

gunos centenares de metros á nuestros piés, las agrisadas nubes nos impedían ver la bajada. Las atravesamos, y durante una hora de marcha fuimos bajando en medio de vapores amontonados. Pero á medida que nos acercábamos al límite de la vegetación superior y á la vertiente mas caldeada, las nubes disminuían de intensidad, y se disolvían insensiblemente, aunque arrastradas por una brisa que descendía sobre el flanco de los Alpes, acabando por desaparecer en torno nuestro. Cuando llegamos al puente del Diablo, volvieron á aparecer algunas nubes en el frío y profundo valle, en cuyo fondo se precipita el torrente siniestro del Reuss; y otras, elevadas por una corriente de aire ascendente que iba lamiendo la pendiente oriental de la gigantesca mole, pasaban á engancharse en las cimas, mezclándose de un modo tan singular con los glaciares que no parecía sino que estos se habían multiplicado de pronto.

Pasando cierto día al salir el sol, en un barco, desde Lucerna á Fluelen, hice análogas observaciones sobre el modo de formarse las nubes. La vertiente norte de las altas y magníficas montañas que ceñían, á la izquierda de mi camino, el lago de los Cuatro Cantones, aparecía en muchos puntos tapizada de finísimas nieblas; las regiones en que empezaba á dar el sol estaban libres de ellas, y las gargantas atravesadas por corrientes de aire procedentes del lado opuesto (del sur), no conservaban tampoco el menor vestigio de nieblas.

En esos admirables países, donde la naturaleza ha desplegado á la vez sus mas enérgicas fuerzas y sus cariñosos halagos, en esa Suiza de argentados Alpes y azulados lagos es donde la mirada contemplativa puede observar mejor que en parte alguna la producción de las obras de la Atmósfera. En tanto que el hombre se agita en sus bulliciosas ciudades, mientras, entregado al trabajo ó al placer, olvida la divina naturaleza prestando mas atención á los arti-

ficios de sus manos, esta naturaleza, eternamente activa, eleva sin cesar desde la tierra al cielo, desde el suelo en donde vegetamos hasta las cerúleas regiones superiores, las esferas invisibles del vapor acuoso, las innumerables esferillas de hidrógeno unido al oxígeno, que en su pequeñez y en su discreción, dominan las regiones inferiores donde la ambición y el hambre traban descomunales luchas, reinan en las alturas celestes, crean el mundo fantástico de las nubes, preparan al sol un lecho de púrpura y oro, distribuyen los hermosos copos de nieve por las tétricas campiñas del invierno, derraman la frescura y la sombra sobre las sedientas campiñas del estío, y á veces acuden sin temor alguno á aterrorizar y derribar al hombre mismo en medio del estrépito del rayo y del torbellino de las tempestades.

Pasemos ahora á considerar las nubes en sí mismas, su modo de formarse y cómo se hallan suspendidas en el espacio.

Los antiguos creían que encima de la Atmósfera habia un depósito de *aguas superiores*. San Basilio habla de él como sigue, á propósito del firmamento: «Puesto que el firmamento tiene su origen en el agua, es preciso opinar, ó que es semejante al agua helada, ó que está hecho de alguna materia semejante, que ha tenido su principio en algun espesor y filtración de agua, como es la naturaleza de la piedra llamada cristal.»

Pensando el mismo santo que podría causar admiración el que Dios hubiese creado una cantidad tan grande de aguas, puesto que estas cubrían enteramente la tierra, añade: «que siendo necesario el elemento del fuego para la conservación del universo, era tambien preciso que hubiese agua, no tan solo para el uso de las aguas terrenales, sino tambien para llenar este universo y templar el gran calor del elemento del fuego. Así, pues, Dios hizo al principio una gran cantidad de aguas, que colocó en un

depósito á fin de que pudiesen bastar hasta el último día fijado para la duración de este mundo, y que serán consumidas poco á poco por la fuerza del fuego.... En cuanto á la region etérea, ¿quién podrá poner en duda que no esté llena de fuego y de calor? Y si no estuviese contenida dentro de ciertos límites, ¿quién impediría que inflamase y abrasase todo este mundo, consumiendo todos los líquidos que hay en él?»

Así es cómo se raciocinaba antes de la época de las ciencias exactas. Hacíanse primeramente suposiciones, y la lógica se encargaba despues de explicarlo todo.

Hemos visto en el capítulo precedente que la humedad del aire va aumentando hasta llegar á cierta altura, hasta una *zona de humedad máxima*, cuya elevación varia según las estaciones y las horas, y desde la cual el aire es cada vez mas seco. Esta zona, que he comprobado higrométricamente en mis viajes aéreos, ha sido *vista*, según mis cálculos, por de Saussure en sus viajes por los Alpes, y por el comandante Rozet en los Pirineos, y tambien en los Alpes. Es un vapor azul trasparente que se percibe con dificultad mientras se está envuelto en él, pero cuya superficie superior se distingue claramente cuando se ha pasado de ella. Esta superficie es siempre horizontal, como la del mar. Cuando el observador se encuentra á una gran elevación sobre los picos de los Alpes ó de los Pirineos, vé el límite superior de esta atmósfera de vapor indicado en el horizonte por una línea azulada parecida á la que termina el horizonte del mar. Su altura varia según las estaciones y las horas; habiéndola hallado geodésicamente ora á 1,100 metros, ora á 1,500, y ora á 2,000 y hasta á 3,000 y 4,000. Su temperatura no desciende bajo cero. El plano inferior que limita las nubes lo determina el punto de la vertical donde se encuentra el de rocío del aire, de modo que si hay corrientes oblicuas, y aun verticales, el plano inferior de las nubes sigue siendo el mismo, porque el aire que desciende por

debajo de este plano deja que se disuelva su vapor, y el que se eleva pierde su transparencia al llegar á la misma altura.

Sobre esta superficie terminal de la atmósfera de vapor es donde se forman las nubes y donde al parecer descansan en seguida. El 15 de julio de 1867, navegaba yo por el aire entre los 1,500 y 2,000 metros de altura, antes de la salida del sol. Aquella fué una de esas raras circunstancias en que pude presenciar la formación de las nubes, y encontrarme en el taller mismo de la naturaleza. Hallábame sobre la llanura del Rhin, entre Aquisgran y Colonia. La atmósfera estaba despejada, cuando de pronto empezaron á aparecer pequeños copos blancos en la zona de humedad máxima. Soldándose luego entre sí, formaron copos mas gruesos, que unas veces se agrupaban en gran número, y otras se deshacían tan pronto como nacían. Despues, las nubecillas blancas reunidas en masas redondeadas formaron cúmulos. Esta formación de nubes se efectuaba á muchos centenares de metros bajo nosotros. La humedad nocturna del globo evaporóse con el sol, y nos elevamos lentamente hasta 2,400 metros. Otro tanto sucedió con las nubes, que se elevaron un poco mas de prisa que el aerostato y acabaron por envolvernos y subir mas que nosotros.

Peltier y Rozet han presenciado en las montañas la formación de las nubes, describiéndola exactamente como acabamos de indicar.

La superficie superior de las nubes afecta diversas formas, siendo combada por encima de las corrientes ascendentes que las elevan, hueca mas léjos, y ofreciendo el aspecto de una serie de montañas y valles frecuentemente pintorescos y accidentados de un modo extraño. La superficie inferior es, por el contrario, plana y á menudo horizontal, flotando sobre la atmósfera de vapor como sobre un lago.

Las vesículas de las nubes se atraen mutuamente, agrupándose en masas conden-

sadas. Me parece indispensable suponer esta atracción para explicar las figuras tan claramente limitadas que revisten las diversas nubes. Por otra parte, en muchas ocasiones he podido ver dicha atracción en acción, y sorprenderla *infraganti*, por decirlo así, como, por ejemplo, en la ascensión de que acabo de hablar. Las nubes nacen acá y allá en estado fragmentario, soldándose poco á poco los grupos de vesículas, del mismo modo que en la superficie de una taza de café se reúnen los glóbulos de aire producidos por la fusión del azúcar, formando un solo sistema. He comprobado de un modo más concreto esta especie de afinidad molecular en ciertas nubes de humo procedente de explosiones, espectáculo que nos ha ofrecido con más frecuencia que nunca el año 1871, año de la guerra entre Francia y Prusia. El día de la formidable explosión de la fábrica de cartuchos de Vincennes (14 de julio), la nube que se elevó entre los bramidos volcánicos de aquel cráter, adquirió en el tranquilo ambiente de aquel día caluroso una forma cónica que puede compararse exactamente con una inmensa coliflor. Aquella nube permaneció mucho tiempo inmóvil, y desde la distancia dominante del Observatorio, pude observarla cómodamente con el auxilio de un antejo astronómico de mucho aumento. La adherencia de las moléculas era manifiesta, y aun cuando dicha nube hubiese sido sólida, no habría tenido una forma mejor definida á la luz del sol que la iluminaba (la 1 h. 20 m.).

Por lo general, las nubes son impelidas por el viento, siguiendo exactamente su curso, y estando como sumergidas y relativamente inmóviles en la corriente en cuyo seno flotan. La medida de su velocidad da también la del viento superior; pero esta no es una regla sin excepción, porque hay nubes que *no andan*, aun cuando un viento más ó menos fuerte las atraviese, debiendo arrastrarlas al parecer.

Un día que pasaba yo en globo, acompa-

ñado de M. Eugenio Godard, por encima del bosque de Villers-Coterets, quedé sorprendido al ver, por espacio de más de veinte minutos, una nubecilla que podía tener unos 200 metros de largo por 150 de ancho, enteramente *inmóvil* á 80 metros próximamente sobre los árboles. Cuando nos acercamos á ella, vimos otras cinco ó seis más pequeñas, diseminadas y también inmóviles. Y sin embargo, el aire avanzaba á razón de 8 metros por segundo: ¿qué invisible áncora sujetaba aquellas nubecillas? Al llegar encima de ellas, advertimos que la principal estaba suspendida sobre un estanque, y que las otras marcaban el curso de un arroyo.—Era una corriente ascendente de aire húmedo que se elevaba de allí, y cuya humedad invisible alcanzaba su punto de saturación, haciéndose visible al atravesar el viento fresco que soplaba por encima del bosque.

Kaemtz fué testigo de un caso análogo cerca de Wiesbaden, después de una copiosa lluvia. «Las nubes se habían dividido, dice; apareció el sol, y ví una columna de niebla que se elevaba constantemente de un mismo punto. Corrí hacia él; era una pradera segada, rodeada de pastos cubiertos de una yerba muy alta que, calentándose menos que la superficie segada, daban lugar á una evaporación menos activa.» En Suiza, el fenómeno se presenta en menor escala; mientras que en el Faulhorn hace un tiempo magnífico, los lagos de la Suiza están cubiertos de nieblas de muy diferente densidad. El mismo meteorologista ha observado que la que velaba los lagos de Zug, Zurich y Neuchatel, era muy espesa, al paso que los de Thun y de Brientz apenas estaban cubiertos de un ligero vapor. Este fenómeno se ha reproducido con demasiada frecuencia para que pueda atribuirse á la casualidad. El lago de Zug es bastante profundo, y sus afluentes no llegan directamente de la región de las nieves eternas: su temperatura debe ser más elevada que la del lago de Brientz, donde se precipita el

Aar inmediatamente después de haber salido de los glaciares del Grimsel. En igualdad de temperatura, el primero se cubre más fácilmente de niebla que el segundo.

Mi excelente y antiguo maestro, M. Babinet, ha observado también una nube inmóvil en la cumbre del Canigou, la más elevada de los Pirineos orientales. «Soplaba un impetuoso viento de Francia á España, dice; no se veía ninguna nube, excepto un pequeño listón de unos cuantos metros de espesor y apenas otros tantos de anchura, que á pesar de la violencia del viento que al parecer debía arrastrarle, permanecía obstinadamente fijo en el punto en que yo lo observaba. Aquel listón nebuloso estaba tan perfectamente terminado, que podía medirle en perspectiva con la mitad de un lápiz que tenía en la mano. El secreto de este curioso fenómeno consistía en que el aire era lo suficientemente húmedo para convertirse en nube á la altura en cuestión. Mas abajo, es decir, antes lo mismo que después de haber llegado á dicha altura, recobraba su transparencia. Esta es la razón de que la nube desapareciera en uno y otro caso. Lo que formaba la nube no era en realidad una masa de aire fijo, sino aire, transparente en todos los demás sitios, que al llegar á aquella cumbre, perdía momentáneamente su transparencia por el frío debido á la dilatación, y era reemplazado por un nuevo aire que, sometido á la misma influencia, parecía perpetuar el pequeño listón nebuloso.»

Ahora nos resta conocer la causa de la suspensión de las nubes en la Atmósfera.

Cuando vemos que una nube se resuelve en lluvia y derrama millares de litros de agua, nos admiramos de que semejante peso pueda mantenerse en suspensión en el espacio aéreo. La causa de esta suspensión consiste simplemente en su extraordinaria divisibilidad. Hemos visto que las vesículas de las nubes solo miden 2 centésimos de milímetro de diámetro. Abandonadas á sí mismas, estas vesículas caen. El cálculo

demuestra que invertirían más de media hora en descender desde una altura de dos kilómetros en la Atmósfera, es decir, que la velocidad de su caída no llega á un metro por segundo, y á menudo no pasa de tres decímetros. Pero durante el día, el aire está atravesado constantemente por corrientes cálidas *ascendentes* que se elevan con una velocidad de tres metros por segundo; así es que las nubes no pueden descender durante el día, á no ser que concurren para ello causas excepcionales. No es necesario suponer que sus vesículas estén llenas de aire dilatado y más ligero, como otros tantos globos pequeños. Sin embargo, como decía Fresnel, el calor solar absorbido por la nube debe auxiliar su suspensión. Durante la noche, las nubes se acercan al suelo, pero ya hemos visto que las condiciones de visibilidad del vapor de agua dependen de la temperatura y de punto de saturación. De aquí resulta que aquellas se disuelven por su superficie inferior á medida que descienden á un aire más caliente, y también con bastante frecuencia por la superior cuando se elevan bajo la acción del sol. De suerte que, en definitiva, cambian constantemente de espesor, de forma y hasta de sustancia.

No siendo las nubes otra cosa sino un estado particular del aire nos parecen inmóviles, aun cuando las partículas que las componen bajan sin cesar en su seno para desaparecer en su superficie inferior, disolviéndose en ella, ó descansando en la zona de vapor invisible de que hemos hablado. La marcha horizontal de las corrientes representa un esfuerzo bastante considerable para mantener las nubes á la misma altura, aun cuando todas las partículas acuosas estén llenas.

Habitantes del espacio aéreo, metamorfosis incesantes é imperecederas, elevanse las nubes á las alturas inaccesibles, y ocupan el azul del firmamento con sus formas sin número. «Dominemos la Tierra, les decía decir el brillante Aristófanes en su co-

media *Las Nubes* contra Sócrates; ofrezcamos algunos minutos á las miradas de los hombres nuestra faz mudable que durará, sin embargo, tanto como la eternidad! Remontémonos temblorosas desde el seno de nuestro padre Océano! Trepemos sin respirar á la nevada cumbre de las montañas! Permanezcamos suspendidas en esas alturas desde las que no podemos ver ya nuestra imagen reflejada en el azulado espejo de los mares! Si dejamos de oír el grave murmullo de las ondas, en cambio empezamos á percibir la sublime armonía de los ríos divinos. ¡Qué maravillosa es nuestra misión! ¿Acaso no hemos recibido de Júpiter el encargo de hacer brillar á los ojos de los hombres todas las riquezas del firmamento? ¿No se desprenden al mismo tiempo de nuestro fecundo seno esas lluvias que ponen en movimiento el ciclo de la vida terrestre? Por último; ¿no somos nosotras las que protegemos toda la naturaleza viviente contra el mas cruel de los destinos? ¿y no es nuestra leve cubierta la que separa el mundo viviente del frío implacable de la muerte eterna?»

Después de haber observado la formación de las nubes y su situación en los aires, consideremos ahora sus formas variadas y características.

Estas últimas varían hasta lo infinito, desde la densa niebla que baña la superficie del suelo, hasta los filamentos luminosos tan sueltos que se ciernen en las alturas de la Atmósfera. Sin embargo, la necesidad de clasificarlas científicamente ha suscitado la idea de distinguir, para dar alguna claridad á este estudio tan frecuentemente nebuloso, de las formas generales, los tipos á los que pueda referirse la mayoría de las formas presentadas. El meteorologista Howard fué el primero en dar nombres á esos tipos principales para reconocerlos, habiéndose adoptado generalmente en principio su clasificación, de tal suerte que sus figuras han llegado á ser en cierto modo clásicas,

y ocupan hoy casi todos los tratados de física; pero á nosotros solamente nos servirá aquella de base.

Las nubes cuya forma es mas frecuente en nuestros climas tienen sus contornos redondeados, parecen puestas unas delante de otras, y sus bordes, claramente definidos, dibujan curvas blancas en el azul del cielo. A estas nubes se les ha dado el nombre de *cumulus*, y su forma aparece mejor limitada en el verano. Los marinos las llaman *balas de algodón*. Elévanse engrosando por la mañana, llegan á su mayor altura en el momento en que hace mas calor, y bajan en seguida de nuevo para desaparecer, cuando no son numerosas. Su espesor varía entre 400 y 500 metros, y su altura entre 500 y 3,000.

A veces estas semi-esferas se amontonan y forman esos nubarrones acumulados en el horizonte que se asemejan desde lejos á montañas de nieve: son las que mas se prestan á las ideas fantásticas, porque su ligereza y la variabilidad extraordinaria de sus contornos les comunican toda clase de metamorfosis. En ellas se vé algo de lo que se quiere ver, como hombres, animales, dragones, árboles, montañas, etc. Proporcionan comparaciones á los poetas, debiéndoles Ossian, el bardo escandinavo, sus mas bellas composiciones. Las tradiciones populares de los países montañosos están llenas de sucesos extraños en los que dichas nubes desempeñan un papel importante.

Esta forma frecuente corresponde por lo comun al viento cálido del sudoeste y del sudeste, es decir, á la corriente ecuatorial. Cuando esta corriente húmeda sopla durante algun tiempo, los *cumulus* van siendo mas numerosos y mas densos, extendiéndose como capas que pueden cubrir enteramente el cielo. Esta segunda forma, casi tan frecuente como la primera en nuestros climas variables, caracteriza el invierno del mismo modo que esta última caracteriza el verano; la diferencia principal entre ambas consiste en la densidad, de suerte

que la condensación, ó la lluvia, se presenta mas pronto en este estado del cielo que en el primero. Conócese esta forma de nubes con el nombre de *cumulo-stratus*, y son las que se ven en la atmósfera cuando se dice vulgarmente que el cielo está aborregado.

Cuando las nubes no están claramente designadas, y forman solamente un vasto manto extendido en surcos horizontales hasta el horizonte, resulta un aspecto al que se da el nombre de *stratus*.

Cuando una nube está próxima á resolverse en lluvia, adquiere una intensidad creciente, se pone mas sombría, y á no ser que descargue una granizada ó un chubasco parcial, abarca una considerable extensión. El agua que se desprende de ella caería verticalmente si la atmósfera estuviese tranquila y las gotas fuesen bastante pesadas; pero existen dos causas, el viento y la ligereza de estas últimas, que hacen que la cantidad de agua que cae de una nube forme un rastro oblicuo, precedido generalmente por la nube, á la cual impele el viento con rapidez. Dáse el nombre de *nimbus* á esta situación especial de la nube que se resuelve en lluvia.

Todas ellas están compuestas de vesículas acuosas mas ó menos gruesas y mas ó menos apiñadas. Pero las nubes no residen solamente en las capas aéreas cuya temperatura es superior á cero; sino que flotan también en las regiones cuya temperatura es glacial. En tal situación, el agua vesicular se congela en diminutos filamentos de hielo, y las nubes que estos forman lo son de hielo ó de nieve, que nos han servido ya para explicar varios fenómenos ópticos, como los halos, las parhelias, etc., y son las que se remontan hasta las regiones mas elevadas. Cualquiera que haya sido la altura á la que he llegado en un globo, siempre las he visto á tal elevación que ni siquiera parece que uno se acerque á ellas, al paso que en la mas insignificante ascension se atraviesan pronto los *cúmulus* y las dife-

rentes formas de que acabamos de hablar. A 10,000 metros de altura sobre Inglaterra, M. Glaisher las ha visto dominando todavía, siempre mas arriba, *excelsior!*

Compónense de filamentos sueltos cuyo conjunto tan pronto presenta el aspecto de rastros blancos que estuviesen hechos por una escoba, como de barbas de pluma, de cabellos ó de una red ligera y desigual. Su altura media es de 6,000 á 7,000 metros; por su constitucion misma, moran perpetuamente en las regiones etéreas de las nieves eternas. Pero, como ya hemos visto (pág. 392), la zona de cero varía de altura segun los climas y las estaciones, resultando de aquí que estas mismas nubes pueden presentarse en las regiones inferiores de la Atmósfera bajo las latitudes glaciales de las comarcas polares, y aun bajo las nuestras durante ciertos dias frios del invierno.

Designanse estas nubes con el nombre de *cirrus*. Basta alguna costumbre para conocerlas pronto, y lo que mas admira en ellas es que casi siempre están orientadas formando largos y delgados surcos, rectos, blancos, que corresponden á las corrientes superiores que las dirigen, las fijan ó las disipan.

A veces se empaña su blancura, se cruzan sus estrias y se hacen mas densas á causa de adquirir mas humedad el aire superior. En este caso, toman la apariencia del algodón cardado, modificación que por lo general es un síntoma de lluvia. En este estado de mayor densidad, reciben el nombre de *cirro-stratus*.

A veces también se trasforman en nubecillas de vapor vesicular tan transparentes que á través de ellas se pueden distinguir las estrellas y las manchas de la luna. Estas nubes son las que dan origen á las coronas, y cuando están bien iluminadas, parecen compuestas de redondos vellones de lana; por eso se dice que el cielo está aborregado cuando lo cubren dichas nubecillas. Su altura media es de 3,000 á 4,000 metros. y se conocen con el nombre de *cirro-cumu-*