

que sólo intervienen algunas de estas condiciones, y que con las gotas de lluvia se mezclan copos de nieve en proporción variable. La niebla, en lugar de remontarse á la atmósfera y de transformarse en nube, cae á veces también en forma de lluvia fina y penetrante que se llama *llovizna*.

Vista á cierta distancia en el horizonte, una nube que se resuelve en lluvia parece confundida con el suelo; los regueros agrisados y vaporosos, cayendo oblicuamente según la dirección del viento, enturbian la transparencia del aire é impiden distinguir los objetos situados detrás de ellos. Con frecuencia acontece que estos rastros ó regueros no llegan hasta el suelo, lo cual indica que las gotas, encontrando capas distantes del punto de saturación que corresponde á su temperatura, se evaporan y desaparecen; en este caso no hay lluvia sino para las capas de aire más próximas á la base de la nube. Compréndese también que haya gotas, que siendo bastante voluminosas al escaparse de la nube lluviosa, disminuyen progresivamente y llegan al suelo mucho más pequeñas que en su punto de partida. Pero sucede lo contrario si las capas inferiores del aire están más húmedas y más frías que aquellas de donde emana la lluvia; las gotas aumentan condensando en su superficie el exceso de vapor de estas capas sobresaturadas, y en este caso la lluvia es más copiosa abajo que arriba.

Anteriormente hemos establecido la distinción de las nubes en *nubes de nieve y de lluvia*; pero esta distinción debe entenderse con respecto á la constitución que tienen en la altura en que se las observa, más bien que por lo que atañe á la naturaleza del residuo que dan con su caída en la superficie del suelo. En efecto, una misma nube puede dar simultáneamente nieve en las altas regiones y lluvia en las bajas, lo cual depende de las diferencias de temperatura del aire á diversas altitudes. Los casos siguientes, observados por Rozet en Grenoble y en el Cabo en abril y mayo de 1851, confirman la realidad de esta transformación de la nieve en lluvia. "En Grenoble, dice, había llovido mucho en la ciudad, pero nevado en los tejados de la Bastilla, es decir, á 500 metros de altitud ó sea á 287 metros solamente sobre el suelo de dicha población; en Gap, que está á 740 metros sobre el nivel del mar, nevó en las calles..... Alojado fuera de la ciudad, de manera que podía ver las montañas á mi alrededor, conseguí determinar con mi teodolito el límite entre la nieve y la lluvia. Desde el 25 de abril ha nevado siempre en las montañas mientras llovía en la ciudad. Estando la temperatura á -8° en mi observatorio, situado á 750 metros sobre el nivel del mar, nevaba en torno sobre un plano sensiblemente horizontal situado á 1,200 metros, ó sea á 450 sobre el sitio donde yo estaba. El 2 de mayo el termómetro marcaba $+4^{\circ}$ y el plano de la nieve bajó á 900 metros. Habiendo subido el mismo día hasta 1,300 metros por la montaña de la Morarie, el termómetro marcaba $+2^{\circ}$ en la nube tempestuosa; hacía mucho frío; las partículas de nieve, en lugar de ser copos, eran prismas cuadrangulares oblicuos del tamaño de un guisante: era nieve y no hielo como cuando graniza. Más abajo, este tamaño disminuía, y á los 900 metros, caía una lluvia fina y compacta."

Parece averiguado que la lluvia ó la nieve no cae más que de las nubes, á las que Howard da el nombre de *nimbus*; por consiguiente, resulta de la reunión de los cirrus con los cumulus, de las nubes de hielo con las de vapor acuoso. El meteorologista cuyas observaciones acabamos de citar insiste en el siguiente punto: "Habiendo subido á una montaña en un día tempestuoso, he observado que en una capa de cumulus no se forman nimbus sino en los puntos en que caen cirrus. Tenemos pues aquí nuevos hechos en apoyo de mis anteriores observaciones, en virtud de las cuales me había cerciorado de que la lluvia resulta de la mezcla del vapor vesicular con el vapor helado."

Pero ¿por qué da lugar al fenómeno de la lluvia la reunión de estas dos clases de nubes? ¿Es simplemente por el descenso de temperatura que para el cumulus resulta de la invasión de la nube helada? En este caso, la condensación que se sigue daría lugar á la caída de las gotitas acuosas al aumentarlas ó reunir las.

Hutton daba una teoría casi análoga de la lluvia, puesto que la atribuía á la mezcla de dos masas de aire saturadas á temperaturas desiguales: siendo la de la mezcla demasiado baja para que pueda contener todo el vapor de las masas reunidas, hay precipitación.

A. Poey hace intervenir la electricidad en el fenómeno, á lo menos en cuanto á las lluvias tempestuosas y á las continuas y abundantes. Hemos visto que este meteorologista da al nimbus ó nube de lluvia de Howard el nombre de pallium, y que lo distingue en dos capas, el pallio-cirrus y el pallio-cumulus. "La aparición de estas capas, dice, anuncia el mal tiempo, y su desaparición el bueno. La capa del pallio-cirrus es la primera que aparece, y algunas horas ó algunos días después, la del pallio-cumulus se forma debajo de ella. Estas dos capas permanecen á la vista á cierta distancia una de otra; su acción y su reacción recíprocas producen las tormentas y las fuertes lluvias, acompañadas de descargas eléctricas: están electrizadas en sentido contrario; la capa superior de cirrus es negativa y la inferior de cumulus es positiva como la lluvia que derrama, al paso que la electricidad del aire en la superficie del suelo es negativa. Cuando estas dos capas se atraen sobreviene una descarga, y la inferior continúa derramando su exceso de agua sin dar señal alguna de electricidad como tampoco el aire que está en contacto con la Tierra. Este estado se prolonga hasta que se desgarran la capa superior y en seguida la inferior; luego desaparecen una tras otra, y vuelve el buen tiempo." El sabio director del Observatorio de la Habana cita en apoyo de esta teoría varias observaciones hechas en globo por Testu, en París, en 1786, y por J. Wise, en los Estados Unidos, en 1852.

Que las atracciones eléctricas entre dos nubes electrizadas en sentido contrario ejercen cierto papel en el fenómeno de las lluvias de tormenta, es cosa que parece confirmada por un hecho conocido; después de cada trueno algo fuerte, la lluvia aumenta en intensidad, y caen gotas más gruesas y más abundantes. Pero ¿interviene la electricidad en todas las lluvias? Nos parece por lo menos dudoso; y en todo caso esta intervención no es necesaria. El exceso de condensación que resulta de un enfriamiento progresivo de masas de aire cargadas de humedad basta para explicar el fenómeno.

Tampoco se puede poner en duda la influencia de la dirección del viento en la producción de la lluvia, y cuando sopla del mar hacia el interior de las tierras, en cualquier clima que sea, no tarda en sobrevenir la lluvia. La explicación de este fenómeno es muy sencilla. En la Europa occidental, la mayor parte de los tiempos lluviosos tienen por causa los vientos de entre Sur y Oeste. Mientras duran los de la región opuesta, que traen consigo masas de aire secas de resultas de su paso por los continentes, en donde, en virtud de condensaciones sucesivas, se desembarazan del vapor de agua de que estaban cargadas primitivamente, el tiempo es bueno y seco y el cielo está despejado. Tan luego como soplan los vientos de Sur á Oeste, se ven aparecer los primeros cirrus precursores de un cambio de tiempo, empezando la condensación en las partes más elevadas y más frías del aire. Afluyen las masas de aire húmedas procedentes del Océano, las cuales tienen que subir por la pendiente de los continentes hacia los que se dirigen, y á medida que van subiendo, la disminución de presión les obliga á dilatarse, correspondiendo á esta dilatación, según lo hemos indicado ya, un consumo de calor

que traen consigo. Baja el punto de saturación, la humedad se condensa en nubes cada vez más espesas, hasta que estando ya el aire sobresaturado, no pueden formarse nuevos vapores. Entonces comienza la lluvia, estando su duración en proporción con la cantidad de vapores traídos y con la duración de los vientos que los renuevan.

Si el viento húmedo tropieza en su marcha con obstáculos, como cadenas de montañas, el aire en movimiento se eleva sobre sus laderas hasta sus cumbres, en donde la temperatura puede estar bastante baja para que el vapor condensado se cristalice formando copos de nieve (1).

Hay un refrán conocido que dice *lluvia pequeña disipa viento grande*, que es la expresión inversa de lo que suele suceder cuando sobreviene la lluvia en las circuns-

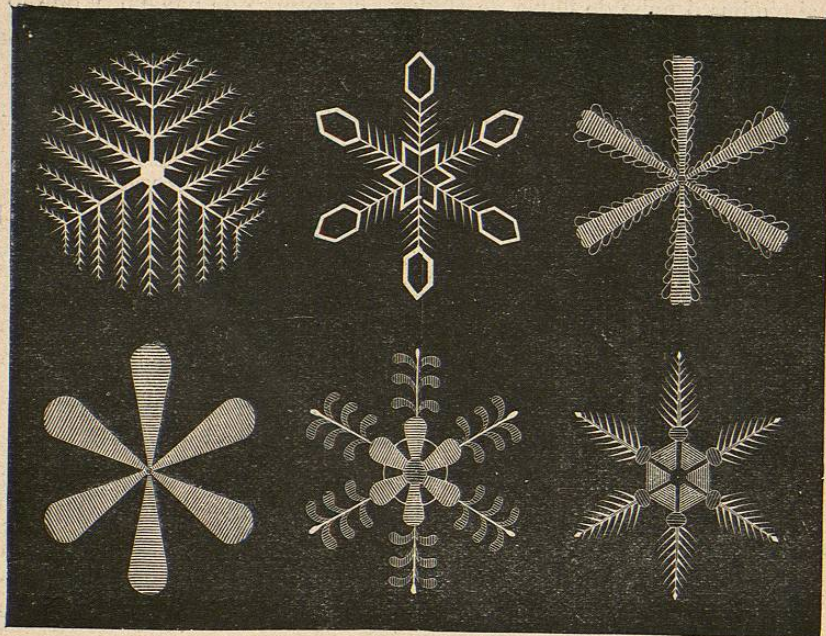


Fig. 101.—Forma cristalina de la nieve, según Muschenbroeck

tancias de que acabamos de hablar. Y en efecto, cuando la velocidad del movimiento aéreo disminuye ó se anula, las masas de aire que se han quedado inmóviles forman á modo de una barrera para las que aun no han terminado su carrera; éstas se elevan, se dilatan y se enfrían, y el vapor de agua que depositan en el seno de un aire saturado ya suscita la lluvia, que quizás dimane también de la cesación de movimiento, es decir, de la supresión de una de las causas de suspensión de las nubes.

(1) Hace treinta años que Babinet desarrolló en un folleto sobre el *riego del globo* la teoría que resumimos aquí. Véase el párrafo relativo á las nevadas en las montañas: "Las masas de aire de los mares y de las llanuras llevadas por las corrientes atmosféricas hacia las montañas, se corren por sus laderas y por consiguiente se elevan á alturas inmensas. Entonces estas masas se dilatan y se enfrían prodigiosamente: 200 metros de elevación dan ya 3 grados de frío: júzguese por esto del que debe resultar de una elevación igual á la de los Alpes, de los Pirineos, del Cáucaso, de la Cordillera occidental de las dos Américas ó del Himalaya de Asia. Esta es la causa sencilla de que las cordilleras sean la cuna y origen de los grandes ríos, y sin necesidad de recorrer el globo entero, vemos que los Alpes de Europa dan, con el viento húmedo del Sudoeste, nacimiento á dos grandes ríos: el Ródano y el Rhin. Con el viento del Este, estos mismos Alpes hacen que se deposite el agua que alimenta la inmensa cuenca del Danubio, y finalmente, con el viento cálido y húmedo del Sur, el elevado antemural de los montes que están al Norte de Italia hace que se deposite toda la agua de la cuenca del Po y de los demás tributarios del Adriático."



Fig. 102.—Los cristales de la nieve, según el capitán Scoresby

A veces acontece que al terminar un día húmedo y caluroso, caen gotas de lluvia de un cielo puro y sin nubes. Dase el nombre de *sereno* á este fenómeno, que tiene su explicación en el enfriamiento de las capas de aire después de ponerse el Sol. Anteriormente hemos visto que en ciertas circunstancias las altas regiones del aire contienen cristales de hielo, finas agujas bastante separadas entre sí y que por esta causa no alteran la transparencia del aire. Al descender por la tarde estas partículas á capas más calientes, deben derretirse formando gotitas y caer en el suelo. Creemos que esta sea la sencilla explicación del sereno.

Como la nieve no difiere de la lluvia sino por la temperatura más baja de las nubes de que cae y de las capas de aire que sus copos atraviesan, nada tenemos que añadir á lo que hemos expuesto acerca de las causas de la lluvia, que son, con dicha diferencia, las mismas de las nevadas. Pero nos ocuparemos con algunos detalles de las formas singulares que presentan los cristales que forman los copos.

Según parece, Keplero fué el primero que echó de ver la estructura cristalina de la nieve. Musschenbroek, Cassini y Erasmo Bartholín describieron las variadas formas de estos copos, todos los cuales presentan, con raras excepciones, la particularidad de que las tenues agujas de que se componen se cruzan de mil modos formando ángulos de 60 ó de 120 grados, resultando de aquí, ya láminas hexagonales, ya estrellas de seis puntas, simples ó ramificadas, ó bien triángulos, pirámides y prismas, pero de tan infinita variedad á pesar de su simetría, que es imposible describirlas y sólo el dibujo puede dar una idea de ellas. En la figura 101 reproducimos algunas figuras de las láminas de la *Enciclopedia*, según Musschenbroek y Cassini. La figura 102 es la reproducción de 96 formas que dibujó en las regiones polares el capitán Scoresby. Por último, en la figura 103 se ven algunas formas nuevas, cristalinas ó amorfas, observadas por Armando Landrín durante el invierno de 1875-76. Otros observadores, como Kaemtz, J. Glaisher, Bechey y Petitot, han descrito también formas nuevas, de suerte que es de presumir que estas formas varíen hasta lo infinito, por decirlo así, según las circunstancias que les dan origen.

Scoresby ha clasificado en cinco tipos principales los cristales de nieve que ha descrito y dibujado. Estos tipos son:

1.º Cristales en forma de láminas muy tenues, delicadas y transparentes, presentando muchas variedades: *a*) estrellas de seis puntas, á veces erizadas de aristas paralelas á los radios y en el mismo plano; *b*) hexágonos regulares: unos son simples laminillas transparentes; otros tienen en el interior del polígono líneas blancas paralelas á su contorno ó en forma de rayos, estrellas, etc.; *c*) combinaciones variadas de figuras hexagonales, con rayos y ángulos salientes dispuestos del modo más vistoso (figura 102, I 1, IV 6, V 8, III 1, IX 3, etc.);

2.º Copos de núcleo esférico ó poliédrico, que presentan las figuras del primer tipo, pero erizadas de agujas en todos sentidos (fig. 101). El núcleo es unas veces transparente, y otras desigual y opaco;

3.º Agujas aisladas cuya forma es la de un prisma hexagonal: estas agujas son á veces tan finas como cabellos;

4.º Scoresby no ha observado más que una vez el cuarto tipo, que es una pirámide regular de seis caras (fig. 102, VI 4);

5.º Agujas prismáticas que llevan en uno de sus extremos ó en los dos laminillas hexagonales. Scoresby sólo las ha observado dos veces; pero cayeron con tanta abundancia, que su buque quedó en pocas horas cubierto de muchos centímetros de nieve.

Aún se sabe muy poco, ó por mejor decir, no se sabe nada sobre las condiciones que dan lugar á la caída de cristales de esta ó de la otra forma. Lo único que parece averiguado es que en un chubasco de nieve se observan cuando más dos ó tres formas diferentes de cristales, por lo común una sola. Scoresby ha indicado las temperaturas que le parecían favorables para ciertas variedades cristalinas. Kaemtz, después de decir que había encontrado unas veinte formas no descritas por Scoresby, añade que jamás ha visto una sola en que los cristales estuviesen en planos perpendiculares entre sí. Erasmo Bartholín aseguraba haber visto en la nieve estrellas pentagonales y añadía que otros las habían observado octogonales. A. Landrín vió el 16 de enero de 1876 cristales de nieve formados de estrellas de cuatro puntas, las unas cruzadas formando ángulos de 60 y 120 grados, y las otras "en figura de cruz regular de brazos que se

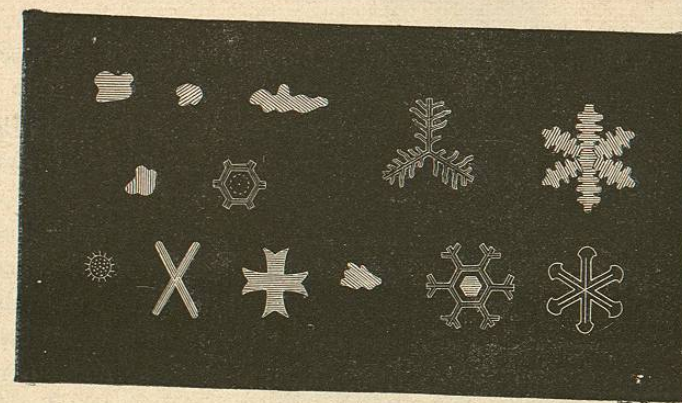


Fig. 103.—Copos amorfos y cristales de nieve, según A. Landrín

cortaban á 45°, todo ello mezclado con fragmentos amorfos.," La figura 103 reproduce estas dos formas particulares.

Kaemtz asegura que se pueden admirar en toda su belleza las formas cristalinas regulares de la nieve cuando la atmósfera está tranquila y sin nieblas. "Con la bruma, dice, los cristales son por lo regular desiguales, opacos, y parece que se haya solidificado en su superficie un gran número de vesículas sin haber tenido tiempo de unirse íntimamente con las moléculas cristalinas. Cuando sopla viento, los cristales parecen rotos é irregulares; entonces se encuentran en ellos granos redondeados compuestos de radios desiguales. En los Alpes y en Alemania he visto caer con frecuencia cristales perfectamente simétricos; pero cuando sopla viento, eran granos del tamaño de los de mijo ó de guisante, de estructura bastante compacta, ó bien cuerpos en forma de pirámide cuya base era un casquete esférico. Pueden asimilarse estos cuerpos á la nevisca, aun cuando se formaban en las mismas condiciones meteorológicas que los copos que caían antes de soplar el viento (1)."

La *nevisca* es, en efecto, una especie de nieve caracterizada por granitos opacos que tienen toda la apariencia de copos de nieve condensados, y que caen con más frecuencia en las borrascas ó chubascos de primavera: los granos son á veces bastante

(1) Según M. J. Girard, las dimensiones de los cristales de nieve varían de 1 á 7 milímetros. Scoresby habla de laminillas del primer tipo que tenían de 2 á 3 décimas de milímetro de diámetro. Para observarlas bien con la lente ó con el microscopio, es menester recogerlas en un paño negro, debiendo estar el aire ambiente bastante frío para que los copos no se derritan al caer; una temperatura de 2 á 3 grados bajo cero es la más á propósito para las observaciones.