

ses padeció de insomnio absoluto; quedóse con el brazo paralizado (1), y aún hoy se resiente cuando hay mudanza de tiempo.

„El rayo arrebató á un niño de los brazos de su madre, lanzándolo seis pasos más allá: no pudo recobrar el sentido sino cuando lo sacaron al aire libre. Todos los que se hallaban en el templo se quedaron con las piernas paralizadas; las mujeres, despeinadas, ofrecían un aspecto lastimoso. Llenóse la iglesia de una humareda negra y densa, tanto que no se podían distinguir los objetos sino á favor de las llamas de las ropas incendiadas por el rayo.

„Ocho personas quedaron en el sitio. Una joven de diez y nueve años fué transportada sin conocimiento á su casa y expiró á la mañana siguiente, sufriendo dolores horribles á juzgar por sus gritos; de suerte que las personas muertas son nueve y las heridas ochenta y dos.

„El sacerdote que celebraba salió ileso, sin duda porque llevaba una casulla de seda.

„Todos los perros que había en la iglesia quedaron muertos en la misma actitud que tenían al sorprenderles el rayo.

„Una mujer que estaba en una cabaña, en la montaña de Barbin, á poniente de Chateauneuf, vió caer sucesivamente tres masas de fuego que al parecer debían reducir la población á cenizas.

„Créese que el rayo cayó primeramente en la cruz del campanario, pues se la encontró hincada en la hendedura de una roca á 16 metros de distancia. En seguida, la chispa penetró en la iglesia por una grieta que abrió en la bóveda, á medio metro de distancia del agujero por donde pasa la cuerda de una campana. El púlpito quedó hecho trizas. Se encontró en la iglesia una excavación de medio metro de diámetro, prolongada por debajo de los cimientos de la pared hasta el empedrado de la calle, y otra que entraba por debajo de los de una cuadra y en la cual se hallaron muertos cinco carneros y una yegua.

„Cuando el rayo cayó en la iglesia, estaban tocando las campanas.”

La mayor parte de los efectos mecánicos, físicos y fisiológicos del rayo que hemos mencionado anteriormente se hallan reunidos en el notable suceso cuyo relato acaba de leerse. El narrador atribuye á la vestidura aisladora que llevaba el sacerdote celebrante el que éste se librara de figurar en el número de las víctimas; es muy posible que tal sea en efecto la razón de semejante hecho, del mismo modo que el rayo puede caer con preferencia sobre las personas que llevan efectos metálicos, buenos conductores de la electricidad. Pero hay que tener en cuenta que otros casos auténticos parecen contradecir esta clase de suposiciones. Los trajes de materia aisladora no bastan siempre para preservar á los que los llevan, y por otra parte, el rayo suele pasar entre la superficie del cuerpo y los objetos que lo cubren, como si en tan reducida capa de aire, humedecida por la transpiración, hallara camino más fácil. El 20 de marzo de 1784, cayó un rayo en el teatro de Mantua, y mató dos espectadores é hirió diez de los cuatrocientos que había en el local. Entonces se vió un caso sumamente curioso, y fué que

(1) Es curioso ver que el rayo produce en unos casos la parálisis y en otros cura la misma afección. M. Daguin cita los dos casos siguientes: “En 1762, el pastor evangélico Winter, que estaba paralítico hacía un año en Kent, recibió una violenta conmoción causada por un rayo que atravesó la habitación en que se hallaba, y quedó radicalmente curado. En 1819, un vecino de Niort, que padecía un reumatismo agudo en un brazo hacía muchos años, observó que había desaparecido su dolencia como por encanto, después de haber sido derribado por un rayo.”

“la descarga eléctrica fundió pendientes y llaves de reloj, y rajó diamantes, sin lastimar en lo más mínimo á las personas que los llevaban.”

Los casos extraordinarios, singulares, raros que abundan en la historia de los rayos son sin duda de difícil explicación, porque para darla científicamente se necesitaría conocer todas las circunstancias relativas al estado físico del medio ambiente y de los objetos que se encontraran en él, condición siempre imposible de satisfacer; pero ninguno de estos hechos está en positiva contradicción con las propiedades conocidas de la electricidad. Las condiciones del libre paso del fluido por conductores de capacidad suficiente para que se efectúe su salida sin que de ella resulten efectos destructores, y las condiciones opuestas ó sea aquellas en que tropieza con una resistencia peligrosa para los cuerpos interpuestos, son demasiado complejas y variables en la Naturaleza para que se las pueda analizar en todos sus detalles. Así es que la ciencia de la electricidad no se ha constituido procediendo de la observación de los fenómenos eléctricos de la atmósfera á los experimentos de laboratorio, sino que debía seguir la marcha contraria, y ya sabemos que ésta es la que ha seguido en realidad.

IV

FUEGO DE SAN TELMO

Las tormentas propiamente dichas, las tormentas eléctricas, son verdaderos dramas de la atmósfera, que, á lo menos para un mismo lugar, tienen su prólogo, sus actos y entreactos y su desenlace. Aquí no decimos nada de su propagación, pues aunque es asunto de gran importancia meteorológica, huelga en lo que tenemos que manifestar aquí. Lo que debe ocuparnos es la manifestación del fenómeno en tanto cuanto éste revele el estado eléctrico de la atmósfera.

Pues bien, aparte de las tormentas definidas de este modo, la electricidad atmosférica engendra otros fenómenos tan interesantes como el rayo. Los antiguos no dejaron de observarlos. César refiere en sus *Comentarios* que en una noche tempestuosa pareció arder el hierro de las picas de la quinta legión. Séneca, Tito Livio y Plutarco cuentan casos análogos, tenidos á la sazón por prodigios, por presagios de los dioses. Cuando en la punta de una verga ó del mástil de un buque aparecía un penacho luminoso solo, era un signo amenazador; entonces se le daba el nombre de *Helena*. Si se presentaban dos llamas á la vez, presagiaban á los navegantes buen tiempo y feliz viaje; entonces eran los *Dioscuros*, *Cástor y Pólux*, es decir, los dioses tutelares de la navegación. Refiere Plutarco que en el momento en que la escuadra del general lacedemonio Lisandro salió del puerto de Lampsaco para trabar combate con la ateniense, aparecieron en los dos costados de la galera en que iba este general los dos fuegos llamados las estrellas de Cástor y Pólux. La superstición tomó otro rumbo en la Edad media, prolongándose hasta los tiempos modernos; entonces era el cuerpo de un santo, el de San Telmo, rodeado de cirios encendidos, el que hacía su aparición en el buque, presagiando la bonanza.

Esos pálidos fulgores que durante los temporales brotan de las partes salientes de los objetos, y en especial de las metálicas, son análogos á los que Franklin observó por primera vez en el extremo de una punta metálica aproximada á cierta distancia del conductor de una máquina eléctrica. Cítanse muchos y curiosos ejemplos de esta descarga silenciosa de la electricidad atmosférica. Copiemos algunos del *Tratado del rayo*, de Arago.

“El 25 de enero de 1822, M. de Thielaw se encaminaba á Freyberg en ocasión en que nevaba copiosamente, y observó que las puntas de las ramas de todos los árboles despedían resplandores, pareciendo la luz ligeramente azulada.

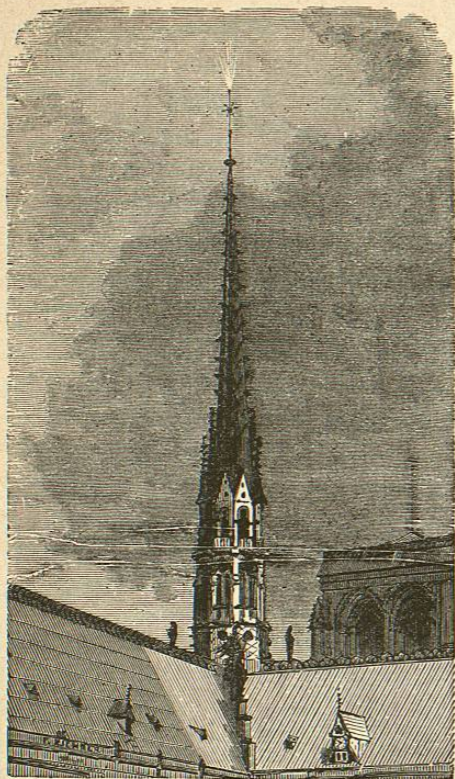


Fig. 283.—Fuego de San Telmo en la punta de la flecha de una torre

„El 14 de enero de 1824, después de una tormenta, M. Maxadorf fijó la vista en un carro de paja que estaba debajo de un negro nubarrón en medio de un campo cerca de Cothen, y observó que todas las pajas se enderezaban y parecían inflamadas, y hasta el látigo del carretero despedía una luz muy viva. Este fenómeno, que duró diez minutos, desapareció al llevarse el viento la nube.

„El 8 de mayo de 1831, después de la puesta del sol, algunos oficiales de artillería y de ingenieros se paseaban con la cabeza descubierta, durante una tormenta, por el terraplén del fuerte de Bab-Azun en Argel. Cada cual, al mirar al que tenía á su lado, observó con asombro que tenía los cabellos erizados y que de sus puntas brotaban resplandores. Cuando dichos oficiales levantaban las manos, también les salían resplandores de las puntas de los dedos.,

Durante algunas tempestades violentas se han visto las gotas de lluvia chispear al tocar en el suelo; la escarcha y los copos de nieve han presentado á veces el mismo fenómeno.

V

EL GRANIZO: DESCRIPCIÓN DEL METEORO

Si no todos los físicos están contestes acerca del origen ó las causas de la formación del granizo, no puede sin embargo negarse que es un meteoro engendrado en las nubes tempestuosas cuando la electricidad de la atmósfera se desarrolla con más fuerza. “Basta observar algunos instantes la marcha de un electrómetro atmosférico al empezar una granizada, dice Arago, para convencerse de que la electricidad cambia entonces con frecuencia, no tan sólo de intensidad, sino también de naturaleza; no siendo raro ver que el fluido pasa del polo positivo al negativo y de éste á aquél hasta diez ó doce veces por minuto.,

Las granizadas más copiosas suelen descargar en primavera y en verano, y las más de las veces de día; sin embargo, no son raras de noche ó al amanecer. El aspecto de las nubes de granizo difiere del de las tempestuosas ordinarias en tener un color ceniciento más marcado, con sus bordes dentellados y su superficie llena de protuberancias irregulares, como si estuviera llena de ampollas. Una circunstancia observada con fre-

cuencia es que estas nubes se amontonan con vientos contrarios que soplan con fuerza de dos puntos opuestos del horizonte. Las nubes de granizo no suelen estar muy altas. “Más de una vez, dice Arago, se han visto nubes que á los pocos momentos debían arrojar torrentes de granizo, cubriendo como un denso velo toda la extensión de un valle, en tanto que las colinas inmediatas disfrutaban á la vez de un cielo puro y de suave temperatura.,

Pocos momentos antes de descargar una granizada, se percibe en las nubes un ruido singular, una especie de crujido, al que se ha comparado con el de una carreta que rueda por un terreno pedregoso, y también con el que produce un saco de nueces al removerlo ó vaciarlo. Este ruido precursor del azote, que los campesinos conocen tan bien como los meteorologistas, es á veces tan intenso que predomina sobre el fragor del trueno. Hallándose Peltier en Ham al acercarse una tormenta, oyó un ruido tan fuerte que se le figuró que un escuadrón de caballería llegaba á galope á la plaza de la población. Pero no era así, pues apenas transcurrieron veinte segundos cuando una espantosa granizada vino á darle la explicación del fenómeno.

No tan sólo se conoce el carácter eminentemente eléctrico de las granizadas en las señales precursoras de éstas, tales como las de que habla Arago, sino también en las múltiples descargas que ocurren en las nubes tormentosas, entre las capas superpuestas impelidas por las corrientes opuestas de que antes hemos tratado. El 7 de mayo de 1865, una granizada devastó el valle del Escalda; el ingeniero M. Lermoyez ha descrito sus peripecias en una nota dirigida á la Academia de Ciencias, en cuya nota se lee lo que sigue: “A las tres asomaron por el Sudoeste densos nubarrones formados de capas superpuestas, y al poco rato retumbó el trueno. Por encima de su masa descollaba un espeso cúmulus de un color blanco lívido, en el cual *chisporroteaban continuamente los relámpagos*; debajo, muchas capas de nubes de oscuras tintas formaban, acercándose al suelo, una ancha base á esta especie de pirámide. El fragor del trueno era incesante, pero sin intensidad ni estruendo; un hormigueo no interrumpido de relámpagos engendraba una especie de decrepitación sin intermitencia, y las explosiones parecían concentrarse en el interior del nubarrón más denso.,

Diez años después otra granizada assolaba el valle del Ródano, y M. Colladon daba los detalles siguientes sobre los fenómenos eléctricos que acompañaron á aquel destructor meteoro. “Estos fenómenos, dice, eran muy notables en las partes centrales de la nube de granizo; fulguraban los relámpagos con tal rapidez desde las doce á la una y minutos de la madrugada, que brillaban por término medio de dos á tres por segundo, ó sea 8,000 á 10,000 por hora..... Antes y después de la granizada se notaron también intensos fenómenos de fosforescencia eléctrica, lo mismo en el suelo que en los animales y en todo objeto saliente; y hasta los granizos eran fosforescentes. Inmediatamente después de la granizada se percibió un olor de ozono muy fuerte, olor que la mayoría de los observadores comparaban con el de ajo. Cayeron muy pocos rayos, pues las continuas descargas eléctricas eran de una nube superior á otras inmediatamente inferiores, de las cuales caía el granizo, oyéndose también muy pocos truenos.,

Tales son los principales caracteres del meteoro en su conjunto; réstanos ahora describir los elementos de la granizada ó sean los *granizos*, que varían de forma, tamaño y estructura de una tormenta á otra, pero que en un mismo chubasco suelen ser de figura parecida.

Consideremos ante todo la granizada en la materia misma que la constituye, en los granos congelados, de formas y dimensiones varias y cuya caída en el suelo caracteriza

esencialmente al fenómeno. A veces se confunde el verdadero granizo con otro más menudo y duro llamado *gresil*; sin embargo, entre estos dos productos acuosos y sólidos que nos envía la atmósfera, media la diferencia de que el segundo cae en primavera, en la época de los chubascos, y que las borrascas de que procede rara vez tienen el carácter eléctrico de las tormentas de granizo. Además, aparte de su pequeñez relativa, los granos de *gresil* son opacos, de un blanco mate que los hace parecer como si estuviesen espolvoreados de harina, y por último, su forma es más bien poliédrica ó piramidal que esférica.

La estructura de los granizos difiere notablemente de la de los granos de *gresil*. Su semejanza consiste en que en el centro del granizo hay casi siempre una parte opaca, que parece formada por una bolita de nieve, en una palabra, por un grano de *gresil*. Pero este núcleo esponjoso está rodeado de una serie de capas de hielo transparente, las cuales son á veces alternativamente diáfanas y opacas. Véase cómo describe M. Colladon los granizos que recogió cuando la granizada del 7 de julio de 1875.

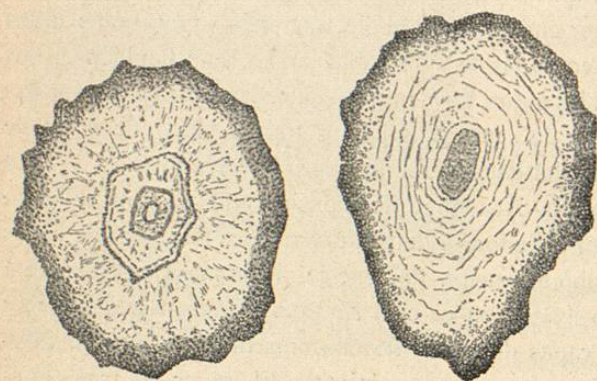


Fig. 284.—Estructura interior de los granizos

no medio 6 ú 8 de éstas, siendo las dos últimas mucho más espesas, y la última opaca y llena de protuberancias. Los granizos más gruesos eran aplanados en su mayor parte. En muchos puntos se les ha comparado á gajos de limón, y estos granizos planos debían proceder sin duda alguna de otros más grandes rotos.,

Por este ejemplo se ve las dimensiones y el peso que á veces tienen los granizos. Podrían citarse otros muchos, procedentes de testigos dignos de crédito, y acostumbrados, como el físico que acabamos de nombrar, á hacer observaciones con exactitud y precisión. Por ejemplo, el 29 de abril de 1697 cayeron en el Flintshire granizos cuyo peso valuó Halley en 150 gramos. Parent, de la Academia de Ciencias, vió caer en mayo de 1703, en la Perche, algunos granizos tamaños como puños. Volta asegura que en una tormenta que estalló en Como y sus alrededores, en agosto de 1787, cayeron granizos tan grandes como huevos de gallina, que pesaban hasta 280 gramos.

Y ahora, ¿será cierto que en una granizada que en 1829 causó grandes estragos en Cazorla, España, se recogieron granizos de 2 kilogramos? ¿Debemos dar crédito al relato del misionero Hué que afirma haber visto caer en Mongolia granizos de 6 kilogramos? ¿Es, por último, verosímil que en 1843 cayera en un campo un pedazo de hielo más grande que una piedra de molino, que lo rompieron á hachazos, y que á pesar de estar en lo más fuerte del verano, tardó tres días en derretirse del todo?

No es imposible que se hayan visto semejantes masas después de una granizada; pero lo que se tomó por granizos aislados probablemente no sería otra cosa sino la

aglomeración de una multitud de ellos soldados entre sí después de caer. Citemos algunos ejemplos que autorizan esta interpretación. "El 11 de julio de 1753, dice Arago, M. Montignol recogió en Toul granizos en forma de poliedros regulares de tres pulgadas (8 centímetros) de diámetro en todos sentidos. Estos grandes granizos estaban formados por la reunión de otros más pequeños que se habían pegado unos á otros antes de caer al suelo., M. Lermoyez, á quien hemos citado con motivo de la granizada del 7 de mayo de 1865, se expresa como sigue acerca de las dimensiones de los grani-

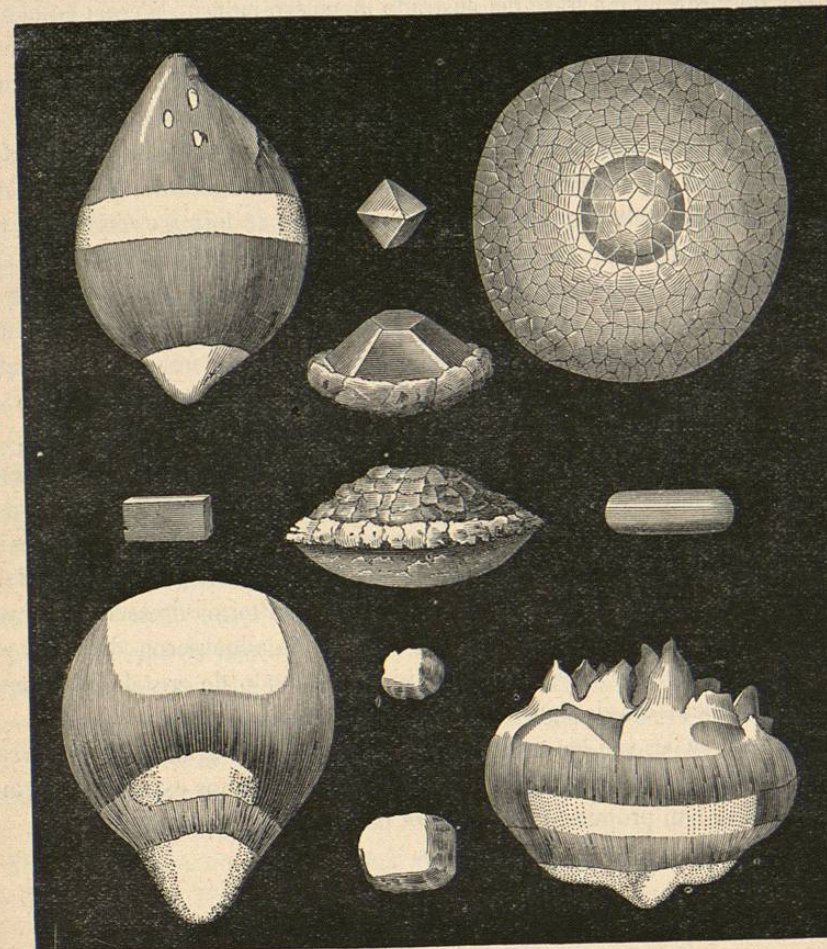


Fig. 285.—Diferentes formas del granizo

zos: "En Vendhuile tenían el tamaño de una bala de fusil; más allá, en Catelet, eran como huevos de paloma y hasta de gallina, pero examinándolos con atención, se echaba de ver que no eran más que una aglomeración de granizos pequeños fáciles de distinguir., Hasta aquí sólo se trata de granos cuya soldadura se efectuó sin duda antes de su caída; mas prosigamos: "Lo más extraordinario está en la incalculable cantidad de granizo que cayó en Vendhuile y en Catelet. Un pequeño contrafoso del canal de San Quintín que sirve para la desecación de 500 hectáreas de tierra, se llenó en tales términos de agua y de granizo que las oleadas saltaron por encima de los altos caballetes del canal, arrastrando un montón de 800 hectólitos de carbón, con el cual se precipitó en el lecho del canal navegable, obstruyéndolo enteramente. Al día siguiente vi que este depósito de granizo, que se extendía en una longitud de 462 metros por una an-

chura de 20, tenía en ciertos puntos más de 5 metros de altura, formando así un volumen de más de 40,000 metros cúbicos tan compacto que, aunque el nivel del agua de la parte superior del canal era 60 centímetros más alto que el de la inferior, no bajó un milímetro en veinticuatro horas. Aquel depósito era un verdadero glaciar por el cual se podía andar sin riesgo alguno. Cuando logré abrir una zanja para establecer cauces que se lo llevaran, se desprendía en *masas considerables que flotaban en el agua como bancos de hielo.*

Creemos que esta última trase del ilustrado ingeniero inducirá á creer en el granizo caído en Mongolia, del tamaño de una muela de molino, según el P. Hué, siquiera con la restricción de la hipótesis de una aglomeración de granizos sobrevenida después de la caída.

Digamos ahora una palabra acerca de la forma y estructura de los granizos. Hemos visto ya que algunos son como pirámides de base curva ó de sector esférico; pero ¿no serán fragmentos de granizos que primitivamente fueron de forma esférica? Así parece comprobarlo una observación del ingeniero geógrafo Delcrós. En julio de 1819, recogió éste "muchos granizos enteros en los cuales se notaba un núcleo esférico de un color blanco bastante opaco, que presentaba indicios de capas concéntricas y una envoltura de hielo compacto, que radiaba del centro á la circunferencia y terminaba exteriormente en doce grandes pirámides entre las cuales había intercaladas otras más pequeñas. Todo ello formaba una masa esférica de 9 centímetros de diámetro."

Otra forma curiosa del granizo es la de masa redondeada, toscamente esferoidal, pero rodeada de asperezas ó puntas que dan á los granizos el aspecto de guijarros espinosos. La terrible granizada que asoló gran parte de Francia y de los Países Bajos el 13 de julio de 1788, lanzó granos de esta forma tan singular, prolongada y llena de puntas. Se han visto granizos que tenían primeramente la forma de sectores piramidales de seis caras, mas al cambiar el viento de dirección la adquirieron de lentes planoconvexas, tan transparentes y regulares que servían á modo de cristales de aumento, aumentando los objetos sin desfigurarlos.

Dejamos dicho cuáles son los caracteres principales de las granizadas y descrito el aspecto del fenómeno en su conjunto y en sus detalles. Réstanos exponer las principales hipótesis que se han propuesto hasta ahora para explicar los hechos.

VI

TEORÍA DEL GRANIZO

¿Hay alguna teoría del granizo, basada en el análisis de los hechos, de acuerdo con los principios de la física, en una palabra, capaz de explicar todas las circunstancias características del meteoro como la teoría del rocío, esa obra maestra de Wells? Tal es la cuestión que nos queda por examinar.

No cabe negar que Volta fué el primero que trató de resolver el problema en toda su complejidad; sin embargo, las tentativas hechas anteriormente para averiguar en qué consistía el fenómeno, aunque muy incompletas, no dejan de ofrecer interés, porque se advierte en ellas el germen de muchas ideas adoptadas por los meteorologistas de este siglo. Citemos algunas de las principales.

Musschenbroek atribuía la formación del granizo á las *partículas congelantes*, que, difundidas en el aire en ciertas circunstancias, hielan las gotas de lluvia. ¿Qué partículas

congelantes son esas, y en qué circunstancias flotan en la atmósfera? El físico mencionado no lo dice: quizás sacara esta opinión del *Tratado de los meteoros* de Descartes. Este gran filósofo, tan poco inclinado al sostener sus teorías científicas á apelar á la observación, á basarse en ella, ha ideado una forma de nubes, cuya existencia no había comprobado prácticamente, para explicar el granizo. Supuso que "las nubes en que éste se forma se componen de menudísimas partículas de nieve ó de hielo, que se funden á medias y se juntan, sobreviniendo un viento frío que acaba de helarlas; otras veces la nieve se derrite totalmente, y entonces el viento debe ser muy frío para convertir estas gotas de agua en granizo."

De Ratte, reproduciendo esta hipótesis de Descartes en la *Enciclopedia*, la declara insostenible en su totalidad, fundándose en la razón siguiente: "Nadie ignora hoy que las nubes no son montones de témpanos, sino brumas semejantes á las que con tanta frecuencia vemos levantarse y extenderse por la superficie de la Tierra." Pero las ascensiones aerostáticas han dado la razón á Descartes, no por su teoría del granizo, insuficiente á todas luces, sino por el hecho de haber, aun en medio del verano, nubes formadas de partículas de hielo. Lo más curioso del caso es que lo único que subsiste hoy de esta hipótesis es precisamente lo que se negaba el siglo pasado. Finalmente, debemos añadir que la teoría de Descartes es la que sirve en la actualidad para explicar la formación del *gresil*.

La principal dificultad para los físicos del siglo anterior estaba en comprender cómo podía sobrevenir en verano, y á una altura relativamente escasa como es la de las nubes tormentosas, un frío bastante intenso para congelar masas de agua tan considerables como la de los granizos voluminosos. Descartes había supuesto que soplaban un viento frío, pero sin indicar su origen. Tampoco era admisible la explicación de Hamberger, según el cual, "cuando la parte superior de una nube está directamente opuesta á los rayos del sol y la inferior á la sombra, ésta se enfría hasta el extremo de que todas las gotas de agua que la componen y las que las suceden se convierten en hielo." Mairán hace intervenir la evaporación, que, según veremos, entra por mucho en la teoría de Volta. El autor de una Memoria premiada en 1752 por la Academia de Burdeos recurre, para explicar la congelación de los granizos, al frío que resulta de la mezcla de ciertas sustancias químicas.

"El granizo, en su concepto, es una mezcla de agua helada, de sal volátil, de sal concreta y de azufre. Es el resultado de una congelación artificial parecida á la que todos los días hacemos valiéndonos de las sales." De Ratte, que advierte en la disertación de este autor "ideas muy ingeniosas," admite tan rara hipótesis, añadiéndole el efecto de la evaporación, que no confunde con el de un viento frío; luego explica detenidamente la influencia de las exhalaciones atmosféricas en la formación de los granizos y en el desarrollo de la electricidad.

Todas estas conjeturas son hoy anticuadas y ni siquiera merecen el nombre de teorías; verdad es que entonces era imposible formular una digna de tal nombre, porque se carecía de observaciones exactas.

Hemos dicho ya que es preciso remontarse á Volta para tener una teoría del granizo fundada en observaciones exactas y basada en razones verdaderamente científicas. Tal como la formuló aquel gran físico, dista mucho de estar á cubierto de toda clase de objeciones, pero forma un todo que se encadena, y cuenta todavía con partidarios, que se creen autorizados á persistir en sus ideas, tanto más cuanto que hasta ahora no se ha propuesto para reemplazarla ninguna teoría tan completa ni tan bien combinada.