

que tendría una altura aparente de un metro, poco más ó menos; continuó creciendo en todas direcciones, aunque más en la vertical que en la horizontal, al mismo tiempo que marchaba hacia el Oriente, hasta que llegó á su desarrollo máximo, tomando una apariencia fantástica y siniestra.

Entonces, conservando siempre la forma antedicha, alcanzaba ya una altura aparente quizás superior á tres metros, y terminaba en una aureola espléndida, en cuyo centro se veía un disco blanquísimo de dos á tres decímetros de diámetro. La trepidación de la atmósfera llegó á tierra en ese momento (9 horas, 30 minutos, 45 ó 50 segundos), seca y terrible al principio, más suave y acompasada después, obligando al testigo á dar, á pesar suyo, uno ó dos pasos hacia la izquierda. Desapareció con esto el globo interior, y la nube se diluyó y empezó á teñirse de escarlata y violeta, produciendo un efecto encantador (véase la lámina adjunta), palideciendo al mismo tiempo que se deformaba y adelgazándose, hasta llegar á adquirir unos seis grados en el sentido longitudinal y uno y medio próximamente en el de su anchura, mostró en su extremidad S.E. un pequeño apéndice oscuro como de denso humo, que se asemejaba en su color sombrío á las nubes de tempestad.

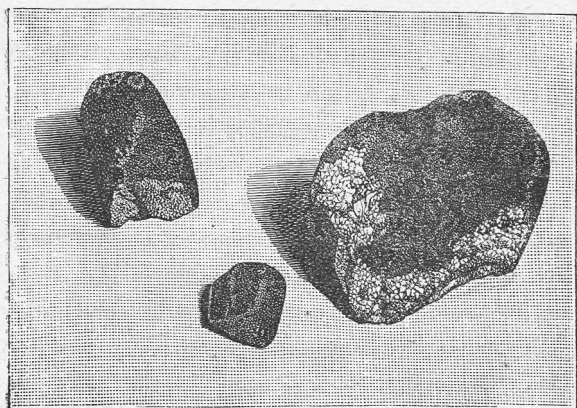
Empujada por los vientos superiores, pues la región inferior estaba en calma, dicha nube, única que

se destacaba sobre la bóveda celeste, á la sazón purísima, orientada de N.E. á S.S.O., desde el punto correspondiente al S.S.O. y á unos 11° de distancia cenital en que se hallaba situada, caminó muy lentamente hacia el E.N.E., disolviéndose á medida que avanzaba y quedando bastante después del mediodía, con la apariencia de un círrus ligero, á unos 65° del cénit.

Por mi parte, he de añadir al anterior relato, que fragmentos que se supongan desprendidos del bólido, sólo conozco tres por referencias y dos por haberlos yo mismo examinado. El primero de que tuve noticia fué uno cuyo volumen será hasta de 20 centímetros cúbicos, caído sobre el Hipódromo, cerca del poblado de Maudes, en la quinta de los Angeles, propiedad de D. Enrique Medina y Pulido. Tronchó la rama de un árbol, quedó incrustado al ras del suelo en una senda compacta y enarenada, produciendo al caer un ruido semejante á una tela que se desgarrá, y fué recogido aún caliente.

La superficie externa, lisa é irregular tiene un color obscuro, y las caras de fractura asemejan á un conglomerado de polvos ferruginosos de salvadera, con un tinte que podría obtenerse mezclando con negro de humo, algo de blanco y un poco de rojo. Lo regaló al señor Presidente del Consejo de Ministros el dueño de la quinta, á quien debo las preinsertas noticias.

Otros dos fragmentos fueron adquiridos por el Observatorio astronómico, habiendo sido recogidos el uno en el kilómetro 7.º de la carretera de Madrid á Castellón, y el otro en la calle de Serrano de esta corte, frente al cuartel de la Guardia civil: el primero pesa 19 gramos, y el segundo 52. Por la parte



exterior están cubiertos con una delgada capa negro-mate, como de costumbre, y la fractura es granuda fina, color ceniciento, y tiene superficies de fricción y condrites. Los dos y un tercero del que no teníamos noticia hasta después de escritos y compuestos estos renglones, van figurados en el adjunto dibujo, copia de una fotografía que ha tenido la bon-

dad de proporcionarnos el ilustrado astrónomo Don Antonio Vela.

En cuanto á la piedra meteórica á que se refiere *El Imparcial* en su número correspondiente al 11 de Febrero, la cual, dice, fué recogida por D. Javier Soravilla en el Paseo de la Castellana, frente al hotel núm. 19, la hemos visto en casa de su actual poseedor, el docto Catedrático de la Central, señor Marqués del Socorro, quien con su amabilidad acostumbrada nos ha dado cuantas explicaciones hemos deseado; y aunque en definitiva nada podemos categóricamente afirmar, porque ni el ejemplar ha sido analizado ni presenta fractura que someter al examen del microscopio, nos parece, no obstante, que él y los dos fragmentos que posee el Observatorio astronómico, son todos meteoritos legítimos, de la clase de los *sporasideros*, grupo de los *oligosideros* de Daubrée; y si no temiéramos aventurarnos mucho, diríamos que contienen peridoto, enstatita, augita y hierro niquelífero. El color es de betún mate en su superficie por todas partes irregular y curva; atrae á la aguja imanada y pesa 30 gramos, no 150, como dijo el periódico citado.

Sentimos no poder decir algo semejante de los dos trozos que el ingeniero industrial Sr. D. Antonio Montenegro ha remitido á la Escuela de Minas, y á los cuales se refiere la acreditada revista titulada *Madrid científico* en su número correspondiente al

día 24 de Febrero. Ha tenido la galantería de mostrárnoslos el distinguido Catedrático de dicha Escuela, Sr. Maureta, á quien nos hemos dirigido, y confesamos que, antes y después de un ligerísimo examen hecho con una punta de acero, ambos fragmentos nos han producido la misma impresión que nos causaría un mineral ferruginoso en el estado en que ordinariamente se extrae de las minas de este metal. Esto; el no presentar vestigios de figura poliédrica cuyas aristas hayan quedado fundidas, y el no estar envuelto por parte alguna en la negra librea que siempre distingue á los meteoritos, nos infunde la vehemente sospecha de que dichos fragmentos no pertenecen á bólido alguno.

Respecto á la masa total del proyectil, integrada por los meteoritos en que al estallar se dividió, difícil y aun imposible resulta el evaluarla, pues seguramente gran número de fragmentos, hundidos en las tierras laborables ú ocultos en lugares poco frecuentados, quedarán para siempre desconocidos. Lo único que puede afirmarse es que la compresión ejercida en el aire (la cual no es sólo función de la masa del bólido, sino también, y sobre todo, de su velocidad y fuerza desarrollada en la explosión) ha sido tal, que, según datos publicados por el Instituto central meteorológico, el barómetro de mercurio acusó una subida repentina de un milímetro y siete décimas; volvió después á su nivel primitivo y lo rebasó, bajando

siete décimas de milímetro, lo que da en conjunto una oscilación de dos milímetros y cuatro décimas.

Queda por averiguar de un modo cierto la composición del bólido; la trayectoria por él recorrida hasta que estalló; la velocidad media de su curso; la altura que entonces alcanzaba, y el área en la cual se esparcieron sus fragmentos. Como carecemos de datos seguros para dar á estas cuestiones, rotundas y categóricas respuestas, así como para fallar de una manera incontrovertible sobre el origen y procedencia de los bólidos, explicando de paso algunos fenómenos que los acompañan, nos limitaremos á presentar los hechos tales como son, ó á lo sumo, aventuraremos las hipótesis más plausibles y que en el estado actual de la ciencia son hoy aceptadas como verosímiles por sabios y aficionados.

Ante todo, hemos de consignar que el nombre de *bólido* es el único con que actualmente se conoce toda masa sólida extra-terrestre que, aprisionada por la acción de la gravedad, penetra en la atmósfera del globo que habitamos. Si antes de llegar al suelo hace explosión, sus fragmentos se llaman *meteoritos*; los nombres de *aerolitos* ó piedras del aire, y *uranolitos* ó piedras de la Luna, no les convienen, y menos aún el de *piedras del rayo*, pues ni se forman en la atmósfera, ni provienen de los en otro tiempo supuestos volcanes lunares, ni el cuarzo fundido y vitrificado que algunas veces se encuentra en las rocas

heridas por el rayo tienen nada que ver con los bólidos ni con los meteoritos (1); tampoco deben éstos confundirse con los *relámpagos esféricos* ó *bolas de fuego*, que mejor debieran llamarse *rayos globulares*. Éstos se presentan en ocasiones rarísimas, cuando las tormentas están para terminar, y la electricidad atmosférica, atravesando al aire saturado de humedad por una lluvia copiosa, marcha fácilmente al depósito común. Muévense lentamente cerca del suelo, se paran á veces, son visibles durante muchos segundos, se disipan en ocasiones, y en otras estallan con horrísono estruendo, produciendo el mismo y aun mayor efecto que el rayo ordinario. Por último, es un gran error tomar por aerolitos, como algunos lo hacen, las livianas *bombas* de piedra pómez que, arrojadas por los volcanes, algunas veces con ímpetu gigantesco, pueden ser transportadas á muy lejanas comarcas por las trombas, por los ciclones ó por otras fuerzas aún desconocidas (2).

(1) Cuando los rayos atraviesan estratos de sílice, suelen formarse tubos fundidos y conglutinados, cuya longitud llega á veces hasta 10 y aun á 12 metros: se les da el nombre de *fulgoritos*.

(2) Para formarse idea de la fuerza con que en ocasiones son despedidos los materiales volcánicos, basta recordar que, según el ilustre Scrope, las bombas lanzadas por el volcán Kotlugaja, de Islandia, en la erupción de 1860, llegaron á una altura de 7.200 metros. Los cráteres del Vesubio y del Etna han proyectado á igual distan-

Más dispensable, aunque siempre erróneo, es confundir los bólidos y sus fragmentos con las impropiamente llamadas *estrellas errantes ó fugaces*, pues aunque en la forma de presentarse tienen ambos fenómenos para ojos profanos alguna remota semejanza, son, sin embargo, esencialmente distintos.

Las estrellas fugaces se manifiestan por puntos luminosos que súbitamente aparecen en la esfera celeste todas las noches en que el cielo está despejado, y singularmente en ciertas épocas del año, por los astrónomos de antemano determinadas, como son la del 9 de Agosto (lluvia ó lágrimas de San Lorenzo), las del 11, 12 y 13 de Noviembre, 2 de Enero, 20 de Abril y 20 de Octubre, y la de 10 de Diciembre, pareciendo irradiar siempre, las correspondientes á una misma fecha, de idéntico punto del cielo, y aumentando y disminuyendo después, ó viceversa, el número de estrellas que constituyen cada lluvia, con arreglo á una cierta periodicidad, función del tiempo que tarda en dar una vuelta alrededor del Sol el anillo ó corriente meteórica—de densidad desigual en sus varias porciones,—que todos los años, en puntos progresivamente distintos, corta ó roza la Tierra en día prefijo al moverse recorriendo su órbi-

cia piedras que no pesaban menos de 100.000 kilogramos, y una vez el Cotopaxi arrojó á nueve millas de su cráter, una enorme masa cuyo volumen era de 1.000 metros cúbicos.

ta. Corren con rapidez, disminuye su brillo, y, por último, desaparecen, extinguiéndose su luz, blanca en la mayoría de los casos, amarilla ó verde algunas veces, y que deja de cuando en cuando detrás de sí débil estela, reguero ó ráfaga luminosa de vistoso efecto. Son pequeñísimas cantidades de materia cósmica vaporosa y difusa que se encienden al atravesar, comprimiéndolas fuertemente, las capas atmosféricas, formando ángulos muy abiertos con el horizonte y con velocidades enormes, iguales á las de los cometas, de cuya masa en muchas ocasiones forman parte, pues calculada la trayectoria de la lluvia de San Lorenzo (1) como si fuera una parábola, apenas difieren sus elementos de los del cometa observado en 1862, y el anillo ó corriente meteórica que produce la lluvia de estrellas correspondiente al 10 de Diciembre, describe la misma órbita que el cometa de Biela. En general, la velocidad media de las estrellas errantes es 1,41 veces mayor que la de traslación de la Tierra, resultando, por tanto, ser precisamente la que corresponde á un cometa que, describiendo una parábola cuyo foco estuviera en el centro del Sol, pasara muy cerca de la Tierra.

(1) En las apariciones extraordinarias ó lluvias de estrellas, éstas parecen diverger, saliendo de un mismo punto de la esfera; mas en realidad marchan próximamente paralelas, siendo tal divergencia puro efecto de perspectiva.

No son éstos los caracteres de los bólidos, que desde su aparición en la esfera, siguiendo trayectorias generalmente muy inclinadas respecto al horizonte, y dejando tras de sí un dilatado reguero luminoso, hasta que con resplandor vivísimo y muchas veces ocasionando nubes, enteros ó fragmentados, tocan al suelo, se diferencian en forma y en esencia de las estrellas fugaces, con las cuales sólo tienen de común la causa de su incandescencia, es decir, la compresión atmosférica que unas y otros verifican en su rapidísimo curso.

Las estrellas errantes son siempre silenciosas, y los bólidos siempre resultan sonoros y generalmente atronadores: aquéllas guardan períodos fijos en los incrementos y decrementos de sus números horarios, en apariciones ánuas, y éstos se presentan de improviso, en épocas rara vez correspondientes á dichos incrementos; aquéllas tienen una velocidad de traslación mayor, y una masa, una densidad y un volumen muchísimo menor que éstos, y, por último, efecto de esas mismas circunstancias, las estrellas errantes se inflaman y hacen visibles en alturas muy superiores á aquéllas en que los bólidos sufren dicha combustión. Y si con tales diferencias no hubiera lo suficiente para proclamar las que distinguen y completamente separan á ambas clases de fenómenos, bastaría comparar la estructura de los meteoritos entre sí y con la que á las rocas terrestres corres-

ponde, para convencerse de que esos fragmentos, aunque diferentes en la forma, tienen un origen común, proceden de un mismo todo, cuyo semejante debe buscarse á presiones y en profundidades enormes, bajo el suelo que recubre á nuestro planeta; pero nunca en la materia nebulosa de que están formados los cometas, y que es mil y mil veces más tenue, mil y mil veces más liviana que el aire que permanece bajo la campana de la máquina pneumática, después de haberlo enrarecido al máximum.

En esas profundidades, nunca visitadas por el hombre, fundadamente suponen los geólogos que existen rocas, cuyos elementos químicos son los mismos y están combinados en idénticas proporciones que los de los meteoritos, en los cuales, sin embargo, no se encuentran todas, sino únicamente 22 substancias elementales ó indescomponibles, de las 67 que, asociadas de muchos modos y en muy diferentes proporciones, constituyen la portentosa variedad de cuerpos observables en la superficie terrestre. El hierro, el níquel, el azufre, oxígeno, magnesio, fósforo, silicio y carbono, son las más importantes, y este hecho confirma y corrobora otro ya descubierto por el análisis espectral, aplicado á todos los astros: la *unidad* de la materia en la creación, *una* también en cuanto á la fuerza que la gobierna, según se desprende del estudio de las estrellas dobles, ordinariamente desiguales, que, ligadas entre sí por sus

mutuas atracciones, se mueven alrededor del centro de gravedad del sistema que ambas constituyen; *inmensa* en el tiempo, como lo atestigua, no sólo el estudio de los terrenos formados en las diversas épocas geológicas, sino también y con más fuerza, el examen atento del proceso seguido en la condensación de las nebulosas que el antejo nos descubre en diferentes estados típicos de adelanto, desde el puro ó sin vestigio alguno de organización, hasta el sol ya formado y rodeado de espléndido cortejo de satélites luminosos ú oscuros, blancos ó coloreados; *inmensa* igualmente en el espacio, como lo prueban los dos mil años que tarda en llegar hasta nosotros la luz de las, al parecer, más lejanas estrellas, y la distancia muchísimo mayor que de las nebulosas nos separa.

Pero dejando á un lado estas consideraciones y otras análogas que al paso salen y pugnan obstinadas por ocupar nuestra reflexión siempre que alzamos la vista al firmamento, volvamos á los meteoritos, y tras un examen detenido, nos convenceremos de que todos los hasta hoy observados pueden clasificarse en un reducido número de grupos, cuales son: los pesados *holosideros*, duros como el hierro que los forma, con su inseparable compañero el níquel, sin mezcla alguna de substancia petrosa; los complejos y por partes iguales heterogéneos *sysideros*, en cuyas férreas masas yacen aprisionados

el peridoto y el piroxeno (1), cual si en las oquedades de una esponja de hierro se contuvieran ambos silicatos; los vulgares *sporasideros*, muchos en número, de composición idéntica, pero de disposición inversa respecto á los *syssideros*, con su esqueleto petroso, donde se alojan granos de hierro de magnitudes varias y en cantidades tan diversas, que ha sido preciso dividirlos en tres clases, que se extienden desde los *polisideros*, ricos en metal, hasta los *criptosideros*, que son los más pobres y lo llevan como escondido, siendo al grupo intermedio formado por los *oligosideros*, es decir, por los que tienen poco hierro, pero no tan escaso como los *criptosideros*, al que probablemente corresponden los meteoritos recogidos en Madrid el 10 de Febrero; por último, cierran el cuadro los deleznales *asideros*, cuyo nombre bien claro expresa que no contienen hierro, y cuya variedad más importante la forman los *carbonosos*, donde á la materia petrosa de los dos grupos anteriormente enunciados, va asociado el carbón, no en el estado de libertad como en los *holosideros*,

(1) El *peridoto*, olivino ó crisolita, es un silicato de magnesia, color verde, y no debe confundirse con la esmeralda, que es otro silicato de alúmina y glucina, teñido por el óxido de cromo. El *piroxeno* es un silicato formado por los mismos elementos que el peridoto, pero en una proporción de ácido silícico doble que aquél. Entre sus variedades está la *enstatita*, silicato de cal y magnesia.

sino en combinación con el oxígeno y el hidrógeno, por lo cual arden, se gasifican y desmenuzan al estallar, de tal manera, que muchas veces es difícil encontrar en el suelo fragmento alguno, por pequeño que éste sea.

De todo lo dicho se desprende, que hacen mal los autores que en las obras de mineralogía colocan á los meteoritos en el grupo *hierro*, cuando su lugar propio es el mismo que el que en las clasificaciones ocupan las grandes masas de composición diversa que con el nombre de *rocas* se conocen.

Los fragmentos que se recogen recién llegados al suelo, están calientes todavía, aunque nunca incandescentes; su forma es parecida á la que tienen las piedras machacadas que se destinan al recebo de nuestras carreteras, pero con la diferencia de que las aristas, por efecto de la fusión, se han embotado; una corteza negra, lustrosa en los meteoritos particularmente fusibles y, sobre todo, en los aluminosos, mate en los demás, los recubre por todas partes, con un espesor siempre menor que un milímetro; y si por la caída se rompen ó por cualquier causa se fraccionan, cuando la temperatura todavía es elevada en su superficie externa, se nota que la interna está helada, lo cual parece lógico si se atiende al frío intenso que debe reinar en los espacios planetarios por donde el bólido marchaba, á la poca conductibilidad de las materias petrosas que lo

constituyen y al corto tiempo que han estado en el seno del medio incandescente. Esta explicación se confirma á la vista de los meteoritos carbonosos que se han podido recoger, pues que conteniendo como contienen materias alterables por el calor, se conservan, no obstante, inalteradas, resultando así evidenciado que no hubo tiempo para que el calor que fundió la superficie penetrase en la masa del proyectil.

Este, como todos los de forma irregular, que en rápido curso se trasladan, horadando el seno de la atmósfera, toma, por estos solos hechos, un movimiento de rotación, y va golpeando al aire, sucesivamente, con todas las diferentes partes de su superficie, comprimiéndolo, calentándolo enormemente y hallándose en las mismas condiciones que si, estando en reposo, se le sometiera al choque y brusco rebote de los gases desprendidos por la combustión instantánea de la pólvora ó de la dinamita en espantosa conflagración. Los granos de pólvora de cañón que de la boca de éste, en ocasiones, se desprenden medio quemados al disparar, y se apagan apenas llegan á ponerse en contacto con el aire, están en circunstancias parecidas, y por ello presentan en su superficie *excavaciones* que en los meteoritos, cualquiera que sea su clase, pero sobre todo en los holsideros, cuya acción química respecto al aire, debida á la naturaleza combustible del hierro en altas

temperaturas, acompaña y refuerza á la acción mecánica producida, constituyen un carácter típico é inconfundible para discernirlos y separarlos de los minerales que á poca profundidad de la superficie terrestre se encuentran y recogen. Semejan dichas cavidades á los hoyos que sobre una pasta blanda se producen, cuando se la comprime con los dedos; se obtienen parecidas y más profundas, sometiendo á la acción de la dinamita pedazos de hierro ó de acero, y se llaman *piesogliptas*, es decir, gravadas por la presión que sufre el bólido al recorrer en la atmósfera su trayectoria.

Decir cuál fué la que siguió aquél antes de fraccionarse, es cuestión difícil, visto el cúmulo de afirmaciones distintas y aun contradictorias, que por diversos conductos hasta nosotros han llegado. Por ello, sólo con la natural reserva, vamos á tratar de determinarla, empezando por consignar que los bólidos, á diferencia de las estrellas errantes, describen generalmente al atravesar la atmósfera, líneas que forman con el horizonte ángulos de pocos grados, y cómo, por lo tanto, cruzan sucesivamente por los céntros de muchas localidades, si el tránsito del que nos ocupa se hubiese verificado en noche serena, no hubieran dejado de fijar su posición respecto á las estrellas, multitud de observadores cuyo testimonio, una vez depurado, serviría sin duda para determinar el rumbo del meteoro. No habiendo ocurrido así

sólo de un modo indirecto podemos indagarlo, y para ello nos fijaremos en que en Sierra Estrella (Portugal) vieron al bólido pasar á las 8 horas 50 minutos de la mañana, poco más ó menos; estalló á unos 11 grados del cénit de Madrid á las 9 horas 29 minutos 30 segundos, y se observó desde Aguilas, provincia de Murcia, hacia las diez de la mañana. Pero es sabido que en un mismo instante cualquiera las horas marcadas por los respectivos relojes en los diferentes lugares del globo, van en valor numérico aumentando de Occidente á Oriente á razón de una hora, minuto ó segundo de tiempo, por cada quince grados, minutos ó segundos del arco ecuatorial que entre sí comprenden los respectivos meridianos, lo cual se explica recordando que el origen del día solar, en su movimiento diurno, camina en apariencia uniformemente de Oriente á Occidente, y se divide en veinticuatro horas el tiempo que emplea en dar una vuelta completa. Por lo tanto, cuando pasa por el meridiano de Madrid ya hace algún tiempo que coincidió con el de Aguilas, y coincide con el del Observatorio de Sierra Estrella algo después de haber culminado para Madrid; luego teniendo en cuenta las diferencias de longitud geográfica de dichos tres puntos, y los datos de tiempo que á ellos se refieren, puede con aproximación deducirse que el bólido corrió desde un cierto punto de la región occidental que limita el meridiano de esta corte, hacia otro lugar de

la oriental. Y aunque la posición de la nube, que aproximadamente acusó el lugar de la esfera celeste donde el bólido se fraccionó, pudiera inclinarnos á admitir que aquél marchaba de S.S.O. á N.E., no nos atrevemos á afirmarlo de un modo categórico, no obstante que desde Córdoba dijeron que lo habían visto correr de Sur á Norte.

No siendo posible hallar con toda precisión la trayectoria, menos podrá determinarse la velocidad, pues para ello hubiera sido necesario fijar, por medio de dos parejas de observaciones, dos puntos de la línea recorrida y contar el tiempo que el móvil empleó en pasar de uno á otro de dichos lugares. Por eso aquí nos limitaremos á consignar: 1.º, que la indicada velocidad estuvo probablemente comprendida entre 16 y 45 kilómetros, según se desprende de lo que en otras ocasiones ha sucedido, siendo apenas 30 los kilómetros que por segundo de tiempo recorre la tierra en su movimiento ánuo; 2.º, que la velocidad que pudo observarse resultó de componer la absoluta ó efectiva del bólido con una igual y contraria á la del globo, pues que juzgarse quieto el habitante de éste, equivale á atribuir á ambos móviles una velocidad igual en magnitud y de signo contrario á la de arrastre de la tierra. Como ésta y el bólido marchaban en direcciones que formaban un ángulo agudo, ya que ambos se dirigían á la región oriental, su suplemento resulta obtuso, y la velocidad apa-

rente ó relativa del proyectil sin duda fué menor que la absoluta, aunque siempre muchísimo mayor que la inicial que llevan las balas arrojadas por los cañones de artillería.

A pesar de todo, no es posible admitir que los bólidos ni aun siquiera las estrellas errantes, más veloces aún, corten, según la poética frase de uno de nuestros más ilustres matemáticos, dramaturgo insigne, las partes más elevadas de la atmósfera, «ni más ni menos que una aguja atraviesa la cáscara de una naranja, entrando por un lado y saliendo por otro sin caer.» Seguramente que cuando esto escribió á vuelapluma, y en el estilo brillante que acostumbra, no calculó la velocidad que sería precisa para que una vez el proyectil dentro de la esfera de acción de la tierra, casi rozando á ésta y disminuyendo por momentos su fuerza, proporcionalmente á la densidad del aire, á la superficie con la cual lo oprime, y al cuadrado de la velocidad que lleva cuando golpea y taladra rapidísimamente la atmósfera, deje de obedecer á quien con una masa inmensamente mayor que la suya y á tan corta distancia imperiosamente lo llama.

Mucho antes de caer, y por efecto de la compresión más que por el rozamiento con el aire, el movimiento del bólido se transforma en calor, y rodeado de un gas incandescente, se quema y se enciende, se funde y volatiliza, llegando en ocasiones, por

la súbita y desigual dilatación, por la expansión de gases ocluidos y, sobre todo, por el enorme choque dado y recibido, á fraccionarse y desmenuzarse. Para formarnos idea siquiera aproximada de cuál sea la resistencia vencida, cuál el trabajo empleado y cuán grande el calor producido, bastará considerar que si una esfera de un metro cuadrado de sección máxima, penetrase en la atmósfera con una velocidad relativa de 30 kilómetros, que no es ni con mucho la mayor que puede suponerse á los bólidos, experimentaría al distar del suelo 37 kilómetros, una resistencia igual á la presión que sobre el objeto que los soporta ejercen 582.000 kilogramos, aumentando, naturalmente, esta presión á medida que la esfera se acercase á la superficie terrestre; que una masa de un kilogramo de peso abandonada á sí misma desde el ecuador de la tierra, llegaría al centro, si la caída pudiera verificarse, con una potencia viva de 6.377398 kilográmetros (1), y, por lo tanto, al chocar en el centro con un obstáculo cualquiera, des-

(1) Conviene distinguir entre la *fuerza* viva mv^2 y la *potencia* viva $\frac{1}{2} mv^2$, que es un trabajo mecánico, y que aplicado á una masa m que cae en el vacío sin velocidad inicial es, en virtud de las relaciones $\frac{p}{g} = m$; y $v = \sqrt{2gh}$, igual al producto del peso p de dicha masa, por la altura h de que cayó.

arrollaría 14.331 calorías, es decir, que podría elevar un grado la temperatura de 14.331 kilogramos de agua.

¿Pero de dónde sale este calor, desarrollado en regiones tan frías y poco densas como son las superiores de la atmósfera? dirán las personas no familiarizadas con la termodinámica. Para tratar de responderles, consideraremos la cuestión desde otro punto de vista que, aunque igual en esencia, se diferencia algo en la forma del que hasta aquí hemos adoptado.

Es verdad que allá, en lo alto, donde el bólido estalló, y aún más en los lugares que antes atravesara, debe reinar un frío intensísimo, como que se calcula que, por lo menos, será de 100 á 200 grados bajo cero pero también es cierto que los físicos, por medios experimentales que no permiten dudar, han descubierto que de cada unidad de calor solar que recibe la atmósfera, los cinco séptimos se emplean en calentarla, y los dos séptimos restantes quedan como energía acumulada, ó según se decía antes, como calórico latente (no sensible al termómetro), habiéndose empleado en el trabajo mecánico de dilatar el aire. Partiendo de este hecho, y de que á 37 kilómetros del suelo el aire tiene ya una densidad 128 veces menor que en éste, el cálculo manifiesta que el potencial calorífico allí acumulado es de 10.000 grados, y á 111 kilómetros de altura, lugar donde el aire es 260.000 veces menos denso, pudiéndose decir que la atmós-

fera sensiblemente ha concluído, son 20.00000 de grados los que por energía acumulada le corresponden. Este calor enorme, se convierte en termométrico, mediante la compresión intensa y rapidísima que ejerce el bólido sobre el aire, quien de esta manera se caldea, y en pocos segundos forma alrededor de aquél una envolvente, cuya altísima temperatura lo funde, vitrifica y ennegrece al exterior.

Es, por lo tanto, muy natural el pensar que los bólidos, desde que penetran en la atmósfera ó poco después, empiezan á quemarse rápidamente, y, por lo tanto, á brillar, dejando tras de sí espléndido rastro ó reguero de partículas luminosas, y así, en efecto, sucede, pues calculada en muchos casos la altura que al punto de aparición correspondió, valiéndose de las observaciones simultáneamente hechas por dos personas que, conociendo la magnitud de la alineación que las separaba, midieron los ángulos que con ella formaban las dos visuales, respectivamente dirigidas al punto luminoso, resultó ser aquélla algo superior á los 60 kilómetros que ordinariamente y con cierta indeterminación los físicos y los astrónomos asignan al espesor de la capa gaseosa que por todas partes envuelve al globo que habitamos; y aunque esta misma circunstancia demuestra que más allá existe aire, debe estar ya tan rarificado, que sólo por el efecto que produce en los bólidos y aún más en las estrellas fugaces, podemos conocerlo.

Por un método semejante al que dejamos indicado, pudo hallarse la altura en que el bólido del día 10 de Febrero último hizo explosión; y si el fenómeno hubiese acontecido por la noche, seguramente no hubieran faltado personas fidedignas que observaran el punto, la estrella ó al menos el lugar de la constelación en que para cada una de ellas se proyectaba al estallar; con lo cual y con la respectiva situación de los observadores, siquiera fueran dos solamente, tendríamos los datos suficientes para calcular con alguna aproximación la incógnita, ya que lo imprevisto del caso no consintiera el empleo de los goniómetros; pero no habiendo sido así, hemos de renunciar á la indagación por este método, y recurrir al que proporciona la cuenta del tiempo transcurrido entre la percepción del resplandor y la del ruido ocasionados por la explosión, aunque resulte mucho menos exacto.

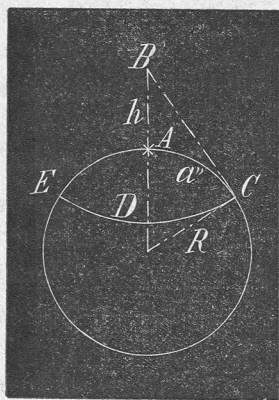
Para ello tendremos en cuenta que la temperatura, no la densidad del aire, es lo que determina la velocidad con que el sonido se propaga, disminuyendo ésta á medida que desciende el calor, de tal manera, que á 16 grados el sonido recorre 340^m,89 por segundo de tiempo; á 10 grados corresponden 337 metros, y solamente 333 á cero grados (1). Como el ter-

(1) Aunque no existe relación conocida ni siquiera presumible entre la aparición de los bólidos y el estado del tiempo, tal vez no estará de más consignar que el día

mómetro señalaba en Madrid $4^{\circ},5$ á las nueve de la mañana del día 10 de Febrero, y la temperatura del aire, por lo menos entre ciertos límites, disminuye un grado por cada 181 metros de elevación, no aventuraremos mucho si afirmamos, que la media entre las temperaturas correspondientes á las diferentes capas atmosféricas comprendidas entre el suelo y el lugar de la explosión era muy inferior á cero grados, y, por lo tanto, la velocidad media del sonido estaba también por bajo de 330 metros; de suerte que, aun aceptando que el tiempo transcurrido entre la percepción del relámpago y la del trueno fuera ochenta segundos (ya hemos dicho que estuvo comprendido entre setenta y cinco y ochenta segundos), tendremos como altura máxima $330^m \times 80 = 26.400$ metros; y si tomamos como buenos los setenta y cinco segundos, todavía no habremos llegado á la mínima, pues que el fenómeno no ocurrió en el cénit de Madrid, de suerte que bien podremos aceptar como valor probable, más bien grande que pequeño, de la altura AB ,

9 de Febrero, á las nueve de la mañana, la altura barométrica, reducida á cero grados y al nivel del mar, era de 777,3 milímetros, y el termómetro centígrado señalaba $2^{\circ},5$ sobre cero; el 10, á la misma hora, las cantidades respectivas eran 772,6 milímetros y $4^{\circ},5$, y al 11 correspondieron 777,1 milímetros y $4^{\circ},9$, reinando el viento E.N.E., apenas perceptible el primero de dichos días; la calma en el segundo, y con pequeña fuerza el N.N.E. en el tercero y estando en todos ellos el cielo despejado.

el $h = 330^m \times 75 = 24.750$ metros; y empleando la fórmula $a'' = 206.265 \sqrt{\frac{2h}{R}}$, que fácilmente se deduce de la figura adjunta, para hallar el arco $AC = a''$, expresión de la distancia entre el círcu-



lo de visibilidad $E D C$ y el pie A de la vertical del punto B en que el bólido estalló, se encuentra $a'' = 5^{\circ},209166\dots = 5^{\circ} 12' 33''$, cantidad que, expresada en leguas de las de 20 al grado, compone $104^{\text{leg.}},183$; pero esas leguas son *menores*, es decir, no contadas sobre el ecuador, y para reducir las á éste ó, como dicen los marinos, para convertirlas en *mayores*, basta multiplicarlas por el coseno de la latitud de Madrid ($\cos. 40^{\circ} 24' 29'',7$), y entonces resultan $79^{\text{leg.}},349$, ó sean $440^{\text{km.}},897$.

Ahora bien: al considerar el cono cuyo eje es la vertical y cuya generatriz se apoya en la tierra, no hemos tenido en cuenta la refracción atmosférica, cuyo coeficiente en invierno es 0,14: habrá, pues, que añadir por esta causa á los $5^{\circ} 12' 33''$ hallados, su producto por 0,14, ó lo que es equivalente, habrá que multiplicar dicha cantidad por 1,14 para tener el arco a_1 que mide la distancia entre A y la circunferencia límite efectivo de la zona, desde la cual fué visible la postrera fase del fenómeno.

Con este elemento, que vale $5^{\circ} 18' 30'',42$, y mediante la fórmula $S = 4 \pi R^2 \times \text{sen}^2 \frac{1}{2} a_1$, en la cual $4 \pi R^2$ es igual á 131.778000 kilómetros cuadrados, podemos buscar el área S de dicha zona, y obtendremos $S = 282.572$ kilómetros cuadrados, que en relación con el área de España, cuyo valor es 494.946 kilómetros cuadrados, demuestra que el fenómeno pudo verse desde los 57 céntimos de nuestro país.

Por otra parte, como el bólido antes de estallar recorrió una cierta porción de su trayectoria dentro ya de la atmósfera, no es chocante que fuera visto desde localidades entre sí tan lejanas, como son Sierra Estrella, Córdoba, La Carolina, Toledo, Madrid, Burgos, Guadalajara, Logroño, Valencia y los Pirineos; en suma, desde toda la península ibérica, excepción hecha de la región N.O.

Por una razón semejante, la superficie en que cayeron los meteoritos no debió ser circular, sino pa-

recida á una elipse poco excéntrica, pues es probable que á la primera ruptura siguiesen otras que se efectuasen en los pedazos resultantes, y ésta es la razón de que al primer estampido originado por la conmoción del aire al estallar el bólido, siguieron otros dos, debidos á la misma causa, pero menos intensos, por obrar aquélla sobre cuerpos de menor volumen, aunque reforzados todos aquéllos por los ecos, compañeros inseparables de la reflexión del sonido allí donde ésta puede ampliamente verificarse. En cuanto al silbido de los meteoritos, oído por los que á corta distancia los vieron caer, y que según nos dicen imitó al producido por una tela que rápidamente se rasga, debe ser causado por la irrupción sucesiva del aire circunvecino, en el vacío, que el meteorito va dejando tras de sí al marchar con movimiento acelerado hacia el punto donde le llama la gravedad.

Estos fenómenos, y el quemarse y pulverizarse la superficie del proyectil, contribuyen á la formación de humo, polvo y gases; á la de vapores, por su parte, coadyuva el aumento que sufre el estado higrométrico del aire, por la dilatación y consiguiente enfriamiento rápido de la porción de atmósfera caliente que circundaba al bólido; y como consecuencia de todo, resulta una especie de nube aborregada cuando los meteoritos son petrosos; opaca y sombría si son holosideros, y que en todas las ocasiones, libre ya del

cuerpo sólido que la engendró, se disipa lentamente y marcha empujada por el viento en dirección que, por lo general, es distinta de la que el bólido llevaba.

De lo dicho se deduce que cuando se hayan multiplicado los estudios acerca del color y de la forma de las nubes á que dan origen tales meteoros, quizás puedan éstos en cada caso concreto, atendiendo solamente á dichas circunstancias, clasificarse *a priori* sin necesidad de analizarlos, por lo menos en lo que á la calidad de las substancias que contengan se refiere.

Veamos ya por qué á veces se rompen y pulverizan.

Golpeando el bólido al aire que se opone á su carrera, con una velocidad tan grande que no permite á éste, ni aun en las capas superiores, transmitir el movimiento á las moléculas circunvecinas, está en caso análogo al de un proyectil que, después de rapidísimo curso, normal y sucesivamente atravesara varias planchas resistentes. La fuerza del choque es comparable, según demuestra el cálculo, á la que desarrolla un kilogramo de dinamita, el cual destroza al explotar, prismas de acero que la presión de un millón de kilogramos apenas llegaría á romper. En circunstancias tales el bólido, como el proyectil, puede romperse, y perdida ya su fuerza motriz ó, mejor dicho, transformada en calor, mediante el trabajo efectuado, deben caer sus pedazos sin velocidad inicial, alcanzando únicamente la que á su altura correspon-

de. Es evidente que cuando por marchar en dirección y sentido armónicos con las de la Tierra, lleve el bólido menor velocidad relativa, el choque será menos violento, pudiendo, por lo tanto, aquél permanecer en ocasiones íntegro, y á ello contribuirán poderosamente su composición química y su densidad; si ésta es grande, como en los holosideros, la ruptura, aunque posible, será más difícil que si se tratase de los sporosideros; por eso los hierros meteóricos recogidos suelen ser de gran tamaño, y de los asideros ó no se encuentran ejemplares ó éstos suelen ser pequeños.

Los carbonosos, por ejemplo, son tan deleznales, que á no ser la costra que formada por el calor les protege, se desmoronarían hasta reducirse á polvo, y así, en efecto, sucede si á su paso encuentran nubes ó siquiera aire, cuyo estado higrométrico se acerque algo á la saturación, siendo de notar que cualquiera que sea la naturaleza del bólido, y especialmente si es carbonoso, va siempre seguido de una ráfaga, primero luminosa, después oscura, indicio claro de la combustión y desintegración de parte de su masa. Debe, pues, existir en la atmósfera y en la superficie terrestre, porción no escasa de polvo cósmico, procedente de los bólidos; y si, como opinan algunos, las estrellas errantes también lo traen, no debemos admirarnos de encontrarlo acumulado por los siglos, en lo alto de los monumen-

tos, en la nieve que corona las montañas más elevadas, en los ventisqueros polares, entre las arenas que cubren las inhabitadas playas de la América, en los dilatados desiertos de Africa, en los escollos del Océano, en las capas geológicas del globo, y, en suma, en todos los lugares que forman ó han formado la superficie del planeta. Allí están por millones de millones mezclados con otras substancias, figurando esferillas huecas, de óxido de hierro, con un apéndice en forma de punta unas veces, de cuello otras, imitando en microscópica escala á esos objetos que en bisutería se llaman lágrimas de Polonia. Allí se las ve tales como Tissandier, Nordenskjold y Daubrée han logrado reproducirlas, quemando en una llama de hidrógeno finas limaduras de hierro, y allí almacenadas por el tiempo y soterradas luego por las dislocaciones y plegaduras geológicas, son testigos mudos, vestigios perdurables del nunca interrumpido tributo que á nuestro globo rinden los espacios planetarios.

Esos espacios son indudablemente el conducto por donde á nosotros llegan los meteoritos; pero en averiguar de dónde partieron, cuál era su anterior morada y en qué condiciones se movían, se cifra y se compendia un problema tan difícil que, para intentar siquiera plantearlo en el estado actual de la ciencia, es preciso remontarse explícita ó implícitamente á los orígenes de la creación. Y como al llegar

aquí toda inteligencia se deslumbra y toda voluntad se estremece, nadie, sin pecar de temerario, puede rotundamente afirmar cosa alguna positiva. Exclusión de hipótesis reconocidamente erróneas ó manifiestamente inverosímiles; sustitución de aquéllas por otras que no presenten tales inconvenientes; aspiración de que las nuevas expliquen mayor número de hechos que las antiguas: he aquí todo cuanto razonablemente podemos intentar; y con hacer un ligero resumen y crítica abreviada de las teorías que más en boga han estado, ó por personas de mayor talla científica han sido sustentadas, sin pretender que ninguna de aquéllas merezca los honores de verdad demostrada, daremos fin y remate á este trabajo.

Hubo un tiempo en que los astrónomos, siguiendo la opinión de Herschel, creyeron en la existencia de volcanes activos en la Luna, fundándose en que durante los eclipses de ella, que, como es sabido, se obscurece sin llegar á desaparecer, los altos picos de sus montañas se tiñen de un rojo vivo como el fuego. A esta opinión contribuyó no poco la forma de las cordilleras lunares, tan desemejantes á las nuestras y en tan gran número existentes, con sus glasis escarpados, sus rodetes circulares, de cuyo centro ordinariamente surge un alto cono con cierta apariencia geométrica tallado; con un aspecto, en suma, que á primera vista se confunde con el de los volcanes terrestres. La Place admitió, como na-

tural consecuencia, que los bólidos no eran otra cosa que materiales arrancados de las entrañas de nuestro satélite y proyectados por las bocas ó cráteres de sus volcanes, con tal fuerza, que, rebasando el punto neutro, es decir, aquel lugar del espacio en que las acciones atractivas de la Luna y de la Tierra se equilibran, se convertían en satélites de ésta, eran por ella fuertemente perturbados, y concluían por caer sobre su superficie, en dirección oblicua respecto al horizonte.

Esta oblicuidad, y la semejanza entre la materia que constituye los meteoritos y la que integra á las rocas eruptivas terrestres, darían á esta hipótesis un marcado carácter de verosimilitud..... si no fuera porque en la Luna no existen volcanes, y menos aún volcanes en actividad. Aquellos circos que las lluvias torrenciales, los vientos impetuosos y los inclementes hielos no han degradado, porque allí no existe atmósfera ni, por consiguiente, agua ni nubes, son sencillamente cráteres de levantamiento, semejantes en su forma y en su origen á los que constituyen en la Tierra los relieves de la Auvernia y la Bohemia. Aquellas cimas, á primera vista incandescentes, lo parecen sin serlo, porque los rayos rojos del espectro son menos refrangibles que el resto de los que, superpuestos, constituyen la luz blanca del Sol, la cual se dispersa al filtrarse por la atmósfera terrestre, y, en consecuencia, dichos