## Granizo y piedra

## Augusto Arcimis

Artículo publicado en el nº 45 (Año XLIII) de la revista semanal La Ilustración Española y Americana, el 8 de diciembre de 1899

Del terrible pedrisco que descargó sobre Madrid en la tarde del viernes 9 de Junio, apenas se tuvo noticia en el Instituto Central Meteorológico, instalado en el fondo del Parque del Retiro, pues hasta él no llegaron los estragos del meteoro; ni del aspecto del cielo durante el día, ni del examen asiduo de los instrumentos, se pudo deducir que en breve tiempo se formase y desarrollase tan destructor fenómeno. Es muy sensible el atraso en que se encuentra la Meteorología respecto de otras muchas ciencias, puesto que no sólo no es capaz de predecir la presentación de un meteoro tan importante, que puede arruinar una comarca entera, destruyendo los frutos, matando animales y aún seres humanos, sino que no sabe tampoco explicarlo; ni sabe cómo se forma, ni por qué, ni casi dónde, pues hasta se ignora si es en las regiones medias ó en las altas de la atmósfera donde el fenómeno cuaja.

En vista de esta ignorancia de la ciencia, no es extraño que haya charlatanes que pretendan anunciar con cuanta anticipación se desee la llegada de los pedriscos y las zonas á que alcanzarán: en afirmar esto no arriesgan nada, ni nadie ha de perseguirles cuando se equivoquen. Lo que sí llama la atención es que existan personas que entreguen su dinero al azar del pedrisco: no hablamos de los agricultores, pues éstos están forzados á sembrar siempre, sino de las compañías de seguros contra el granizo. Las cuáles, sin meterse en muchos estudios, podrían asegurar las cosechas de un modo análogo á cómo se aseguran los buques, esto es, á ciegas, en cuanto á los riesgos del mar, puesto que se ignora qué magnitud alcanzarán éstos y a qué grado llegarán la vigilancia, el saber y la energía del capitán de la nave y de sus subordinados: este procedimiento se comprende fácilmente. Pero lo extraordinario es que, á pesar de toda la diligencia de los meteorologistas, no les ha sido dable descubrir cómo en Inglaterra, por ejemplo, de dos heredades separadas por un paso ó sendero, paga la una doble seguro que la otra, como si estuviera expuesta a recibir doble número de granizadas, ó el mismo número, pero de granizos de doble tamaño. Lo que no saben los meteorologistas, afectan saberlo los aseguradores.

Algunos días antes del 9 vagaban por Castilla y otras regiones de la Península varios mínimos barométricos de carácter térmico, esto es, de esos que parecen producidos por el caldeo excesivo de las capas atmosféricas más bajas y en contacto con el suelo, á diferencia de los mínimos ó depresiones oceánicas de larga duración y trayectoria bastante bien definida y determinada. Eran de muy poca importancia, y el núcleo principal de las bajas presiones se hallaba al sudoeste de la Península, frente a las costas occidentales de Marruecos, causando en el Estrecho Levante duro y aun atemporalado, que produjo algunos siniestros en los mares y bahías adyacentes, como las de Cádiz y Algeciras. El jueves 8 se acentuó más el carácter de las depresiones de Castilla la Vieja, cerrándose las isobaras, que hasta entonces sólo habían formado bucles, y sosteniéndose la temperatura elevada; también por la región de levante apareció otro mínimo secundario. Las presiones eran relativamente débiles y en muy poco inferiores á la normal, condiciones favorables para el amplio desarrollo del régimen tormentoso que anteriormente existía; el viernes 9 por la mañana ya había penetrado en la Península el mínimo principal del sudoeste, y subsistían los secundarios

de Castilla, levante y mediodía de Francia. Durante el día se vieron varios chubascos que descargaban en el horizonte de Madrid; en las primeras horas de la tarde, el aspecto del cielo por el noroeste era característico de tormenta: nubes foscas, apizarradas, de bordes cobrizos, al parecer estacionarias, pero mostrando, si se las observaba con atención, un trabajo interno considerable. Poco después de las 5<sup>h</sup> p. m. empezó a llover, y á las 5<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> cayeron algunos granizos, gruesos como almendras, con mucha mayor cantidad de granizo menudo. El viento, que soplaba del est-sudeste, roló al sur, al sudoeste, al oeste y al noroeste, pues el fenómeno vino acompañado de manifestaciones eléctricas, aunque poco aparatosas. La nube provenía del noroeste. El agua recogida, procedente de la lluvia y de la fusión de los escasos granizos midió 9 décimas de milímetro. Mientras tanto caía sobre la población el horroroso pedrisco de que han dado cuenta los periódicos y de que ha tratado ya LA ILUSTRACIÓN, publicando además unas interesantes fotografías ejecutadas con sumo acierto y oportunidad por el Sr. Conde del Valle, las cuales dan testimonio eficaz y duradero de la gravedad é importancia del meteoro en uno de los sitios más castigados de Madrid. En esas fotografías se ve que el espesor de la capa de granizos acumulados en la plaza de Colón medía tal vez 60 centímetros, puesto que llegó hasta los cubos de las ruedas de un coche. Se ha dicho que alguna de las piedras pesaba 300 gramos; no es imposible, pero parece más verosímil que no se tratase de un solo cristal, sino de varios reunidos y apelmazados.

Pedriscos de esta importancia no son demasiado frecuentes; pero, por desgracia, tampoco constituyen una rareza, y las crónicas y registros meteorológicos contienen numerosas narraciones de fenómenos semejantes. El famoso físico inglés Hook relata la caída de uno de estos pedriscos en Mayo de 1680 en Londres, y analiza la estructura de las piedras, que medían hasta tres pulgadas de circunferencia; al romperlas observó que se componían de esferas de hielo superpuestas, transparentes las unas, y blancas ú opacas las otras; en varias se encontraba en su centro el núcleo blanco, y en otras muchas en un extremo; presentaban agujitas de hielo que irradiaban de la mancha blanca, y ofrecían pequeñas desemejanzas de estructura.

Howard, el famoso Lucas Howard, autor de la primera clasificación de nubes, que, aunque modificada, es la que todavía se usa, describe en su *Climate of London* un pedrisco que descargó sobre Gloucester en la noche del 15 de julio de 1808; dice que el nombre de pedrisco (*hail shower*) tal vez no debiera emplearse, pues las masas de hielo que cayeron en lo más violento de la tormenta no presentaban la menor semejanza con los granizos ó piedras que conocemos, ni en magnitud, ni en estructura, siendo muchas de ellas de forma irregular, anchas y planas; medían de tres á nueve pulgadas de circunferencia. Parecían fragmentos de una placa grande de hielo que se hubiera roto en pedazos pequeños en su descenso hacia la Tierra.

La velocidad de las piedras es á veces comparable á la de los proyectiles de guerra. En una granizada que descargó en Inglaterra en 1809, las piedras medían más de una pulgada de diámetro, y salían de la nube casi horizontalmente, y con tal fuerza, que hacían en los cristales de las ventanas agujeros como las balas.

En Mayo de 1828 se recogieron en el departamento de Gard, en Francia, durante una tormenta, granizos ó piedras grandes como el puño, y que pesaban más de 150 gramos; por el exterior eran transparentes y presentaban un núcleo blanco de 2 centímetros de diámetro, con capas concéntricas, alternativamente transparentes y opacas. Al caer en el suelo *botaban* hasta una altura de *tres ó cuatro metros*; á la nube acompañaba un ruido muy intenso, pero no por cierto terrorífico, puesto que el observador lo compara con el que produciría un inmenso saco de nueces, comparación muy usada también por los autores ingleses.

En una comarca de Inglaterra descargó en Octubre de 1890 un pedrisco formidable; las piedras eran como huevos de ánsar, pesando algunas 240 gramos, é hincándose en el suelo hasta la profundidad de 11 centímetros; el espesor de la capa de granizo en medio del campo era de 23 centímetros.

Durante otra granizada, en Inglaterra, asimismo se recogieron piedras que pesaron más de una libra (454 gramos).

En la India midió una piedra, caída durante un terrible pedrisco que causó numerosas muertes de personas y animales, más de 12 pulgadas de circunferencia (30 centímetros).

En Natal (África meridional) se registró una tormenta, débil en cuanto á sus manifestaciones eléctricas, pero no en lo relativo á la importancia del pedrisco, pues algunas piedras pesaron más de 700 gramos, *perforando las cubiertas de hierro ondulado* de los tinglados y cobertizos como si fueran papel.

En la Nueva Gales del Sur se han recogido piedras que medían 14 pulgadas de circunferencia (36 centímetros).

Granizar, graniza en casi todas las comarcas de la Tierra, excepto en las polares, aunque más frecuentemente en las zonas templadas que en la tórrida; en las Antillas graniza pocas veces, pero el fenómeno presenta cierta regularidad; de los trabajos de Poey se deduce que es más común en Marzo, y que va disminuyendo paulatinamente en los meses de Abril, Agosto, Mayo y Junio. También cae á casi todas las altitudes, pues se han reunido observaciones numerosas de granizadas ocurridas en el Monte Blanco, en el Rosa, en el Cotopaxi (4.600 metros), en el Antisana (5.800 metros), etc.

Las manifestaciones eléctricas que acompañan á las granizadas y pedriscos ofrecen particularidades muy notables y grandes diferencias entre las observaciones. El fuego de San Telmo se nota con mucha frecuencia, naturalmente, en las granizadas que ocurren por la noche, ó cuando la obscuridad producida por la nube es tan intensa que permite que la tenue *llama* sea visible. En el Observatorio de Ben Nevis (Escocia), sólo en 1888, se observó el fuego de San Telmo quince veces en otras tantas granizadas, siempre por la noche.

En cierta ocasión pudo un observador estudiar la marcha que seguía una de estas *llamas*, que apareció en el tope de un palo de á bordo, poco después de empezar la granizada; á medida que la nube caminaba, cambiaba la dirección de la *llama*, que constantemente se dirigía hacia la nube, alcanzando una longitud de un metro cuando ésta pasó por encima del mastelero; el fenómeno duró cerca de cuatro minutos.

Entre los físicos es general la creencia de que las nubes de donde procede el granizo están poderosamente electrizadas. Esta era la opinión de Saussure y Arago. Los famosos geólogos Beaumont y Beudant, al describir una tormenta que presenciaron en Mayo de 1838, dicen que á cada estampido de trueno correspondía una recrudescencia en la granizada.

Los capitanes Peytier y Hossard se vieron envueltos en una tormenta á la altura de 2.500 metros en los Pirineos; sus cabellos se erizaron y de sus cuerpos salía un ruido como el zumbido de las abejas.

Conocidísimo es el pasaje de César en su libro *De Bello Africano*, cuando relata que, siendo la segunda guardia de la noche, en el mes de Febrero, repentinamente se levantó una espesa nube, seguida de una fuerte granizada; y que, en la misma noche, las puntas de las lanzas de la quinta legión aparecían inflamadas.

Estando Saussure en la cima del Surley (3.000 metros), sufrió una intensa y dolorosa descarga eléctrica, por espacio de cuatro ó cinco minutos, parecida al fuego de San Telmo, después de una fuerte granizada. El mismo observador fué testigo de un

fenómeno análogo años más tarde, a 5.000 metros de altitud, en Nevada de Toluco, en Méjico.

Hallándose en el desfiladero de la Jungfrau varios alpinistas, fueron sorprendidos por una tormenta; inmediatamente después de un estampido tremendo y de un espeso pedrisco, oyeron el silbido particular que acusaba la corriente eléctrica al escaparse de las hachuelas, palos y manos, produciendo la nieve que principió á caer á poco un ruido semejante al de la granizada anterior.

Las teorías emitidas para explicar la formación del granizo son numerosas, y la que ha prevalecido durante mucho tiempo es la de Volta, hoy insostenible por los progresos realizados en la ciencia. Suponía este ilustre físico que el frío necesario para congelar el agua que en forma de gotas contiene la atmósfera se debe á una fuerte evaporación producida por la acción del Sol sobre la cara superior de la nube, siendo tanto más rápida aquélla cuanto más rarificado y electrizado esté el aire encima de la nube, pues se admitía que la electricidad favorecía la rapidez de la evaporación; al evaporarse parte de la nube enfriaba el resto, hasta tal punto que se congelaba, y de esta suerte se formaba el núcleo de los granizos. Pero como quiera que era menester explicar la formación de las diversas capas de hielo alternativamente opacas y claras que rodean al núcleo, y este fenómeno no podía verificarse en el corto espacio de tiempo que invierten los granizos en caer de la nube al suelo, se supuso que la electricidad los tenía en suspensión en el aire hasta que adquirían un determinado peso y volumen. De esta suerte, las partículas de hielo originadas por la rápida evaporación de la región superior de la nube poderosamente electrificada caían por su propio peso, y al llegar á la región inferior eran repelidas hacia arriba, volvían á bajar y de nuevo subían, y durante estas oscilaciones el vapor de agua se solidificaba inmediatamente en su superficie, formando las capas de hielo concéntricas, hasta que el peso de los granizos superaba á la fuerza eléctrica que los sostenía, cavendo entonces en la tierra.

Poco después modificó Volta su teoría, haciendo que el fenómeno se desarrollase entre dos nubes próximas, una debajo de la otra, y cargadas de electricidad de signos diferentes; así se explica con más naturalidad la diferencia de temperatura de las nubes por hallarse á distinto nivel: se aumenta la distancia que recorren los granizos y la velocidad de su movimiento; también se explica asimismo el ruido que precede á las granizadas, el cual se atribuye, no sólo al choque de los granizos entre sí, sino también al fuerte viento que, por lo común, se desarrolla durante la primera fase del fenómeno, ruido que Peltier compara al que produce un rebaño de carneros caminando por un pedregal, Kaemtz al de un manojo de llaves agitado fuertemente, y Daniell al de un saco de nueces que se vacía, no faltando quien lo atribuye á las vibraciones que imprimen al aire los mismos granizos ó piedras en sus rápidos movimientos de un lado para otro.

A fin de que los granizos pudieran oscilar entre las dos nubes, inferior y superior, como pretendía Volta, era menester que las superficies de éstas fueran sólidas, como ocurre en el aparato de física que se ve en todos los gabinetes, ideado por el sabio ilustre para demostrar su hipótesis. Y es difícil de comprender cómo dos nubes cargadas de electricidad de signo contrario no se neutralizan, enlazadas como están por corrientes de vapor de agua, que es un buen conductor. Por otra parte, si los pequeñísimos copos de nieve que constituyen el núcleo de los granizos se forman en la zona superior de la nube baja y hacen un todo con ella, ¿cómo pueden ser atraídos y separados quedando entera la nube? Si al final llegan á la nube superior, no podrán desprenderse de ella sino por su propio peso, y al entrar nuevamente en la nube baja desaparecerá su potencial eléctrico, que se confundirá con el de la superficie húmeda de la nube. Estos fenómenos, además, sólo podían ocurrir de día, puesto que hace falta la fuerza calorífica del Sol para provocar la evaporación de la parte más alta de la nube, y, como sabemos, las

granizadas ocurren también por la noche. No es cierto tampoco que el Sol favorezca la evaporación, sino que también eleva la temperatura de la nube, y se opone, por lo tanto, á la producción del grado de frío que exige la teoría.

La de Volta se admitió al principio, gracias al nombre de su autor principalmente, sin gran dificultad; pero poco á poco se le fueron presentando objeciones, que en cierto modo resumió Peltier, quien pretendía que sus hipótesis se basaban en hechos, y las de Volta en suposiciones, si bien las ideas de ambos físicos presentan gran semejanza.

Según Peltier, cuando dos nubes cargadas de electricidades opuestas se aproximan, no se verifica la descarga bruscamente, sino que se efectúa un cambio de electricidad entre las nubes superpuestas, lo que favorece la evaporación de las gotas de agua que las componen, produciéndose, como en todos los casos semejantes, un descenso de temperatura, cuya rapidez es proporcional á la tensión eléctrica de los dos nubes; si la temperatura de éstas fuese considerable, el efecto de la evaporación sería casi nulo y nada ocurriría; pero si, por el contrario, en una de ellas el grado de calor fuese tan bajo que se hallase cerca del punto de congelación, ó menos aún, algunas partículas de agua no vaporizada que quedasen en la nube se convertirían en copos de nieve, sirviendo de núcleo á los granizos. Los copos se cubrirían rápidamente de agua condensada, la cual, al helarse, se convertiría en hielo transparente; al caer los glóbulos, por la fuerza de la gravedad, de la nube superior á la inferior, vuelven á mojarse, y atraídos por la primera nube cambian de signo eléctrico; su temperatura desciende por irradiación y evaporación, adquiriendo de esta suerte una nueva envoltura de humedad, que á su vez se hiela; y continuando estos viajes de una nube á la otra, por una serie de oscilaciones van aumentando de volumen los granizos, hasta que su excesivo peso supera á la fuerza eléctrica de atracción, cayendo entonces al suelo. Como se ve, la diferencia entre las dos teorías, de Volta y de Peltier, es bien pequeña.

Cuando los meteorologistas se dedicaron á estudiar con mayor atención los fenómenos que presentan los ciclones y tornados, la teoría eléctrica de la formación de los granizos decayó grandemente en cuanto á la relación de causa y efecto; no se niegan que no puedan existir, durante las granizadas, varias capas de nubes superpuestas cargadas de electricidad de nombre contrario, pero se busca la explicación del meteoro más bien en las corrientes de aire y en las grandes diferencias de temperatura de dos estratos atmosféricos adyacentes, que en las atracciones y repulsiones eléctricas que experimenten los granizos. Uno de los primeros en admitir esta hipótesis fue Kaemtz, quien suponía que las partículas acuosas se solidificaban en las regiones superiores de la atmósfera, donde reina una temperatura en extremo baja; las exploraciones modernas efectuadas por medio de los globos libres, llamados por los franceses globos sondas, han demostrado que á una altitud poco superior á aquella en que se forman las nubes de granizo, la temperatura es de muchos grados inferior á cero. El segundo, Herschell, también creía que la rápida introducción de una corriente de aire muy frío en el seno de una masa en reposo saturada de agua era lo que daba lugar á la formación del granizo; pero por esta sola acción no se conseguía explicar la contextura en capas concéntricas, alternativamente claras y opacas, de las piedras ó granizos gruesos. Para ello era menester que la piedra en formación pasase rápidamente de un medio muy frío á otro muy húmedo y más caliente. Este punto lo resolvió Olmsted suponiendo que la masa de aire giraba alrededor de un eje de movimiento inclinado, de manera que por la rarefacción que así se producía podía ser atraído el aire frío de arriba y el húmedo de abajo.

Algunas observaciones efectuadas en diversas regiones de Europa y América, en tierra y en el mar, no dejan de prestar apoyo á esta manera de ver; sólo debido al movimiento vorticoso de un tornado, tromba ó ciclón, pueden sostenerse en el aire

pedazos de hielo de 500 gramos y más, y de 4 y 6 centímetros de diámetro; se ha notado también muchas veces que los granizos caen con una dirección muy oblicua, casi horizontal, y con una fuerza de penetración que la de la gravedad sólo no explica.

También se ha notado con frecuencia que la temperatura baja considerablemente durante las granizadas, y en el centro mismo de los ciclones se ha recogido lluvia en extremo fría; todo lo cual indica el descenso de una masa de aire procedente de las regiones elevadas de la atmósfera.

Otro indicio, ya que no prueba, del carácter ciclónico de las granizadas nos lo suministra la escasa anchura de la zona que recorren, en comparación de su longitud. El ejemplo más notable que se puede presentar en demostración de esta hipótesis, es el que ofrece la famosa tormenta que se desarrolló en Francia el 13 de Julio de 1788, descrita en tantos libros. Empezó en el Mediodía, y en pocas horas se extendió por todo el reino y llegó hasta Holanda; caminaba en dos zonas paralelas, del sudoeste al nordeste, una de 175 leguas de largo, y la otra de 200; la anchura de la zona occidental era de cuatro leguas, y la de la otra no pasaba de dos, hallándose separadas por un espacio de cinco leguas, donde en vez de granizo cayó una fuerte lluvia. La obscuridad fue grandísima, y la velocidad de traslación del meteoro llegó a 16,5 leguas por hora.

La teoría eléctrica de la formación del granizo, aunque defendida todavía por algunos meteorologistas, pierde continuamente terreno y tiende á ser sustituida por la de los movimientos vorticosos del aire; Ferrel estudio estos fenómenos hace cerca de veinte años, y sus trabajos han servido de base á las concepciones modernas. En éstas, según hemos dicho ya, entran como principales elementos las corrientes ascendentes y descendentes del aire, las grandes diferencias de temperatura que existen entre los diversos estratos de la nube, y el estado de superfusión de las gotas de agua que la constituyen. Las manifestaciones eléctricas desempeñan un papel pasivo ó en extremo secundario y concomitante.

Ferrel admite, apoyándose en un ejemplo, que la capa atmosférica á 0 grados de temperatura se halla situada á unos 6.500 metros encima de la base de la nube, y que un movimiento vorticoso de aire, tan rápido como el que se produce en el centro de los tornados, puede hacerla descender hasta la superficie de la tierra; debajo de esta base se condensa el vapor de agua en nubes y lluvia, y en la región superior en nieve. Las gotas de lluvia que las corrientes ascendentes transportan á la región de la nieve permanecen aquí suspendidas durante algún tiempo; se hielan, y se convierten en granizo menudo, que aumenta gradualmente de tamaño mientras se encuentra en la base de la nube nivosa, á causa de las nuevas cantidades de lluvia que de continuo traen las corrientes mencionadas, formándose de esta suerte los granizos gruesos, compactos y de contextura homogénea. Calcula Ferrel que á una altura de 7.000 metros la densidad del aire es sólo de 0,42 de la que existe en la superficie de la Tierra; y que una corriente ascendente de 20 metros de velocidad por segundo, puede sostener á esa altitud un granizo ó piedra de un centímetro de espesor, velocidad que estima ordinaria en el centro de los tornados.

No es necesario que los granizos permanezcan mucho tiempo en la zona de congelación; pueden bajar y salir del remolino siempre que decrezca la velocidad de la corriente ascendente que los sostiene, y entrar en él de nuevo impulsados por las otras corrientes reflejas que en todos sentidos se precipitan hacia el centro vorticoso. Generalmente, el núcleo de los granizos gruesos ó piedra está formado por nieve compacta, rodeado de agua de lluvia, que se hiela al entrar en la parte fría de la nube; y como su densidad es menor que la del granizo compacto, permanece en esa región, donde aumenta de tamaño, hasta que cae al suelo, bien á cierta distancia del centro de

él, donde las corrientes ascendentes tienen menos fuerza, bien en el centro mismo del torbellino, cuando por cualquiera causa disminuye la velocidad de las corrientes.

En esta teoría se dan por ciertas una porción de suposiciones arbitrarias y se ponen en juego las fuerzas de la Naturaleza en la medida y en el momento que exige la idea preconcebida del autor; sin embargo, en el fondo parece bastante razonable. En tiempo de tormentas, en efecto, el decrecimiento de la temperatura con la altitud puede ser superior á 1 grado por cada 100 metros, y por lo tanto, á la altura de 5.000 metros que por término medio alcanzan los cúmulo-nimbos, la temperatura será tal vez en 50 grados inferior á la del aire en la superficie del suelo: admitiendo que ésta llegue en un día cálido de verano, en el centro de la Península, v. gr., á 40 grados, caso en extremo desfavorable y que pocas veces se presenta, la temperatura de la región superior de la nube no pasará de 10 grados bajo cero, frío más que suficiente para helar de un modo casi instantáneo las gotas de lluvia que en ella penetren. Pero se supone con gran fundamento, basándose en experimentos de laboratorio, que las gotas de agua que constituyen la mayor parte de las nubes, y desde luego los cúmulos y nimbos, permanecen líquidas y en estado de superfusión á temperaturas muy inferiores á 0 grados, bastando entonces la menor conmoción, el menor choque, para que se solidifiquen y se hielen: en el mismo momento en que cambian de estado, absorben una notable cantidad de calor y suben de -10° ó -15° á 0°.

Como el espesor de los cúmulo-nimbos es considerable, pues de la base al vértice se cuentan varios cientos de metros, ocurre que las temperaturas de estas regiones opuestas presentan diferencias muy importantes; y así, puede ocurrir que en la misma nube existan gotas líquidas superfundidas y cristales de hielo que, mezclándose, originen el granizo. Para que esta mezcla se efectúe es necesario, como en todas las teorías, que los núcleos de hielo suban y bajen, pasando de la zona más fría á aquella en que la temperatura es relativamente elevada, y viceversa.

Se supone, pues, que en algunos lugares de la nube tormentosa existen remolinos de eje horizontal, producidos por las corrientes aéreas ascendentes que parten de la superficie caldeada del suelo: algunos observadores afirman que han notado este movimiento vibratorio. Admitiendo el hecho, no es tan difícil de explicar la formación de los granizos y la piedra. Si un cristal de hielo choca con una gota en estado de superfusión, se congelará ésta parcialmente, aumentando el volumen del cristal primitivo; el resto del agua, que permanece líquida en el momento en que cesa la superfusión, puede también helarse lentamente si reside en un estrato aéreo de temperatura inferior á 0 grados, formándose así, alrededor del granizo, una capa de hielo compacto y transparente; capa que, por el contrario, será opaca, blanca y menos compacta cuando el agua líquida se mezcle con los cristales de hielo, dejando interpuestas burbujas muy pequeñitas de aire. Con un viento ascendente de velocidad moderada, esto es, de 8 á 10 metros por segundo, basta para hacer subir y bajar repetidas veces granizos de dimensiones considerables, que de esta suerte se cubrirán de nuevas capas de hielo cada vez que penetran en la región de la nube donde el agua se halla en estado de superfusión.

Esta teoría, aunque imperfecta y algo arbitraria, sobre todo en lo de suponer que puede haber corrientes de aire ascendentes de 10 metros por segundo, originadas tan sólo por el calor, llegaría a explicar la formación de los granizos comunes; pero no basta para hacer comprender cómo se sostienen en el aire tanto tiempo las enormes piedras de estructura perfectamente regular y geométrica que á veces caen de las nubes, y que más bien parecen proceder de la cristalización tranquila de una disolución concentrada, que generarse en los movimientos desordenados de las corrientes aéreas de las tormentas. Tampoco explica el origen de las placas de hielo de varios decímetros de longitud, que

observadores escrupulosos y dignos de toda fe describen, y de que hemos hablado al principio.