

enteramente sereno; por la mañana se hallan á poca altura, mas suben hasta el mediodía y vuelven á bajar á la caída de la tarde. Me he cerciorado de ello valiéndome de mediciones directas y de observaciones hechas en las montañas. Muchas veces he visto los cumulus á mis pies por la mañana; elevábanse en seguida; al mediodía quedaba rodeado de nubes por espacio de una hora, y el resto del día veía sobre mi cabeza nubes que al anochecer bajaban hacia el llano.,

El mismo físico da el nombre de *stratus* á las fajas horizontales nebulosas que se forman al ponerse el Sol y desaparecen cuando sale. Según Howard, el *stratus* es la nube nocturna hablando con propiedad; pero Kaemtz lo considera más bien como una niebla cuya superficie inferior descansa en tierra ó en las aguas.

Cuando el cielo está cubierto en una gran extensión de cirro-cumulus, nubecillas de forma redonda que parecen vejigas de lana, dícese que está *aborregado*. (Los franceses dicen *pommelé* y los ingleses *mackered sky*.) Para Kaemtz, los cirro-cumulus son presagios de calor. "Parece, dice, que los vientos cálidos del Sur que reinan en las regiones superiores no traen suficiente cantidad de vapor para cubrir enteramente el cielo de nubes y que no obran sino por su temperatura elevada.,

Los cumulus, amontonados en el horizonte, sobreponiéndose unos á otros por la parte redondeada de sus masas y reuniéndose por sus bases horizontales, toman el aspecto de cumulo-stratus, de los cuales apenas se les puede distinguir.

Por lo que hace á los nimbus, no son nubes de forma determinada, sino la reunión de dos ó tres tipos de nubes, de la cual resulta la lluvia. Hemos visto que Howard los considera como cumulo-cirro-stratus. Para A. Poey, "la lluvia es efecto de la acción y de la reacción eléctrica sobre el vapor de agua de dos *capas de nubes superpuestas*, la una superior, de cirrus electro-negativos, y la otra inferior, de cumulus electro-positivos., M. Rozet observaba en 1850 que los nimbus están siempre formados por la reunión de dos nubes de especies diferentes, cirrus y cumulus. Volveremos á tratar de este importante asunto cuando nos ocupemos de la lluvia.

Esto nos induce á hablar de una nueva clasificación de las nubes, basada no tan sólo en su forma, sino también en la estructura real y en la constitución física de las masas vaporosas que las componen. Según el citado Retz, "en realidad no hay más que dos clases de nubes: *cumulus*, formados de vapor vesicular, y *cirrus*, de vapor helado; las demás especies de nubes, distinguidas por los meteorologistas, no son más que modificaciones de éstas.,

También son estos dos tipos de nubes los que forman la base de la nueva clasificación propuesta por A. Poey, pero con una distinción, para los derivados de los cirrus, entre las nubes de hielo y las de nieve. He aquí esta clasificación, con las denominaciones escogidas por el sabio meteorologista:

Primer tipo..	CIRRUS..	{	<i>Tracto-cirros-tractus</i>	}	Nubes de hielo
			<i>Tracto-cirro-cumulus</i>		
		{	<i>Tracto-cirrus</i>	}	Nubes de nieve
Derivados..			<i>Cirro-stratus</i>		
			<i>Cirro-cumulus</i>		
			<i>Pallio-cirrus</i>		
Segundo tipo..	CUMULUS..	{	<i>Globo-cirrus</i>	}	Nubes de vapor acuoso
Derivados..			<i>Pallio-cumulus</i>		
			<i>Globo cumulus</i>		
		{	<i>Fracto-cumulus</i>	}	

Poey sustituye por la de *pallium* la denominación de nimbus, no muy exactamente definida por los precedentes autores de nomenclatura: es la doble capa de cirrus y de cumulus que, según hemos visto, constituyen las nubes de lluvia: una de ella está caracterizada con el nombre de pallio-cumulus y otra con el de pallio-cirrus; en esta última nube el agua está condensada en cristales de nieve, al paso que la otra se compone de partículas acuosas. Los nuevos nombres de *tracto*, *globo* y *fracto*, empleados para designar los derivados de los dos tipos principales, se explican por sí mismos: los tracto-cirrus son fajas de cirrus que, según el autor, "se desarrollan en una capa algo inferior á la de los cirrus propiamente dichos., Los globo-cirrus ó globo-cumulus son nubes de forma globular precursoras de las tempestades de nieve ó de agua, y por último, los fracto-cumulus son "esos fragmentos de nubes que vagan sin forma determinada antes de su transformación en cumulus (ó cumulo-stratus), que se precipitan hacia la superficie inferior de la capa de los pallio-cumulus ó se desprenden de ella, y que por último se quedan fijos á modo de fajas horizontales en la cúspide de los cumulus al empezar á soplar un viento impetuoso.,



Fig. 97.—Cumulo-cirro-stratus de Howard, ó Nimbus

Limitaremos á lo expuesto la cuestión de la clasificación y nomenclatura de las nubes. La de Poey, más exacta y más completa, debe tomarse en consideración, en razón del punto de vista físico de que parte para clasificar las nubes

según su estructura íntima; mas por este concepto requiere todavía la sanción de la experiencia. Las ascensiones aeronáuticas podrán prestar grandes servicios acerca de este punto (1).

Admítase ya generalmente que los cirrus están formados de cristales de hielo. Barral y Bixio atravesaron una nube de esta clase cuando su célebre ascensión del verano de 1850, nube formada de finas agujas de hielo, y que tenía lo menos cuatro kilómetros de espesor. Los fenómenos de los halos y de las parhelias, cuya explicación hemos dado en el capítulo XIX del tomo I de esta obra, se forman en medio de los cirrus, procediendo de las refracciones que tienen efecto en el interior de prismas de hielo que se hallan en suspensión en el aire y están convenientemente orientados con relación al plano que pasa por el Sol y por el ojo del observador. La teoría suponía la existencia de estos prismas, y las observaciones de los aeronautas la han demostra-

(1) Ya han mostrado la insuficiencia de las clasificaciones propuestas. Véase si no un ejemplo que cita Gastón Tissandier en su interesante obra *El Océano aéreo*: "La atmósfera está serena en la superficie del suelo, pero no se ve el azul del cielo por impedirlo una masa de vapores sin forma definida y que parece una cortina de brumas; de esto se dice que el cielo está gris. Si se atraviesa en globo esta masa de vapores, se nota que está separada del aire por dos superficies: la una inferior, algo confusa, que se funde gradualmente con el aire, que es de color gris como la niebla; la otra, superior, perfectamente plana, de color blanco deslumbrador como una capa de nieve vivamente iluminada. Allá abajo, en la tierra, el observador sólo puede ver una bruma más ó menos densa; arriba, en la atmósfera, el aeronauta considera á sus pies una verdadera mezcla que por su brillo y su aspecto se parece á los *cumulus* de un hermoso cielo de verano. Pero si esta superficie superior es enteramente lisa y tersa como la de un lago, lo cual sucede con frecuencia, aquél tiene á la vista una especie de banco de vapores, bruma en su parte inferior, nube en la superior, que no podrá atribuir á ninguno de los tipos de la clasificación.,

do. Mencionemos asimismo las de Welsh y Nicklin, que encontraron el 17 de agosto de 1852 y á 3,000 metros de latitud "una nieve formada de cristales estrellados que cayó de vez en cuando en el globo," y las de G. y A. Tissandier y Mangín que, á 2,000 metros de altura, se encontraron, "por decirlo así, en el mismo sitio de formación de la nieve. El aire era translúcido, y en torno nuestro veíamos agujitas de hielo, de aspecto brillante, irisadas como mica, que parecían soldarse entre sí al caer, para engendrar á un nivel inferior copos voluminosos. La temperatura era de -1° ."

A veces parece el cielo visto desde abajo enteramente sereno, sin que nada empa-

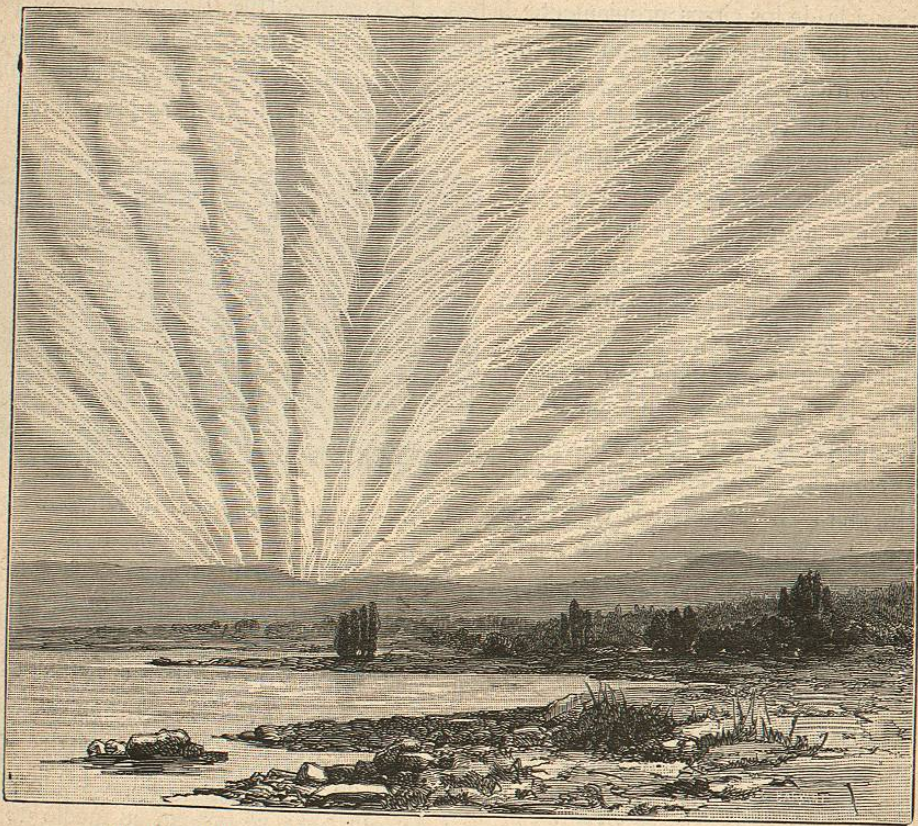


Fig. 98.—Fajas paralelas de cirrus, divergentes por un efecto de perspectiva

ña su claro azul; y sin embargo, los viajeros de las altas regiones encuentran el aire lleno de cristales muy tenues. Estos cristales son visibles desde cerca, ya porque reflejan vivamente la luz solar, ya porque su conjunto forma una capa que los aeronautas, situados al mismo nivel, consideran en sentido horizontal y por consiguiente bajo gran espesor. G. Tissandier ha visto muchas veces verdaderos bancos de agujas de hielo, suspendidos en la atmósfera, cuya transparencia no turban. Es de presumir que de la condensación y la aglomeración de estas capas nazcan las diferentes formas de cirrus.

Digamos ahora una palabra acerca de la altura de las nubes. Los cirrus son las más elevadas de todas. Según las observaciones y las medidas de Kaemtz en Halle, su altura llega á 6,500 metros. Los viajeros que han recorrido las altas montañas, dice, afirman de común acuerdo que ofrecen la misma apariencia vistas desde las cumbres más elevadas. Durante una permanencia de once semanas enfrente del Finsterarhorn, cuya elevación es de 4,200 metros, jamás he observado cirrus bajo la cumbre de este monte., Crocé-Spinelli vió, en su ascensión de marzo de 1874, "encima del globo, le-

ves cirrus que formaban una capa bastante continua, de reflejos más ó menos nacarados ó sedosos, y parecían estar á 9,000 ó 10,000 metros de altura., Tissandier (ascensión del *Cenit* el 15 de abril de 1875) observó abundantes cirrus entre 4,500 y 4,800 metros, "á cuya altitud, dice, formaban alrededor de la barquilla á modo de un circo inmenso de deslumbradora blancura."

Aunque los cumulus están menos elevados que los cirrus, se los ve á veces á grandes alturas; pero estas alturas son muy variables, según las estaciones ó las horas del día; ya hemos hecho mención de algunas observaciones que así lo prueban. A veces

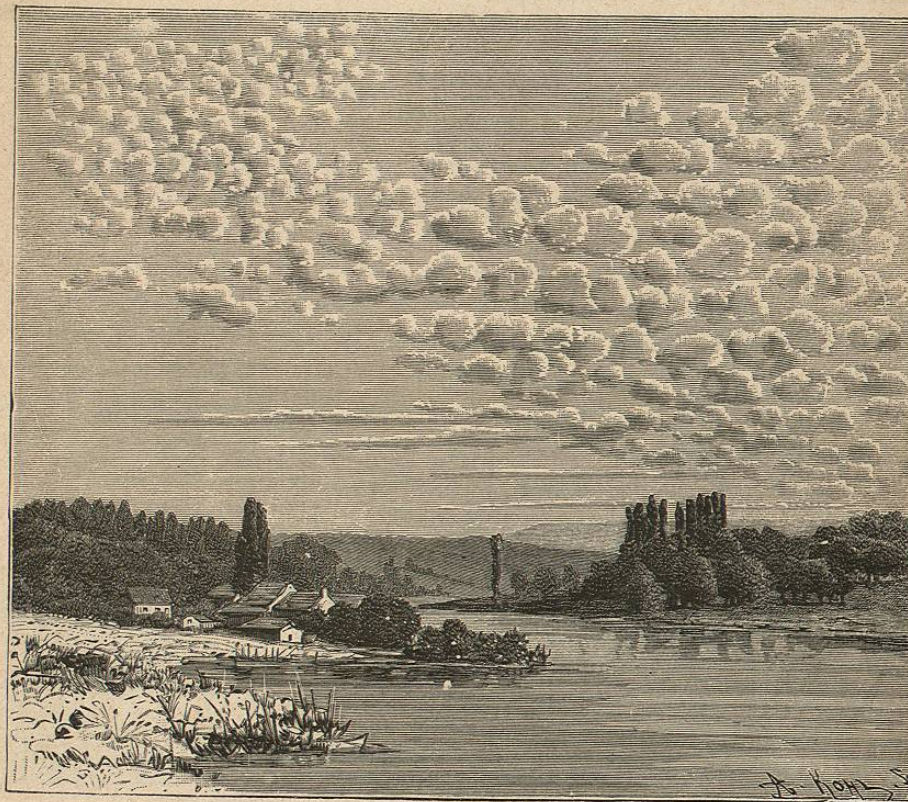


Fig. 99.—Cielo aborregado ó aglomeración de cirro-cumulus

los cirrus aparecen escalonados unos sobre otros, formando muchas capas ó bancos separados por espacios libres de nubes. "El 8 de noviembre de 1878, dice Tissandier, vi cuatro bancos de cumulus suspendidos en el seno del aire; el primero á 1,500 metros de altura, el segundo á 2,000, el tercero á 3,500 y el cuarto á unos 5,000., Glaiher ha observado también hasta cinco capas de nubes superpuestas.

Por lo general se han medido las alturas de las nubes por medio de operaciones de triangulación ó por la comparación de las posiciones de sus bases, inferior y superior, con puntos de altitud conocida. Riccioli, Bouguer, Humboldt, Lambert y Kaemtz han obtenido cifras comprendidas entre 400 y 6,500 metros. Peytier y Howard al hacer su triangulación en los Pirineos, dedujeron para la base inferior números comprendidos entre 450 y 2,500 metros, y para la superior, 800 y 3,000 metros. Rozet midió en 1850 con el teodolito la elevación y el espesor de un gran número de capas de cumulus, observando que cuando hacía buen tiempo la elevación de estas capas seguía el movimiento del Sol; siendo minimum á su orto y maximum entre 12 y 2 de la tarde,

disminuye en seguida hasta la mañana siguiente. En julio vió que la altura de su base inferior era de 2,100 y 2,200 metros entre las 10 de la mañana y las 2 de la tarde, con espesores de 1,180 á 1,290 metros. Según este observador, el espesor está en relación con el grado de humedad del aire.

Nadie ignora que las nubes bajan hasta su menor altura durante las tormentas. Por debajo de las capas tempestuosas se ven fragmentos desprendidos corriendo con una velocidad que parece mucho mayor á causa de la proximidad de estas nubes. Son los *fracto-cumulus* de Poey ó los *diablillos* de Lamarck. El orden en que están colocadas

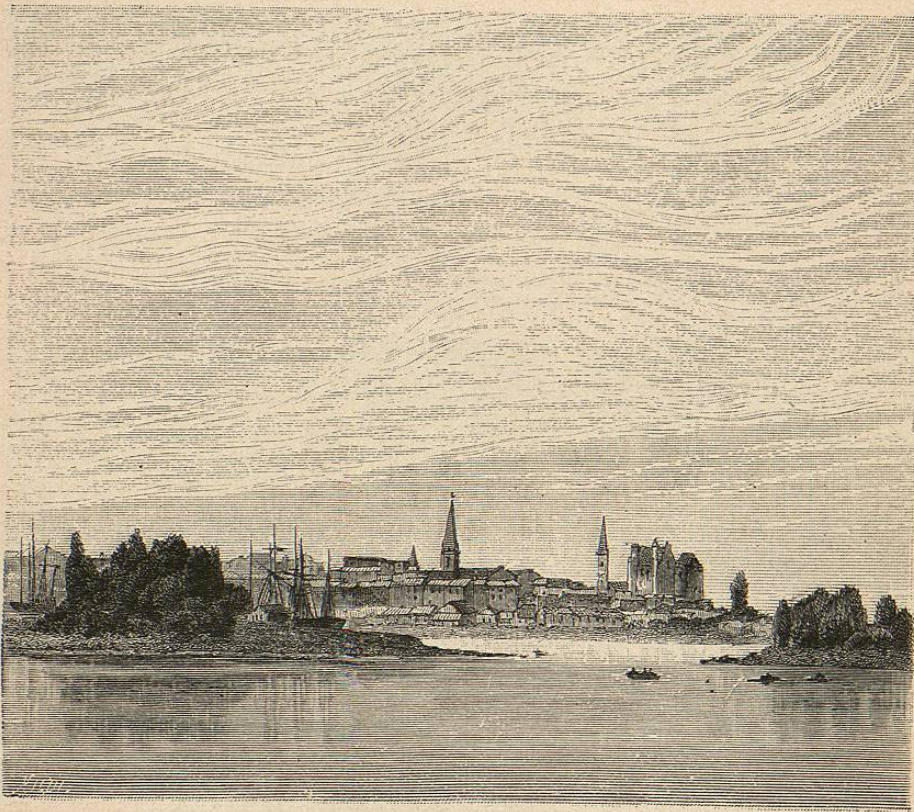


Fig. 100. — Cirrus

las nubes en la clasificación de Poey es también, á su juicio, el de sus alturas relativas, desde las más altas regiones de los cirrus hasta las capas más inmediatas á la Tierra. "Sin embargo, dice, el cumulus propiamente dicho está, á partir de su base, debajo del globo-cumulus y encima del fracto-cumulus, si se considera el extremo más elevado del cumulus."

Para terminar lo que teníamos que exponer acerca de las nubes, diremos algo sobre la causa de su suspensión en el aire. Para explicar esta suspensión, se discurrió la hipótesis de las *vesículas* ó esferas líquidas huecas; y aun se supuso que éstas estaban llenas de un gas más ligero que el aire. Por lenta que pueda ser la caída de las gotitas acuosas de que están formadas las nubes, siempre acabarían por caer, y la lluvia acompañaría á todas éstas hasta su completa desaparición. Pero no sucede así. Ciertamente es que las nubes no están inmóviles en la atmósfera, sino que suben ó bajan según las circunstancias, encontrando capas de aire de diferentes temperaturas y más ó menos húmedas. Toda nube sufre continuos aumentos y disminuciones; al bajar hasta encontrar

capas más calientes ó más secas, su base inferior se disuelve ó vuelve á pasar al estado de vapor invisible, al paso que la superior crece en virtud de nuevas condensaciones. De este modo puede parecer que conserva la misma altura.

La influencia de las corrientes, ya sean ascendentes y verticales, ó bien horizontales, puede contribuir asimismo á mantener las nubes en suspensión en el aire. Fresnel ha aducido también otra causa, independiente de toda hipótesis sobre la constitución física de las partículas que componen la nube, bien sean glóbulos de agua, vapor vesicular ó cristales de nieve sumamente sueltos. "Compréndese, dice, que de la extraordinaria división del agua sólida ó líquida de la nube resulte un múltiple contacto del aire con esta agua, susceptible de que la caldeen los rayos del Sol y los luminosos y caloríficos que proceden de la tierra, y que en consecuencia, el aire comprendido en el interior de la nube, ó muy próximo á su superficie, esté más caliente y dilatado que el circundante; deberá pues ser más ligero. Resulta también de nuestra hipótesis sobre la gran división de la materia de la nube que las partículas que la componen pueden estar muy juntas, no dejando entre sí más que pequeños intervalos, y ser no obstante muy finas relativamente á estos intervalos, de suerte que el peso total del agua contenida en la nube sea una reducida fracción del peso total del aire que ésta encierra, y bastante exigua para que la diferencia de densidad entre el aire de la nube y el ambiente compense con creces el aumento de peso que resulta de la presencia del agua líquida ó sólida. Cuando el peso total de esta agua y del aire contenido en la nube sea menor que el de un volumen igual del aire circundante, la nube se elevará hasta llegar á una región de la atmósfera en que haya igualdad entre ambos pesos: entonces quedará en equilibrio. Vese, pues, que la altura á la que tenga efecto este equilibrio dependerá de la tenuidad de las partículas de la nube y de los intervalos que las separan."

Fresnel hace observar además que ha de efectuarse lentamente la salida del aire cálido y dilatado fuera de la nube, y aun entonces resulta de ella una corriente ascendente que, tendiendo á levantar las partículas de la nube, contribuye á su elevación. Su temperatura interior disminuye de noche, pero tan despacio que la nube baja con gran lentitud en razón de la inmensa extensión de su superficie relativamente á su peso; esta es una causa que, sin contribuir á la elevación de la nube, interviene poderosamente en su suspensión. La vuelta del Sol la hará ocupar de nuevo su altura de la víspera, siempre que los vientos ú otros fenómenos meteorológicos no hayan cambiado las circunstancias atmosféricas y las condiciones de equilibrio. Tal es, según Fresnel, la causa más influyente de la elevación y suspensión de las nubes en la atmósfera.

IV

LA LLUVIA. — LA NIEVE

Cuando la condensación del vapor de agua en el seno de una nube da lugar á que se formen gotitas un tanto voluminosas y demasiado pesadas para continuar suspendidas en el aire, estas gotas caen en la superficie del suelo, originando el fenómeno de la lluvia. Esto supone que la temperatura de la nube es superior á la de la congelación. Si las partículas acuosas están á una temperatura más baja que 0°, pasan al estado sólido, se cristalizan y forman una nube de hielo ó de nieve. Condensadas las partículas sólidas en copos demasiado voluminosos para contrarstar la gravedad, se precipitan, y si atraviesan en su caída capas igualmente frías, entonces cae *nieve*. A veces acontece