearse por el cuarto á poca distancia del suelo. Este globo se aproximó á los pies del obrero, quien los retiró para no ser tocado. Después de algunas evoluciones hacia el medio del cuarto, el globo se elevó verticalmente á la altura de la cabeza del hombre, que apartó hacia atrás para evitarlo, aunque sin sentir ninguna impresión de calor en la cara. Después el globo, alargándose un poco, se dirigió oblicuamente hacia un agujero colocado á un metro sobre la meseta de la chimenea, despegó sin maltratarla una hoja de papel que lo cerraba, entró en el conducto de la chimenea, y en llegando arriba, estalló con ruido y proyectó á lo lejos los restos de la parte superior que dañó con su explosión.

Deslandes vió en 1718 tres globos de fuego de más de un un metro de diámetro, juntarse luego para formar uno solo, que atravesó el muro de la iglesia de Gonesnon cerca de Brest, y estalló en el interior haciendo saltar el techo y los muros.

Los globos de fuego no terminan siempre haciendo explosión. En 1841, se vio en Milan, durante una violenta tempestad, un globo de fuego que tenía el tamaño y el brillo de la luna, recorrer una calle con bastante lentitud, para que los curiosos pudieran seguirlo caminando. Este globo se elevó luego poco á poco hasta fijarse en la cruz de una iglesia y allí desapareció súbitamente produciendo apenas un ruido sordo.

El 17 de mayo de 1852 cayó un rayo á un quilómetro de la estación de Benzeville del ferrocarril al Havre. Varios árboles ocultaban el punto herido; pero luego se vio salir un globo de fuego, avanzando con lentitud y seguido de un rastro de chispas. Este globo vino á posarse después sobre los hilos del telégrafo y desapareció súbitamente. En este instante los aparatos telegráficos de la estación se movieron vivamente, y se vió saltar de ellos muchas chispas.

Después de un violento huracán observado cerca de Wakefield, el 1º de marzo de 1774, cuando no quedaban en todo el cielo sino dos nubes poco elevadas sobre el horizonte, Nicholson vió á cada instante meteoros semejantes á las estrellas fugaces descender de la nube superior á la inferior.

El abate Richard refiere los dos casos siguientes, llamándolos lluvias de fuego.

En el mes de noviembre en 1741, una nube impelida por un viento del Este muy impetuoso, se deshizo después de haber chocado muchas veces contra las montañas que hay al Norte de Almería, y salió de ella una lluvia de chispas ardientes que no sólo incendiaron los campos, sino una parte de la escuadra mandada por De Court fondeada á la sazón en aquel puerto.

El otro caso es como sigue:

A eso de las 7 de la tarde el 10 de marzo de 1695 estalló en Chatillon-Sur-Seine, una gran tempestad; y habiéndose inflamado la cabeza de la nube que parecía excitarla, apareció todo el aire abrasado: quienes lo vieron se asustaron y creyeron que los pueblos vecinos eran pasto de las llamas que caían de todas partes en forma de chispas semejantes á las que saltan al machacar un hierro hecho ascuas. Después de haber caído, rodaban algún tiempo por el suelo, y se ponían azules, extinguiéndose en seguida. Aquella lluvia de fuego duró un cuarto de hora, abarcó una vasta extensión sin causar ningun incendio; y al terminar la tormenta, empezaron á caer grandes copos de nieve.

No puede negarse que hay mucha semejanza entre esos fenómenos eléctricos observados en la atmósfera que reposa sobre el suelo, y el fenómeno de los bólidos y de las estrellas fugaces observado en las regiones que suponemos las más elevadas.

Quizá, si nuestras ideas tienen algún fundamento, pueda llegarse á formular como ley que la velocidad de los rayos globulares y la frecuencia del fenómeno están en razón inversa de la densidad atmósférica. A mayor densidad, como cerca del suelo, menos frecuencia y menos

velocidad; á menor densidad, mayor frecuencia y más velocidad, como las estrellas fugaces en las altas regiones.

Pasemos á averiguar ahora si se ha notado alguna conexión entre los bólidos y estrellas fugaces y otro fenómeno eléctrico ó magneto-eléctrico.

A este propósito copiamos de Humboldt los siguientes datos:

Hablando de los bólidos dice: "Estos fenómenos se presentan también bajo otro aspecto: estando el cielo sereno, una nubecilla muy oscura aparece en él súbitamente y en medio de explosiones semejantes al ruido del cañón, se precipitan á la tierra las masas meteóricas. Algunas veces nubecillas de esta especie recorren regiones enteras sembrando la superficie de miles de fragmentos muy desiguales, pero de naturaleza idéntica."

"Hase visto caer también, pero más raramente, aerolitos, estando el cielo perfectamente sereno, y sin previa formación de nube alguna. Se presentó este caso hace algunos meses [16 de setiembre de 1843) cuando cayó el gran aerolito recogido en Kleimweden, no lejos de Mulhouse, con un ruido semejante al del rayo."

"¿Qué ocurre, pregunta en otra parte, en esas nubes negras donde truena minutos enteros antes de que los aerolitos se precipiten?"

Más adelante dice: "Parece ser que estos fenómenos (los de las estrellas fugaces) se han realizado hasta ahora con una independencia completa de todas las circunstancias locales, tales como la altura del polo, temperatura de la atmósfera, etc. Su aparición va acompañada frecuentemente de otro fenómeno meteorológico; y aunque esta coincidencia pueda ser efecto de simple casualidad, no está fuera de lugar el señalarla aquí. Una aurora boreal muy intensa acompañó á la aparición más magnífica de estrellas errantes entre las que se conocen hasta el día, ó sea la del 12 al 13 de noviembre de 1833, cuya descripción debemos á Olmsted. En 1838 se reprodujo en Brema esta concordancia de ambos fenómenos, si bien la caída periódica de las estrellas errantes fue allí menos notable que en Richmond, cerca de Londres. En otro

escrito me he hecho cargo de una observación del Almirante Wrangel, que he tenido frecuente ocasión de oirle confirmar. Viajando por las costas siberianas del mar Glacial, vió el Almirante en medio de los resplandores de las auroras boreales, iluminarse de repente ciertas partes del cielo, que habían quedado oscuras al ser atravesadas por estrellas errantes."

La aparición de estrellas fugaces del 27 de noviembre de 1872, fue también acompañada de una aurora boreal.

Son, pues, dignas de tomarse en cuenta estas coincidencias y circunstancias para apoyar el origen eléctrico de las estrellas fugaces y de los bólidos.

Veamos ahora cómo, siguiendo el camino que demarcan nuestras ideas, podemos darnos cuenta de la formación de los aerolitos ó piedras meteóricas.

Si encontrásemos en suspensión en nuestra atmósfera en estado disperso, los materiales de que se componen los aerolitos, podríamos fácilmente explicarnos su compactación en un solo cuerpo, bajo influencias eléctricas especiales, como han de ser las que produzca el paso de un rayo globular. Ahora bien, no hay duda alguna de que muchas veces nuestra atmósfera está cargada de tales elementos, bien arrojados por los volcanes, bien por los ciclones y huracanes.

Las llamadas lluvias de sangre de que tantas noticias existen en la Historia, no son sino lluvias mezcladas con un polvo ferruginoso.

El escritor latino Obsequens, cita más de diez de estas lluvias. Plutarco habla también de éllas. San Gregorio de Tours dice que el año de 582 "cayó una lluvia de sangre en el territorio de París: que muchas personas la recibieron en sus vestidos, y se los manchó de tal suerte que se los quitaron con horror."

En 1117 se refieren lluvias de sangre en Lombardía.

Según se lee en la *Historia de la Academia*, el 17 de marzo de 1669 cayó en Chatillon—Sur—Seine una lluvia de líquido rojizo, espeso, viscoso y hediondo que parecía una lluvia de sangre.

El 14 de mayo de 1813 cayó en el reino de Nápoles y en las dos Calabrias. El sabio Sementini examinó y analizó el polvo caído y dió cuenta minuciosa á la Academia. Dicho polvo tenía color amarillo de canela y un sabor terroso poco marcado, era untuoso al tacto y se descubrían con el auxilio de la lente pequeños cuerpos duros parecidos al pirógeno. El calor lo oscurecía, luego lo ponía enteramente negro. Se componía de sílice, alúmina, cal, cromo, hierro y ácido carbónico.

Otras veces la lluvia ha sido de verdadero fango. En 1846 al Sur de Francia hubo lluvia de esta clase; y Fournet calculó que en el solo Departamento del Drôme, las nubes arrojaron el peso enorme de 7.200 quintales métricos de lodo. Ehremberg, á quien se enviaron muestras de esta sustancia encontró en ella 73 formas orgánicas, algunas de las cuales eran propias de la América del Sur.

Todas esas sustancias han sido levantadas y diseminadas en la atmósfera por violentos huracanes.

En el ejemplo de las fulguritas vemos como el rayo que penetra en un arenal, compacta en un tubo sólido los granos de arena dejando su parte interior tan tersa y brillante como la parte externa de los aerolitos.

Sería de la mayor importancia el examen miscroscópico de la masa central, ó interior, de los aerolitos á fin de saber si existe en ellos alguna forma orgánica. Tal existencia arrojaría luz extraordinaria en este asunto.

Tienden, pues, nuestras ideas á explicar el fenómeno de las estrellas fugaces y de los bólidos, como de electricidad atmosférica de un orden poco estudiado todavía.

Las lluvias de estrellas fugaces serían en este caso un fenómeno semejante al de las auroras polares: una lluvia de rayos globulares que parten de un area determinada en las más altas regiones de la atmósfera; y los aerolitos, la aglomeración de sustancias diseminadas en ella por volcanes, ciclones ó huracanes al ser atravesadas por un rayo globular.

Las lluvias meteóricas que se han observado en los

meses de noviembre y diciembre y aun en los de agosto, probablemente obedecen á unas mismas circunstancias especiales de electricidad y magnetismo atmosférico en las zonas boreales.

En apoyo de esto, vamos á copiar del *Cosmos* de Humboldt los siguientes conceptos :

"Desde las observaciones hechas en la América del Norte acerca del período de noviembre en 1833, 1834 y 1837 habíase señalado como punto de partida la estrella *gamma* de Leo. En 1839 se reconoció para el período de agosto que el punto de partida era Algol en Perseo, ó un pnnto intermedio entre Perseo y Tauro. Estos centros de irradiación venían á ser las constelaciones hacia las que se dirigía la Tierra en la misma época. Saigey, que ha sometido las observaciones de 1833 á un análisis muy escrupuloso, indica que la irradiación fijada en la constelación de Leo, no ha sido comprobada en realidad sino á media noche, en las tres ó cuatro horas que preceden á la aurora, y que de diez y ocho observadores colocados entre la ciudad de Méjico y el lago de Huron, diez solamente han reconocido el punto de partida indicado por Dionisio Olmsted, profesor de matemáticas de New Haven en el Estado de Massachusetts." "El excelente escrito publicado por Eduardo Heis, resumen muy suscinto de observaciones bastante exactas, realizadas durante diez años en Aquisgram sobre las estrellas errantes periódicas, contiene respecto de la irradiación resultados tanto más preciosos cuanto que el observador los ha discutido con un rigor matemático. Según él, el período de noviembre se distingue en que las trayectorias están mucho más separadas que en el período de agosto. En cada uno de estos dos períodos el observador ha fijado simultáneamente muchos puntos de partida que no se hallaban situados en la misma constelación, como se ha estado muy cerca de creer desde 1833. Durante el período de agosto de los años 1839, 1841, 1842, 1843, 1844, 1847 y 1848, Heis, además del centro principal de Algol en la constelación de Perseo, ha encontrado otros dos, en el Dragón y en el Polo Norte."

"A fin, dice, de obtener resultados exactos acerca de los puntos de donde irradian las trayectorias de las estrellas errantes, durante el período de 1839, 1841, 1846 y 1847, he trazado sobre un globo celeste de 30 pulgadas las trayectorias medias pertenecientes á cada uno de los cuatro puntos Perseo, Leo, Casiopea y la Cabeza del Dragón, y he señalado cada vez la situación del punto de donde partían el mayor número de trayectorias. De este examen resulta que de 407 estrellas errantes, 171 provinieron de un punto de Perseo, próximo á la estrella *Eta* en la cabeza de Medusa; que 83 partieron de Leo; 35 de Casiopea; 40 de la Cabeza del Dragon; y 78 de puntos indeterminados. Así el número de las estrellas errantes que irradiaron de Perseo fue más del doble del número de las que tenían su punto de divergencia en la constelación Leo."

"Resulta de aquí que en los dos períodos la constelación de Perseo ha representado gran papel. Un sagaz observador que consagró ocho ó diez años al estudio de los fenómenos metereológicos, Julio Schmitd, agregado al observatorio de Bonn, se expresa en este asunto con gran claridad en una carta que me dirigió el mes de julio de 1851. "Si se prescinde de los grandes flujos de estrellas errantes que se produjeron en el mes de noviembre de 1833 y 1834, así como de algunos otros del mismo género en los cuales la constelación Leo enviaba verdaderos enjambres de meteoros, estoy dispuesto á considerar hoy el punto de divergencia colocado en Perseo, como el que suministra no solamente en el mes de agosto, *sino durante todo el año*, el mayor número de meteoros. Tomando por base de nuestros cálculos los resultados de las 478 observaciones de Heis, hallo que este punto está situado á los 50°,3 de ascensión recta y 41°,5 de declinación. Esto se aplica á los años 1844–1846. En el mes de noviembre de 1849, desde el 7 al 14, he visto 200 estrellas errantes próximamente más de las que en igual época había observado desde 1841. Entre esas estrellas, algunas solamente procedían de Leo; el mayor número pertenecía á la constelación de Perseo."

Debe notarse además en los anteriores párrafos citados del sabio naturalista alemán, que desde 1851 aparece iniciado por Schmitd, el descubrimiento actual de Denning, de que antes hemos hablado.

Es sensible que no tengamos observaciones sistemáticas y precisas sobre aparición de estrellas fugaces en el Hemisferio Austral. Ignoramos si se han verificado; pero de todos modos sería de desear en la prosecución del estudio de este fenómeno, que varios observatorios en ambos hemisferios procediesen bajo un plan determinado á seguir una serie no interrumpida de observaciones durante varios años; y que los resultados de cada año se enviasen á un observatorio designado al efecto que los recopilase, comparase y dedujese de ellos las consecuencias correspondientes.

La existencia de meteoros ascendentes se explica muy bien, considerando el fenómeno como de origen eléctrico: lo mismo que la grandísima velocidad que se nota en unos, y la pequeña que se nota en otros, tenida en cuenta las diferentes densidades de las capas atmosféricas.

La conclusión final á que nos ha llevado este estudio es ciertamente trascendental, porque al ser aceptada, quedaría convertido un fenómeno que se tiene hoy como de alta astronomía, en otro puramente físico de simple electricidad atmosférica.

Caracas : 25 de agosto de 1891.