

los vientos alisios, ¿significa esto que se tengan en cuenta todas las influencias que intervienen en que ocurra el fenómeno y que merced á ella se puedan prever todas sus circunstancias? La generalidad de los meteorologistas no lo opina así, y muchas personas competentes, al estudiar la cuestión delicada y compleja de la teoría general de los vientos, han indicado los vacíos de que adolece.

En primer lugar, falta averiguar si la formación de las corrientes superiores ó con-

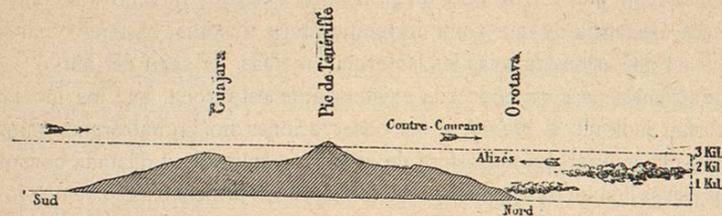


Fig. 208.—Zonas de alisios y contra-alisios en el pico de Teide

tra-alisios se hace por difusión del aire cálido transportado á los límites de la atmósfera. Esto es poco probable: la ascensión de una masa en las condiciones más favorables la haría ir á parar cuando más á unos cuantos kilómetros, á 5.000 metros á lo sumo, según el análisis hecho por el almirante Bourgois. Al llegar á dicha altura, el enfriamiento que acompaña á la dilatación la pondría en equilibrio de temperatura con las capas ambientes y al propio tiempo daría fin á su ascensión. En las regiones ecuatoriales, el

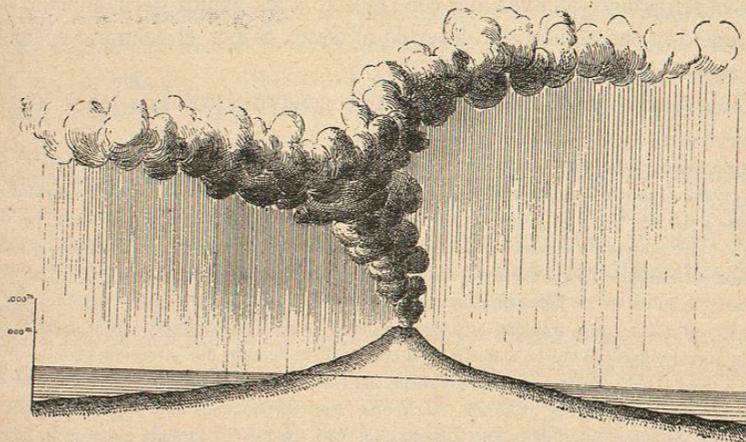


Fig. 209.—Cenizas del Garou arrastradas por el contra-alisio superior

aire que está sobre el Océano se halla siempre cargado de vapor y su densidad resulta disminuída en proporción; mas á medida que se eleva, una parte continuamente creciente del vapor que contiene se condensa, resultando de aquí un caldeo que dilataría el límite de la ascensión si no se siguiese, por otra parte, cierta pérdida de temperatura de una radiación más intensa. Hay, pues, casi compensación, y además la influencia del vapor cesa al encontrarse con la primera capa saturada.

Hemos dicho que la observación comprobaba la existencia de los contra-alisios, y que la teoría general quedaba confirmada con respecto á este punto. En efecto, en las regiones en donde soplan de un modo permanente por decirlo así los alisios del Nord-

este ó del Sudeste, se ven claramente los cirrus, es decir, las nubes más altas de la atmósfera, moviéndose en direcciones precisamente opuestas á las que indica el movimiento de las capas superiores del aire. Las lluvias de polvo, las cenizas volcánicas, arrastradas á grandes distancias de su punto de origen, han atestiguado muchas veces la existencia y dirección de los contra-alisios superiores. En prueba de ello se cita la erupción de mayo de 1812, que llevó las cenizas del Monte-Garou, volcán de la isla de San Vicente, á 200 kilómetros al Este, sobre las Barbadas; la del volcán Coseguina en 1835, cuyas cenizas fueron á cubrir el suelo de la Jamaica, á 1.300 ó 1.400 kilómetros al Nordeste de su punto de partida; la polvareda rojiza que á veces inunda la costa occidental de Africa y que, según el análisis de Ehrenberg, no es otra cosa sino partículas orgánicas arrancadas por los vientos de los lodazales secos de las orillas del Amazonas y del Orinoco.

En la isla Havai, al paso que el alisio sopla en la costa, reina una corriente contraria en la cumbre del Mauna Loa. Piazzzi-Smyth, que hizo un estudio detenido de la meteorología de la isla de Tenerife, ha observado dos zonas en los costados del pico de Teide. Una, la inferior, es la de los alisios, que soplan con su constancia y regularidad acostumbradas en las partes bajas de la isla; y en la otra, ó sea la superior, reina una corriente del Sudeste. Entre ambas y á una altura media poco inferior á 3.000 metros, pero que varía según la estación, el aire está tranquilo y el cielo despejado, al paso que más abajo se acumulan las nubes en un espesor de 300 á 400 metros.

Todos estos hechos son testimonios evidentes de la doble circulación de los vientos regulares en sentido de la vertical; sin ella no se comprendería cómo podría compensarse la atracción de las masas de aire que desde las latitudes templadas boreales y australes vienen á convergir en el Ecuador. Pero al mismo tiempo es fácil ver que los contra-alisios no tienen su origen en los límites de la atmósfera (1), sino que se forman á menores alturas las corrientes de regreso que arrastran consigo las masas de aire sobrecaldeadas y dilatadas de la zona ecuatorial. Además, á medida que los contra-alisios se acercan á latitudes más elevadas, descienden hacia la superficie de la Tierra.

Se han aducido varias causas para explicar este fenómeno, que alcanza todo su desarrollo un poco más allá del paralelo 30. Y en efecto, los vientos dominantes, del Sudoeste en el hemisferio boreal y del Noroeste en el austral, se han convertido en corrientes de superficie. Entre las causas de que hablamos, se ha aducido el enfriamiento que experimentan las masas aéreas al pasar de las zonas tropicales á las templadas, el aumento de su densidad y por consiguiente su descenso hacia el suelo. "Pero este enfriamiento, dice el almirante Bourgois, no puede tener el efecto que se le supone sino en el caso de que las capas atmosféricas inferiores, conservando una temperatura elevada, se encontrasen en regiones menos densas que las capas superiores, cuando por el contrario, se sabe que las causas de disminución de la temperatura media del aire, á medida que la latitud aumenta, son más enérgicas en la superficie que á cierta distancia del suelo." Según otros físicos, este fenómeno reconoce por causa la reducción de

(1) Los vientos de las contracorrientes superiores llevan consigo grandes cantidades de vapores arrebatados por la evaporación á la superficie de los mares ecuatoriales. Bajando en las latitudes templadas á la superficie del suelo, se presentan en los continentes como vientos cálidos y húmedos que dan lugar por su ascensión gradual á condensaciones y lluvias, anunciadas por una baja continua del barómetro, y así vemos que sucede en la Europa occidental, en donde dominan los vientos del Sudoeste. Si los contra-alisios se formasen en el Ecuador en los límites de la atmósfera, quedarían privados de todo su vapor de agua y llegarían hasta nosotros como vientos secos.

la sección transversal de los contra-alisios, á medida que su alejamiento del Ecuador les hace cortar paralelos de menor diámetro. "A medida que la corriente ecuatorial superior, dice M. Jamín, converge hacia el Norte, esta corriente se reduce ó estrecha y envía hacia el suelo *remolinos descendentes*, que se mezclan con los vientos alisios." También se puede aducir como causa del descenso de las contracorrientes superiores la aspiración que tiene lugar en los puntos en que ocurre la ascensión del aire por efecto de la influencia calorífica del sol, y en los que sobreviene una disminución correspondiente de presión, según lo comprueban la observación y el raciocinio.

No carece de importancia la observación de que las regiones en donde reinan las calmas, ya transitoria ó ya permanentemente, son aquellas en donde en encuentran y neutralizan las corrientes aéreas en direcciones opuestas. Tales son las zonas de las calmas del Pacífico en las inmediaciones del Ecuador, allí donde convergen los alisios del Nordeste y del Sudeste; las del Atlántico, que se reducen á centros de calmas, que cambian de lugar, según la estación, tanto en longitud cuanto en latitud. Asimismo hay zonas de calmas en los límites septentrional y meridional de los alisios, á la altura en que, bajando á la superficie del suelo las corrientes superiores, quedan más ó menos neutralizadas por las polares. Esto es también cierto en el sentido vertical, según acabamos de verlo, á juzgar por las observaciones de Piazzzi-Smyth en el pico de Teide. Pero las mismas regiones que se distinguen en tiempos normales por la calma que reina en la atmósfera, son al propio tiempo, si no el asiento, el punto de origen de movimientos aéreos atorbellinados, de borrascas y huracanes, engendrados precisamente por el choque de los vientos contrarios. Estos movimientos giratorios, que muy luego describiremos, no suelen terminar en los puntos en que han nacido, sino que atraviesan las zonas de los vientos regulares, alisios y monzones, cuyo equilibrio rompen momentáneamente y describiendo trayectorias dilatadas en la superficie del globo, y pasando de un continente á otro al través de los océanos, parecen ser la clave de la explicación de los cambios de tiempo. Pero antes de ocuparnos de esta clase de fenómenos, debemos acabar de describir las monzones, ó por lo ménos los vientos regulares que presentan el carácter de periodicidad de aquéllas, porque el Océano Indico y los mares del extremo Oriente no son las únicas regiones en donde predominan esta clase de corrientes.

En el Mediterráneo, único mar que conocían bien los antiguos navegantes, reinan casi seis meses del año vientos de la región Norte, á los cuales dieron los griegos el nombre de *etesios* que aún conservan (en griego *etesiai*, de *etos*, año), á causa de la regularidad con que vuelven á soplar en una misma época del año. Los vientos etesios se notan en todo el Norte de Africa y en toda la extensión del Mediterráneo hasta Grecia é Italia. Hacia el equinoccio de primavera, cuando el Sol traspasando el Ecuador se acerca á nuestras zonas, el viento, que antes soplabá del Este y del Sudeste, salta á los rumbos del Norte y en ellos se mantiene. En junio y julio oscila entre el Norte, el Noroeste y el Nordeste; de fines de julio á fines de septiembre sopla constantemente del Norte, con más fuerza de día que de noche. Al describir Volney el clima de Egipto en 1784, hace las indicaciones siguientes sobre los vientos variables que suceden á los etesios durante la estación de invierno: "A fines de septiembre, cuando el Sol vuelve á pasar la línea, los vientos tornan hacia el Este, y sin fijarse en él, soplan de este rumbo más que de cualquier otro, exceptuando únicamente el Norte. Los buques aprovechan esta estación, que dura todo el mes de octubre y una parte de noviembre, para regresar á Europa, y en las travesías á Marsella se invierten de 30 á 35

días. A medida que el Sol pasa al otro trópico, los vientos se vuelven más variables y tumultuosos, siendo sus regiones más constantes el Norte, el Noroeste y el Oeste. Mantienen así en diciembre, enero y febrero, que en Egipto, lo mismo que en nuestro país, forman la estación de invierno. Entonces los vapores del Mediterráneo, acumulados y dotados de mayor densidad por el frío del aire, se acercan á la tierra, y constituyen las nieblas y las lluvias. A fines de febrero y en marzo, cuando el Sol vuelve hacia el Ecuador, los vientos proceden más que en cualquier otro tiempo de los rumbos del mediodía. En este último mes y durante el de abril reinan el Sudeste, el Sur y el Sudoeste, mezclados á veces con el Oeste, el Norte y el Este, el último de los cuales suele ser el más común á fines de abril, y durante mayo se reparte con el Norte el imperio del mar, haciendo que los barcos inviertan menos tiempo que en el otro equinoccio en su regreso á Francia."

Lo que acabamos de decir se refiere más particularmente á la parte oriental de la cuenca mediterránea; pero los vientos etesios dominan también en la occidental como lo demuestra el párrafo siguiente que tomamos de C. Martins: "Merced á la frecuencia actual de la navegación entre Francia y Argelia se ha podido apreciar mejor el estado normal de los vientos en la parte occidental de la cuenca mediterránea, en la cual predominan decididamente los del Norte. Muchas señales indican esta frecuencia de los vientos del Norte. Por ejemplo, si se compara la mitad del promedio de las travesías de ida y vuelta entre Tolón y Argel, se ve que la de vuelta es la cuarta parte más larga para un buque de vela y la décima para uno de vapor, efecto que no se puede atribuir á las corrientes, puesto que son muy débiles. Además, toda la vertiente Norte de las islas Baleares está barrida por este mismo viento, que ocasiona notable detrimento en la vegetación. Dicho viento domina también en Argel, Tolón y Marsella, llegando en invierno á su mayor violencia entre la costa de Provenza y la de Africa.

"Por mediación de estos vientos del Norte, la brisa marina de las costas de Africa, resultado de la aspiración termométrica ejercida de Norte á Sur por las abrasadas arenas del Sahara, está enlazada con los vientos del Norte, dominantes en Provenza y en toda la cuenca del Ródano. Es pues permitido creer que todos estos vientos tienen un origen común."

En resumen, los vientos periódicos, llámense monzones, etesios ó de cualquier otro modo, tienen con los vientos regulares ó de duración constante una íntima relación que consiste en dimanar de una misma causa: unos y otros son productos de las desigualdades de la temperatura en zonas de latitudes diferentes y de las consiguientes desigualdades de presión. Sólo que en ciertas regiones y especialmente en ciertas extensiones marítimas, estas desigualdades oscilan entre límites que no dependen sino de los cambios de lugar del Sol en latitud, resultando de aquí la constancia de los alisios del Pacífico ó también del Atlántico. Por el contrario, en otras regiones los máximos de temperatura y los centros de bajas presiones están distribuidos con desigualdad, según las estaciones, en razón de la distribución geográfica de las tierras y de sus propiedades caloríficas; el Sahara y los desiertos de Libia en Africa, Siria y Arabia en el Asia occidental, las islas de la Australia y el continente australiano, son otros tantos focos de aspiración para las masas atmosféricas más frías colindantes con ellos; y según las épocas, estos focos contribuyen, juntamente con las zonas ecuatoriales, á producir grandes corrientes atmosféricas, secundándolas unas veces y contrariándolas otras, hasta el punto de cambiar totalmente su dirección. Los alisios se convierten de este modo en monzones y en vientos etesios.

## VI

VIENTOS SINGULARES Y LOCALES: EL MISTRAL Y EL CIERZO, EL FÖHN Y EL SIROCCO;  
LOS VIENTOS DEL DESIERTO: EL SIMÓN

La circulación atmosférica regular, tal como acabamos de procurar describirla y de indicar sus causas generales, está sujeta, sobre todo en los continentes, á numerosas modificaciones que dependen de circunstancias locales, de la naturaleza y relieve del suelo, de la orientación de las cordilleras ó de los valles, etc. Las masas de aire arrastradas por las corrientes adquieren así propiedades mecánicas y físicas muy variadas, resultando de esto accidentes meteorológicos de gran interés en las regiones sobre las cuales dichas masas se mueven. Habría en todo esto materia para importantes estudios de climatología cuyo conjunto formaría volúmenes enteros, aun limitándonos á la descripción de los fenómenos y de las observaciones; pero nos contentaremos con hacer mención de los vientos que más han llamado la atención hasta el presente.

Algunos de los que en Europa soplan de la región del Norte y que por lo común se designan con la denominación de *vientos polares*, se distinguen por su violencia, aunque generalmente haga buen tiempo cuando soplan. Uno de ellos es el *mistral* (ó *maestrale*) en el litoral francés del Mediterráneo y en la región Nordeste de España. Es un viento del Noroeste seco y frío, propio de la parte meridional del valle del Ródano y del Aude, donde también se le llama *cierzo*. Cuando sopla, el cielo está enteramente despejado, y á veces su intensidad es tal que desarraiga árboles y derriba paredes. Al remontar el valle del Ródano, su dirección se aproxima al Norte. Los caracteres físicos del mistral, su sequedad y su violencia se comprenden perfectamente si se considera que las corrientes del Noroeste que llegan á soplar en las costas del Mediterráneo han atravesado la cordillera central, y se han descargado en las montañas de la Auvernia y de las Cevennas de todo el vapor de agua que contenían, y que su fuerza ha debido acelerarse al descender á causa de la atracción del suelo caldeado de la Provenza ó del Languedoc. Así es que cuando el *cierzo* ó el *mistral* se desencadenan con mayor furia es en invierno ó en primavera, épocas en que las Cevennas están cubiertas de nieve.

En el Este de Francia, en Borgoña y en el Franco Condado, el viento del Este y del Nordeste es el que con el nombre de *bise* presenta todos los caracteres del *mistral*, salvo quizás su violencia, que no es tanta.

En la orilla oriental del Adriático, en Istria y en Dalmacia soplan vientos del Norte de análogo origen y causas semejantes, conociéndose los allí con el nombre de *bora*. En España es el *gallego*.

El *mistral* del mediodía de Francia tiene por antagonista un viento de Sudoeste llamado *marino*, caracterizado por las lluvias que trae consigo, prueba de su paso por el mar, en donde las masas de aire han podido saturarse al ponerse en contacto con las olas y recoger los productos de una evaporación activa.

El *föhn* de los Alpes y el *sirocco* de Italia son vientos cálidos cuyas direcciones opuestas coinciden, en cuanto al primero, con la corriente superior ó contra-alisio del Sudoeste, y en cuanto al segundo, con el alisio del Nordeste. Caracterizan á entrambos su extraordinaria sequedad, el descenso del barómetro y un aumento notable en la temperatura.

El *föhn* (*favonius* de los romanos) se siente en la vertiente septentrional de los Alpes, desde Ginebra á Salzburgo y desde Suiza al Tirol. "En Suiza, dice M. Grad, se le llama el *comedor de nieves*, y á fines del estío sirve para secar el heno en los cantones de Uri y de Saint-Gall. Endémico en muchos valles, aparece en todas las estaciones, pero sobre todo se le nota en primavera, porque en esta época disipa en pocas horas, en la zona de los campos cultivados, masas de nieve de uno á dos metros de espesor. Por esto dice un antiguo proverbio de los Alpes, que cuando una gruesa capa de nieve cubre sus casas, campiñas y prados, "ni Dios ni el Sol pueden nada como no acuda el *föhn* en su auxilio, para quitar á la tierra su helado sudario."

En concepto de muchos meteorologistas, como Desor, Escher de la Linth y C. Martins, el *föhn* tiene su origen en el Sahara y adquiere su elevada temperatura en las ardientes arenas del desierto. Dove supone su origen más al Oeste, en el Atlántico, y según él no es otra cosa sino una de las ramificaciones del contra-alisio, opinión de la que también participa Grad. "El detenido estudio de los fenómenos meteorológicos que acompañan al *föhn*, dice este meteorologista, nos induce á creer que existe alguna relación entre él y las tempestades del Sur y del Sudoeste, presentándonoslo como una modificación local de la gran corriente de regreso, dirigida del Ecuador al polo Norte, en el momento de su mayor violencia en los valles de la vertiente septentrional de los Alpes." A nuestro juicio, no hay contradicción entre estas opiniones sobre el origen del *föhn*, que no difieren sino en la apariencia (1).

Cuando la corriente aérea se presenta en los flancos de la vertiente meridional de los Alpes es cálida y húmeda. Pero una vez transpuesto el obstáculo que ante ella se presenta, la presión que la masa de aire soporta disminuye á medida que ésta sube y se dilata, y el trabajo invertido en producir este aumento de volumen se efectúa consumiendo calor. Para una ascensión media de 3.000 á 3.500 metros, la disminución de temperatura varía entre 20° y 30° según el estado higrométrico del aire, de lo cual resulta una condensación de vapor que se deposita, en forma de lluvia y de nieve, en los costados y en la cumbre de la montaña, de suerte que cuando el *föhn* llega á la vertiente septentrional de los Alpes carece de vapor de agua. Continuando su marcha y descendiendo por la pendiente, la presión aumenta, el aire recobra, juntamente con su volumen primitivo, el calor que había perdido, y el viento es seco y cálido, como lo prueba la observación.

Esta explicación de los fenómenos característicos del *föhn* es aplicable á todos los vientos que cruzan por elevadas montañas para bajar á los llanos de la vertiente opuesta. Así sucede con el *sirocco* de la vertiente italiana de los Alpes, que tiene por origen las borrascas del Nordeste, y se hace sentir como viento seco y cálido en las llanuras de Lombardía. En Argelia el mismo nombre designa los vientos del Sur salidos del desierto y que han pasado por cima del Atlas. Algunos vientos que tienen propiedades análogas soplan junto al litoral del Adriático en Ragusa, en las laderas del Elburz al Sur del mar Caspio, y en toda la costa occidental de Groenlandia, donde las corrientes del Sudoeste, después de salvar altitudes de 2.000 metros en el interior, llegan á las tierras bajas de las costas Oeste y Noroeste, ocasionando aumentos de temperatura que no bajan de 25°.

(1) Según unos, el Sahara es un antiguo mar seco; el *föhn* no debía existir cuando el agua cubría el espacio que ocupa, y de este modo se explicaría la inmensa extensión de los glaciares de los Alpes en las últimas épocas geológicas. M. Grad cree que ésta es una hipótesis sin fundamento; pero de todos modos, esta cuestión es enteramente extraña al origen del *föhn*.