LA ATMÓSFERA.

LA ATMOSFERA

DESCRIPCION

DE LOS

GRANDES FENÓMENOS

DE LA NATURALEZA

POR

CAMILO FLAMMARION

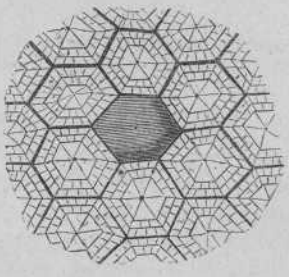
traducida al castellano de la segunda edicion francesa
y adicionada con algunas notas.

POR

D. LUIS BARINAGA Y CORRADI,

PROFESOR DE LA ESCUELA DE MINAS.

TOMO II.



MADRID
IMPRENTA Y LIBRERIA DE GASPAR, EDITORES
(ANTES GASPAR Y ROIG)
Calle del Príncipe, núm. 4.

1875.

LIBRO TERCERO.

LA TEMPERATURA.

PARTE SEGUNDA.

LOS CLIMAS.

CAPITULO PRIMERO.

LOS CLIMAS.

Distribucion de la temperatura en el globo.—Líneas isotermas.—El ecuador.—Los trópicos.—Las regiones templadas.—Los polos.—El clima de Francia.

Si se trazan sobre un globo terráqueo dos líneas paralelas al ecuador, situadas una en cada hemisferio á 23°,28′ de latitud, se marcan así dos círculos entre los cuales se vé pasar el Sol por el zénit en ciertas épocas del año: estos dos círculos son los *trópicos*. El del hemisferio boreal se llama trópico de Cáncer, porque en el solsticio de verano, el Sol pasa por su zénit cuando se encuentra en el signo zodiacal de Cáncer. El del hemisferio austral se llama trópico de Capricornio porque el Sol pasa por su zenit en el solsticio de invierno en el signo zodiacal de Capricornio. La zona comprendida entre estos dos círculos es la mas cálida del globo, puesto que encierra los lugares en que el Sol se eleva á su mayor altura; recibe el nombre de zona tórrida ó intertropical.

Si se trazan sobre el mismo globo terráqueo otros dos círculos que se separen de los polos 23°,28′, es decir cuya latitud sea 66°,32′ se marcan los puntos bajo los cuales puede permanecer el Sol durante algunos dias y encima de los cuales no alcanza mas que el mínimo de su elevacion: estos son los círculos *polares*. Durante medio año se eleva el Sol en espiral por cima de ellos hasta la altura de 23°,28′, y durante otro medio desciende la misma cantidad.

Entre estas dos zonas está la *zona templada* en la cual el Sol sale y se pone todos los dias sin subir nunca hasta el zenit, alcanzando mayor altura y aumentando la duracion de los dias en nuestro hemisferio desde el solsticio de diciembre hasta el solsticio de junio, y viceversa en el hemisferio opuesto.

Las dos zonas glaciales forman 0,082 de la superficie de la Tierra; las dos zonas templadas representan en conjunto 0,520; y por último la zona tórrida compuesta de las dos regiones comprendidas entre los trópicos y el ecuador es á la superficie entera de nuestro planeta como 0,398 es á 1.

La duracion de los dias mas largos y de los dias mas cortos en las diversas latitudes de nuestro hemisferio desde el ecuador hasta los círculos polares, nos da las séries siguientes:

Latitudes.	Ejemplos.	Duracion del dia mas largo.	Duracion del dia mas corto.
0°. .	(Quito).	12h, 0′. .	12h 0′
5 . .	(Bogota).	12 ,17 . .	11 43
10 . .	(Gondar — Madras).	12 ,35 . .	11 25
15 . .	(San Luis).	12 ,53 . .	11 7
20 . .	(Méjico — Bombay).	13 ,13 . .	10 47
25 . .	(Canton).	13 ,34 . .	10 26
30 . .	(El Cairo).	13 ,56 . .	10 4
35 . .	(Argel).	14 ,22 . .	9 38
40 . .	(Madrid — Nápoles).	14 ,51 . .	9 9
45 . .	(Burdeos — Turin).	15 ,26 . .	8 34
50 . .	(Dieppe — Francfort).	16 , 9 . .	7 51
55 . .	(Edimburgo — Copenhague). . .	17 , 7 . .	6 53
60 . .	(San Petersburgo — Christiania)..	18 ,30 . .	5 30
65 . .	(Arcangel).	21 , 9 . .	2 51
66 ,32′	(Círculo polar).	24 , . .	0 0

Lo mismo sucede naturalmente, en el hemisferio austral. Mas alla de las círculos polares, la duracion del dia varía desde 0 á 24 horas en la porcion del año durante la cual el Sol sale y se pone. El número de dias en que el astro radiante está siempre encima ó debajo del horizonte en las diversas latitudes, desde 66°,32′ hasta 90° aparece en el cuadro siguiente, en el que se debe tener presente que los fenómenos son inversos en las dos zonas glaciales.

Latitudes.	El Sol no se pone en el hemisferio boreal y no sale en el hemisferio austral próximamente durante:	El Sol no sale en el hemisferio boreal y no se pone en el hemisferio austral próximamente durante:
66°,32′	1 dia.	1 dia.
70	65 »	60 »
75	103 »	97 »
80	134 »	127 »
85	161 »	153 »
90	186 »	179 »

En esta teoría de los climas hemos supuesto el Sol reducido á su centro; y ademas hemos prescindido de los fenómenos de la aurora y del anochecer producidos por la refraccion de la luz y del calor. Como el diámetro del astro es de 32′ seria preciso retrasar 16′ la latitud en que desaparece por completo. Elevándole ademas la refraccion 33′ sobre el horizonte, seria preciso añadir esta cantidad para obtener la separacion de los círculos polares absolutos. Por último la noche no está completamente cerrada hasta que el Sol está 18° mas bajo que el horizonte. Es preciso tener en cuenta tambien esta circunstancia, de la cual resulta que hácia los polos el dia no desaparece por completo sino muy raras veces, y la noche oscura casi no se conoce.

Las estaciones son inversas en los dos hemisferios, como ya hemos dicho: no son en realidad mas que los intervalos de tiempo que la Tierra emplea en recorrer las cuatro partes de su órbita comprendidas entre los equinoccios y los solsticios. A causa de la excentricidad de la órbita terrestre y en virtud de la ley de las areas, la duracion de cada estacion es distinta, y está representada por los números siguientes que demuestran que el Sol permanece cada año cerca de 8 dias mas en nuestro hemisferio que en el hemisferio austral.

Otoño (22 setiembre á 21 diciembre).	89d	18h	35m
Invierno (21 diciembre á 21 marzo.	89	0	2
Permanece el Sol sobre el horizonte en el hemisferio austral.	178d	18h	37m
Primavera (21 marzo á 21 junio).	92	20	59
Verano (21 junio á 22 setiembre).	93	14	13
Permanece el Sol sobre el horizonte del hemisferio boreal.	186	11	12

Siendo el Sol actualmente el único manantial de calor para la superficie de la Tierra, resulta que los paises mas cálidos son aquellos sobre los cuales está mas tiempo y á quienes envia sus rayos en una direccion mas próxima á la vertical: es decir las regiones situadas en el ecuador y á cada lado de esta línea hasta los trópicos. Estas regiones muy cálidas se designan generalmente bajo el nombre de zona tórrida. A medida que desde los trópicos se sube hácia los polos, se vé que el Sol se eleva menos y que durante seis meses las noches son mas largas que los dias: estas son las zonas templadas en las cuales las estaciones dan mucha mas variedad á los productos de la naturaleza, pero donde la temperatura media del año va disminuyendo constantemente segun la disminucion de la altura aparente del Sol al medio dia. Por último, cuando se ha pasado del grado 66 de latitud, se llega al casquete polar glacial, sobre el que apenas se eleva el Sol en los dias mas hermosos lo bastante para fundir los hielos perpétuos de aquellas regiones tristes y silenciosas.

Es inútil que diga á mis lectores que el polo *sur* es tan frio como el polo *norte* á pesar de la idea que en nuestro hemisferio va unida siempre á la direccion del *sur*. Aun se vé á algunos poetas, viajar

«del polo *abrasador* al polo *helado;*»

pero tales metáforas no debian permitirse en el estado de progreso en que actualmente vivimos. El ecuador está al-

Sur de nuestro hemisferio y los vientos que vienen en esa direccion son cálidos: el ecuador está al norte del otro hemisferio, y los vientos que soplan de él son igualmente cálidos á pesar de que allí llegan del Norte. Para la orientacion meteorológica y para las estaciones, los habitantes de Australia, del Cabo de Buena Esperanza, del Cabo de Hornos, de Buenos-Aires ó de Santiago sienten y hablan al revés que nosotros.

Siendo la latitud, es decir, el ángulo que forman los rayos del Sol cuando llegan á la superficie del suelo, la causa principal de la sucesion de los climas desde el ecuador hasta los polos, la disminucion de temperatura seria progresiva y regular si la Tierra fuese un globo de una homogeneidad perfecta en lugar de hallarse dividido en tierra y agua y surcado por montes, llanuras y valles. Evaluada por ejemplo en 1 000 la temperatura en el ecuador, decreceria uniformemente y seria 923 en los trópicos, 720 á la latitud de Paris, y 500 en los círculos polares. Pero la Tierra no es una esfera tranquila y pulimentada, y se suceden en ella revoluciones constantes, mas ó menos armónicas.

En el libro IV de esta obra veremos que la Atmósfera está en un estado perpétuo de movimiento y que hay vientos generales que recorren periódicamente los diferentes paises del globo. Estas corrientes regulares modifican la distribucion normal de los climas. Los vientos alísios, que establecen una doble corriente entre el ecuador y los polos, moderan al mismo tiempo el frio de las latitudes elevadas que atraviesan y el calor de las regiones tropicales: templan las primeras y refrescan las segundas.

Otra causa se agrega tambien á esta para variar la temperatura en un mismo círculo de latitud. El globo terráqueo está dividido en mares y continentes. El agua tiene mayor capacidad calorífica que la tierra y resulta que el mar está siempre mas frio en verano y mas caliente en invierno que la tierra. Los vientos que vienen del mar impiden que las costas sean tan frias como las tierras del interior. Siendo el viento de S. O. el que sopla con mas frecuencia, las costas occidentales de España, Francia, Esco-

cia y Noruega son mas templadas que los paises de tierra adentro á igualdad de latitud. La gran corriente marina del Gulf-Stream, de que tambien hablaremos, influye de la misma manera en esta modificacion, aumentándola mas aun.

El agua se calienta menos en la superficie que las sustancias térreas, porque estas tienen un calor específico muy inferior al del agua: de modo que la cantidad de calor solar precisa para elevar su temperatura 10° por ejemplo, es mucho menos considerable que la necesaria para elevar á igual temperatura una capa de agua.

Debemos observar ademas, que los rayos solares que absorbe un pequeño espesor de la corteza terrestre, penetran parcialmente en el agua hasta una profundidad considerable; que en el mar por ejemplo no desaparecen hasta que han atravesado profundidades de un centenar de metros, de modo que el calor que procede de su absorcion en vez de concentrarse en la superficie, se reparte en una gran masa de agua, y tiene que ser tanto mas pequeño cuanto mas considerable es esta masa.

La evaporacion, causa muy importante de frio, como ya hemos visto, es tanto mayor cuanto mayor es la escala en que puede verificarse el fenómeno. Ahora bien, en el mar, el líquido puede suministrar constantemente materia á la evaporacion y existe por lo tanto una causa de enfriamiento que no se encuentra ó que al menos no se encuentra en tan alto grado, en tierra firme.

Resulta de estas tres causas (capacidad calorífica, diatermancia, evaporacion), que el agua, y la atmósfera que está en contacto con ella, deben estar en el verano mas frescas que las partes de los terrenos continentales situados de un modo análogo.

En invierno por el contrario están mas templadas, lo cual es fácil de comprender.

Hemos dicho ya que las moléculas superficiales, enfriadas por su radiacion hácia las regiones frias del espacio, se precipitan hácia el fondo á causa del exceso de su peso específico (tomo I; pág. 335); por consiguiente la superficie del mar debe conservar una temperatura superior á la que presenta la superficie de los continentes, puesto

que en estos las moléculas superficiales no pueden hundirse en el terreno.

Estas consecuencias, deducidas de un minucioso exámen del modo con que ejercen su accion los rayos solares sobre la superficie de un mar y sobre la superficie de un continente, se confirman con las observaciones.

En Burdeos por ejemplo, la temperatura media del invierno es de 6°,1, mientras que á la misma latitud de esta ciudad la temperatura del Océano Atlántico no baja nunca de 10°,7 centígrados.

A 50° de latitud no se ha encontrado nunca el Océano á menos de 9° centígrados.

El conjunto de observaciones recogidas demuestra que en el hemisferio norte y en la zona templada, la temperatura media de un islote situado en medio del Atlántico seria mas elevada que el promedio de un punto colocado á la la misma altura en un continente; y que se encontrarian en él un verano mas fresco y un invierno mas templado. Las diferencias en este sentido se han demostrado especialmente en la isla de Madera.

El mar sirve para uniformar las temperaturas, y de aquí nace una oposicion importante entre el clima de las islas ó de las costas, que se observa en los continentes muy accidentados, abundantes en penínsulas y en golfos, y el clima del interior de una masa compacta de tierra firme. En el interior del Asia, Tobolsk, Barnaul sobre el Obi, é Irkoutsk tienen veranos semejantes á los de Berlin, Münster, y Cherburgo; pero á estos veranos suceden inviernos cuya espantosa temperatura es de —18 ó —20°. Durante los meses de verano se vé el termómetro mantenerse semanas enteras á 30 y 31°. Estos *climas continentales* se han llamado por Buffon, con justa causa, *escesivos* y los habitantes de las comarcas en que reinan los climas escesivos parecen condenados como las almas en pena del Purgatorio de Dante: *A sofferir tormenti caldi e geli.*

El clima de Irlanda y de las islas de Jersey y de Guernesey, de la península de Bretaña, de las costas de Normandía y de la Inglaterra meridional, paises de inviernos suaves y de veranos frescos y nebulosos contrasta fuerte-

mente con el clima continental del interior, en el este de Europa. Al nordeste de Irlanda á la misma latitud de Kœnigsberg en Prusia (54° 56′) crecen los mirtos al aire libre como en Portugal. La temperatura del mes de agosto llega á 21° en Hungría y es de 16° á lo sumo en Dublin (colocado sobre la misma línea isoterma de 9° $^1/_2$). La temperatura media del invierno baja á 2°,4 en Buda; en Dublin donde el promedio anual no es mas que de 9°,5, la del invierno es todavía 4°,3 sobre cero: es decir 2° mas que en Milan, en Pavía, en Padua y en toda la Lombardía donde el promedio del año llega á 12°,7. En las Orcadas (Stromnes) un poco al sur de Stokolmo (la diferencia de latitud no llega á medio grado) la temperatura media del invierno es de 4°, es decir mas elevada que en Paris y en Londres. Hay mas: las aguas interiores no se hielan jamás en las islas Færoe, colocadas á 62° de latitud, bajo la suave influencia del viento de Oeste y del mar. En las pintorescas costas del Devonshire, uno de cuyos puntos (Salvemha) se ha llamado el Montpeller del Norte, con motivo de la dulzura de su clima, se ha visto florecer al aire libre la *Agave mexicana*, y dar fruto naranjos en espaldera, sin mas abrigo que el de algunas esteras. En este punto lo mismo que en Penzance, en Gosport y en Cherburgo en las costas de Normandía, la temperatura media del invierno es de 5°,5, ó sea 1°,3 inferior á la de Montpeller y de Florencia.

La temperatura media anual de Lóndres, deducida de cincuenta años de observaciones diarias (1814 á 1863) es de 9°,4. La temperatura media del verano es de 15°,9, y la del invierno de 3°,6. El invierno es, por lo tanto, mas templado en Lóndres que en París, y el verano mas fresco.

No obstante que Cherburgo se halla 1 grado de latitud mas al Norte que París su temperatura media es mas elevada; es de 11°,3 y la de París solo de 10°,7. La diferencia entre los climas de invierno de ambas ciudades es mucho mas considerable, puesto que el promedio de invierno es de 6°,5 en Cherburgo y de 3°,2 en París. Por el contrario, el mar rebaja en verano la temperatura de Cherburgo y de todas sus costas mucho mas que la de París; así es, que en aquellas se ven higueras, laureles y mirtos que perecerian

en las cercanías de nuestra capital. La enorme higuera que existe en Roscoff, en Bretaña, compite con las de Smirna.

Estas comparaciones demuestran de cuántos modos, un solo y mismo promedio anual de temperatura puede repartirse entre las diversas estaciones, y cuánta influencia ejercen estos distintos modos de repartirse el calor en el curso del año, en la vegetacion, en la agricultura, en la madurez de los frutos y en el bienestar material del hombre.

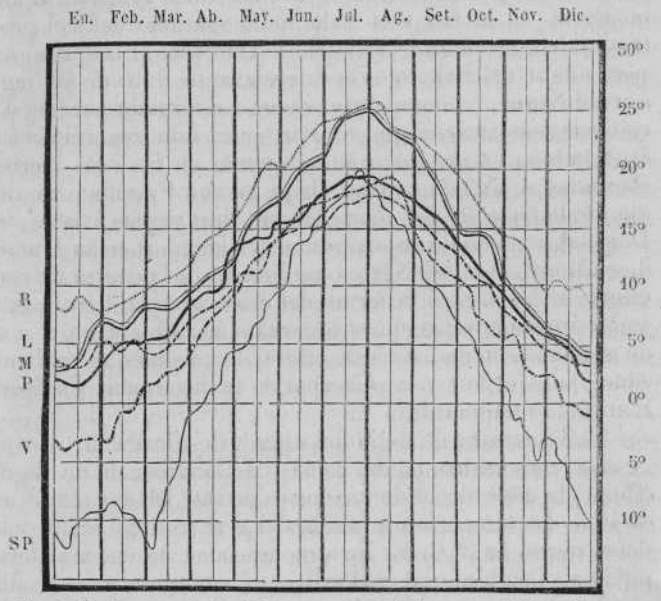


Fig. 1.—Cuadro comparativo de las temperaturas de diversas capitales de Europa.

ROMA. ..... LONDRES. - - - - - - - MADRID. = = = PARIS. ▬▬▬ VIENA. —.—.— SAN PETERSBURGO. ———

Las mismas relaciones de clima que se observan entre la península de Bretaña y el resto de Francia, cuya masa es mas compacta, cuyos veranos son mas cálidos y cuyos inviernos son mas rudos, se reproducen hasta cierto punto entre Europa y el continente asiático, del cual viene aquella á formar una península occidental. Europa debe la be-

nignidad de su clima á su configuracion sumamente accidentada, al Océano que baña las costas occidentales del antiguo mundo, al mar exento de hielos que la separa de las regiones polares, y sobre todo á la existencia y á la posicion geográfica del continente africano, en cuyas comarcas intertropicales hay una gran radiacion que promueve la ascension de una corriente inmensa de aire caliente, mientras que las regiones colocadas al Sur de Asia son en la mayor parte oceánicas. La Europa sería mas fria si el Africa se sumergiera, si la fabulosa Atlántida, saliendo del seno del Océano viniera á unir Europa y América, si las calientes aguas del Gulf-Stream no se mezclaran con las de los mares del Norte, ó si una nueva tierra, sublevada por fuerzas volcánicas se intercalara entre la peninsula escandinava y el Spitzberg. A medida que se avanza de E. á O., recorriendo sobre un mismo paralelo de latitud Francia, Alemania, Polonia y Rusia, hasta la cordillera de los Urales, se vé que las temperaturas medias del año siguen una série decreciente. Pero tambien á medida que se penetra de este modo en el interior, la forma del continente se hace mas y mas compacta; su anchura aumenta, la influencia del mar disminuye y la de los vientos del Oeste se hace menos sensible; hé aquí la causa principal de la disminucion progresiva de la temperatura.

La temperatura media del ecuador es de 27°,5. A causa de lo que acabamos de decir y de la ausencia de vegetacion, la del interior del Africa es de 30°, observada en un termómetro colocado á la sombra y al abrigo del viento caliente; pero hay puntos en que la accion de vientos abrasadores y la escasez de las nubes se combinan para producir un calor intolerable. En el interior de Abisinia y en la proximidad del Mar Rojo no es raro en el verano observar temperaturas de 48 y 50 grados á la sombra. La temperatura del terreno es mas elevada aun. Por la tarde los valles de Abisinia son verdaderos hornos; M. d'Abbadie ha observado 70° en el suelo, y los dos valerosos coroneles de Estado Mayor, MM. Ferret y Galinier, han llegado á observar hasta 75. El aire se estanca en medio de todo aquel calor reverberado; ninguna brisa llega á refrescar aquel

infierno terrestre. Muchas veces el aire es metífico en el fondo de aquellas gargantas. ¡Desgraciado el que descansa en ellas, antes ó despues de la estacion de las lluvias! En esa época solo puede viajarse de noche, y se recorren llanuras completamente yermas.

Como acabamos de ver, en el clima de los diferentes paises del globo influyen causas muy diversas y sería muy sujeto á errores calcular únicamente la distancia al ecuador para apreciar la disminucion de la temperatura, yendo hácia el polo. Hemos dicho que la temperatura media del ecuador es de 27°,5; la temperatura media de París es de 10°,7 y se ha demostrado la temperatura media de — 15°, mas allá del círculo polar.

Para dibujar un cuadro fiel de la distribucion de la temperatura en la superficie de la tierra, ha ideado Alejandro de Humboldt, marcar en un mapa-mundi todos los puntos en que se han hecho observaciones termométricas formales, anotando los grados observados y trazar luego líneas que pasen respectivamente por todos aquellos puntos cuya temperatura media es la misma. Estas líneas se conocen con el nombre de *isotermas* (ἴσος igual y θερμός, calor). Desde hace cincuenta años que se inventó este ingenioso método, se han multiplicado las observaciones y se han perfeccionado los mapas.

Estas líneas de igual temperatura se elevan á lo largo de las costas occidentales de Europa. Si considerásemos especialmente la línea de 10°, por ejemplo, veríamos que toca al grado 40 de latitud al S. O. de Nueva-York, y que se eleva hasta el grado 55 al aproximarse á Inglaterra, de tal modo, que Dublin y Lóndres tienen la misma temperatura media que Nueva-York, aunque están situados mucho mas al Norte. La misma línea de temperatura desciende luego háci ael Sur, y penetrando en el continente va á Viena, Astrakan y Peking, descendiendo algo del 40 paralelo.

La línea de mayor temperatura, llamada ecuador térmico, se mantiene casi siempre al Norte del ecuador; su temperatura varía segun los puntos de 27 á 30°. En las regiones polares la temperatura media de los diferentes puntos decrece hasta la curva de — 17° que apenas ha po-

dido trazarse aun, á causa de la dificultad de los viajes de observacion á esas regiones inhospitalarias.

A pesar de estas grandes diferencias la temperatura media decrece casi uniformemente á razon de medio grado del termómetro por cada grado de latitud. Pero, como por otra parte el calor disminuye 1°, cuando la altitud aumenta 156 ó 170 metros, resulta que 78 ú 85 metros de elevacion sobre el nivel del mar, producen el mismo efecto sobre la temperatura que un adelanto hácia el Norte de 1° de latitud. Por esta razon la temperatura media anual del convento del Monte de San Bernardo, situado á 2 491 metros de altura y á 45° 50′ de latitud, se encuentra en paises llanos á 75° 50′ de latitud.

Estudiando la distribucion del calor en la superficie del globo y trazando el sistema de líneas isotermas, ha puesto Humboldt de manifiesto las causas, que elevan ó que rebajan la temperatura de un lugar.

Las causas que aumentan la temperatura media, son:

La proximidad del Océano al Oeste, en la zona templada.

La configuracion particular de los continentes, cuando presentan numerosas penínsulas.

Los mares mediterráneos y los golfos que penetran mucho tierra adentro.

La orientacion, es decir la posicion de una tierra relativamente á un mar libre de hielos que se estiende mas allá del círculo polar, ó con relacion á un continente de estension considerable situado en el mismo meridiano, en el ecuador, ó al menos en el interior de la zona tropical.

La direccion Sudoeste de los vientos reinantes, si se trata de la periferia occidental de un continente situado en la zona templada, cuando las cadenas de montañas sirven de trinchera y de abrigo contra los vientos que vienen de regiones mas frias.

La escasez de pantanos cuya superficie permanezca helada en la primavera y en principio del verano.

La carencia de bosques en un suelo seco y arenoso: la serenidad constante del cielo en los meses de verano, y por último la proximidad de una corriente marina, si esta trae aguas mas calientes que las del mar que la rodea.

Las causas que rebajan la temperatura, son:

La altura sobre el nivel del mar en una region que no presente páramos estensos.

La distancia grande del mar en la direccion del Oeste y del Sur, en nuestro hemisferio.

La configuracion compacta de un continente cuyas costas no tienen golfos.

Una gran estension de tierras hácia el polo y hasta la region de las nieves perpétuas, á menos que no haya entre la tierra y esta region un mar constantemente libre en invierno.

Una posicion geográfica tal que las regiones tropicales de la misma longitud estén ocupadas por mares, ó en otros términos, la no existencia de paises tropicales en el meridiano del punto cuyo clima trata de estudiarse.

Una cadena de montañas que por su forma ó su direccion impida ó dificulte el acceso de vientos calientes; ó tambien la proximidad de picos aislados á causa de las corrientes de aire frio que descienden á lo largo de sus vertientes.

Bosques de gran estension: impiden que los rayos solares actuen sobre el suelo; las hojas provocan la evaporacion de una gran cantidad de agua en virtud de su actividad orgánica, y aumentan la superficie capaz de enfriarse por radiacion. Los bosques obran, pues, de tres maneras: por su sombra, por su evaporacion y por su radiacion.

Los pantanos numerosos que forman en el norte, hasta la mitad del verano, verdaderos heleros en medio de las llanuras.

Un cielo nebuloso de verano, porque intercepta parte de los rayos del Sol.

Un cielo muy puro en invierno porque favorece la radiacion del calor.

A las condiciones generales de los climas es preciso agregar la influencia que circunstancias locales pueden ejercer en el estado de la temperatura observada. Es mucho mas difícil de lo que generalmente se cree, conocer la temperatura exacta de un lugar cualquiera de la superficie del globo, y sobre todo de un lugar habitado, porque diez termómetros idénticos y bien comparados, no marcarán los mismos grados en el mismo instante en diez calles distintas de una misma ciudad. La principal observacion que podemos hacer aquí, es, que á causa de la radiacion de las casas habitadas y de los obstáculos que una aglomeracion de edificios presenta á la circulacion del aire, la temperatura de las grandes ciudades es siempre menos acentuada y superior á la de las campiñas próximas. Howard ha demostrado que la temperatura media de Lóndres es 1° centígrado mas elevada que la de todas las cercanías. Los termómetros del Observatorio de París están siempre mas bajos que los del interior de la ciudad, y mas altos que los instalados al aire libre en el campo de observacion del Observatorio meteorológico de Montsouris. Todos hemos podido observar

que están mas frescas en verano y mas templadas en invierno las calles estrechas del París antiguo, que las plazas y los anchos boulevarts del París moderno. La diferencia llega á veces á muchos grados.

En campo raso á la misma altitud y en las mismas condiciones de esposicion, la temperatura varía segun la proximidad de los bosques. Los bosques influyen en la temperatura de la atmósfera La temperatura media del aire bajo un bosque es inferior á la que se observa fuera de él. Los promedios de las temperaturas máximas fuera del bosque son mas altos que bajo los árboles: la temperatura media del verano es mayor fuera de los bosques que bajo ellos. Estos hechos resultan, segun dicen MM. Becquerel, de mas de catorce mil observaciones, hechas por ellos en estos últimos años con este objeto.

Las horas de máxima y mínima no son las mismas en el interior de los árboles (aun cuando estén aislados) que en el aire esterior; varían segun la especie y el diámetro de los árboles : en las hojas las variaciones de temperatura se verifican, poco mas ó menos, como en el aire ambiente ; en las ramas delgadas un poco despues, y así sucesivamente hasta el tronco, en el cual son muy lentas. Al decir esto hacemos abstraccion del calor propio de los árboles, que resulta de las diferentes reacciones que se verifican en sus tejidos, y del que toman de los líquidos que absorben por las raices, en atencion á que estas temperaturas son muy débiles, comparadas con la que procede de la radiacion solar ó del enfriamiento nocturno, como lo prueban los máximos y mínimos de temperatura relacionados con los del aire, aunque á diferentes horas. El calor propio de los árboles representa un papel importante en el invierno, impidiendo un descenso de temperatura que les sería fatal. En un árbol de 5 ó 6 decímetros de diámetro, el máximo de temperatura se manifiesta en verano hacia las 10 ó las 11 de la noche, y en invierno hácia las 6 de la tarde, mientras que en el aire se presenta á las 2 ó las 3 segun la estacion : de esta diferencia entre las horas de los máximos resulta, como se ha demostrado además por la observacion, que la temperatura puede descender en el aire por cualquier causa, como por

ejemplo el paso de una nube ó un cambio en la direccion del viento, y elevarse en el interior de los árboles, á consecuencia del calor adquirído por las capas esteriores que se trasmite lentamente á las interiores, á causa de su poca conductibilidad (1).

Las condiciones locales modifican, pues, mas ó menos el cuadro de los climas que acabamos de trazar. La mayor accion local es la que ejerce el relieve del suelo. Las cordilleras dividen la superficie terrestre en grandes cuencas, en valles profundos y estrechos y en valles circulares. Estos valles, encerrados con frecuencia como entre parapetos, *individualizan* los climas locales (por ejemplo en Grecia y en una parte del Asia Menor) y los colocan en condiciones peculiares con relacion al calor, á la humedad, á la transparencia del aire, á la frecuencia de los vientos y de las tempestades. Esta configuracion ha ejercido en todos tiempos una poderosa influencia sobre las producciones del suelo, la eleccion de los cultivos, las costumbres, las formas de gobierno y hasta las enemistades de las razas vecinas. El carácter de la *individualidad geográfica* llega, por decirlo así, á su máximo, cuando la configuracion del suelo en ambos sentidos, horizontal y vertical, es la mas variada posible. El carácter opuesto se manifiesta en gran escala en

(1) La abundancia de bosques y la humedad tienden á rebajar la temperatura, mientras que la falta de árboles y la aridez producen el efecto contrario; la diferencia se eleva á veces á 2° en la temperatura media del año.

Los resultados deducidos de las numerosas observaciones hechas desde hace muchos años por MM. Becquerel, en el Loiret, se han presentado resumidas por estos mismos señores á la Academia de Ciencias, en los términos siguientes:

1.° En verano las temperaturas medias del aire fuera de los bosques son mas elevadas que debajo de ellos;

2.° En invierno sucede lo contrario.

3.° La diferencia entre el promedio anual de la temperatura del aire á muchos kilómetros de un bosque, y la que hay bajo el bosque es próximamente de $^1/_2$ grado.

Siendo en verano las temperaturas medias del aire fuera de los bosques 1°,2 mas elevadas que las de debajo de los árboles, y siendo contrario el efecto en el invierno, resulta que el clima bajo los bosques es un poco menos estremado que el de fuera; por consiguiente tiene el carácter de los climas marinos, bajo el aspecto exclusivo de la temperatura. Las dos floras deben presentar por lo tanto algunas diferencias.

las estepas del Asia septentrional, en las llanuras herbáceas del Nuevo Mundo, en los pedregales con brezos de Europa y en las sabanas arenosas del Africa.

La Francia, á pesar de la variedad que presenta su suelo, ó mejor dicho á causa del modo con que están dispuestos los elementos de esta variedad, es uno de los paises del mundo cuya poblacion es mas homogénea, ó por lo menos tiene mas puntos de contacto en todas sus partes...

La reunion de las tierras elevadas del Mediodía con las llanuras del Norte, es la que origina ese carácter de homogeneidad de clima, cuya influencia se muestra en toda Francia, y en virtud de la cual la nacion francesa es una de las mayores reuniones de hombres de complexion semejante.

La unidad de Francia se debe en gran parte á que el suelo montañoso del Mediodía, á causa de su elevacion, es mucho mas frio proporcionalmente á su latitud que la cuenca del Norte; resultando de aquí, que á escepcion de Gascuña y del litoral del Mediterráneo, el suelo de este país presenta, hasta cierto punto, en todos los departamentos la misma temperatura media.

Dos partes notables del suelo de Francia, el pico de Auvernia y la cuenca de París, aunque circulares una y otra, presentan estructuras diametralmente opuestas. En ambas, las diferentes partes están subordinadas á un centro, pero este centro hace en una y en otra un papel enteramente distinto.

Estos dos polos de nuestro suelo no están situados en las dos estremidades de un mismo diametro; pero en cambio ejercen á su alrededor influencias enteramente contrarias: uno de ellos es hueco y atractivo; el otro saliente y repulsivo (1).

El polo hueco, hácia el cual converge todo es París, centro de poblacion y de cultura. El Cantal, colocado en el centro de la parte meridional representa bastante bien el polo saliente y repulsivo... Uno de nuestros dos polos ha llegado á ser la capital de Francia y del mundo civilizado;

(1) Élie de Beaumont. *Carta geológica de Francia.*

el otro ha permanecido siendo un país pobre y casi desierto...

Se vé, pues, que la situacion de Paris se habia preparado por la naturaleza, y que su importancia política no es, por decirlo así, mas que una consecuencia de su posicion. No es, pues, ni á la casualidad ni á un capricho de la fortuna á lo que Paris debe su esplendor; y los que se han asombrado de no ver la capital de Francia en Bourges, demuestran que solo habian estudiado superficialtemente la estructura de su pais.

Aun se puede observar con este motivo, que las circunstancias geológicas que hacen del punto en que se encuentra Paris la situacion natural de la capital de Francia han favorecido la estension de su influencia en Europa. Como por la parte del N. E. la Francia no tiene fronteras bien determinadas, no hay nada por este lado que limite la influencia de Paris, y esta gran ciudad es por consiguiente, de hecho, la capital intelectual de aquellos dilatados paises que se estienden hácia el Nordeste.

Hemos visto (en el tomo I pág. 361) cual es la temperatura media anual y mensual de Paris, cuales son las variaciones mensuales y diurnas del termómetro y como obra la temperatura de diverso modo sobre el aire, sobre el agua y sobre el suelo. Por el exámen que acabamos de hacer de las líneas isotermas y de la distribucion de la temperatura completamos el conocimiento exacto de nuestros climas; cosa que era importante conocer para formar una idea justa del trabajo del Sol en la superficie de nuestro planeta.

Despues de haber apreciado el conjunto de los climas, y antes de llegar á los polos en esta pequeña revista geográfica, es interesante para nosotros formar una idea exacta de las *diferencias estremas de la temperatura* que se sienten en la superficie de la tierra.

En ningun sitio del globo ni en ninguna estacion, ha llegado á 57° centígrados un termómetro elevado 2 ó 3 metros sobre el suelo, y libre de toda reverberacion.

En alta mar, la temperatura del aire, en ningun tiempo ni estacion ha pasado de 30° centígrados.

El mayor frio que se ha observado sobre nuestro globo en un termómetro suspendido en el aire es de 58° bajo cero.

Las temperaturas mas distantes que se han demostrado en el aire atmosférico, difieren por consiguiente entre sí 115 grados.

Comparando entre sí las temperaturas mas distintas que se han observado en un mismo punto del globo, se puede construir un cuadro curiosísimo de estas diferencias. Hé aquí una lista de los principales puntos del globo en que se han hecho observaciones satisfactorias. Los lugares se han colocado en él por órden descendente de latitud.

Lugares.	Latitud.	Longitud.	Temperat.ª máxima observada.	Temperat.ª mínima observada.	Diferencia.
Isla Melville. . .	74°,47'N.	113°, 8'	+ 15°,6	—48°,3	63°,9
Puerto Félix. . .	70 , 0	94 ,13	+ 21 ,1	—50 ,8	71 ,9
Nignei-Kolymsk. .	68 ,32	158 ,34	+ 22 ,5	—53 ,9	76 ,4
Reikiavik. . . .	64 , 8	24 ,16	+ 20 ,5	—25 ,0	45 ,5
Drontheim. . . .	63 ,26	8 , 3	+ 28 ,7	—23 ,7	52 ,4
Jakoutsk. . . .	62 , 2	127 ,23	+ 30 ,0	—60 ,0	90 ,0
Abo.	60 ,27	19 ,57	+ 35 ,0	—36 ,0	71 ,0
San Petersburgo. .	59 ,56	27 ,58	+ 31 ,1	—38 ,8	69 ,9
Upsala.	59 ,52	15 ,18	+ 30 ,0	—31 ,7	61 ,7
Stokolmo. . . .	59 ,20	15 ,43	+ 37 ,5	—33 ,7	71 ,2
Nignei-Taguilsk. .	57 ,56	57 ,48	+ 35 ,0	—51 ,5	86 ,5
Kasan.	55 ,48	46 ,47	+ 36 ,0	—40 ,0	76 ,0
Moscou.	55 ,45	35 ,14	+ 34 ,5	—43 ,7	78 ,2
Hamburgo. . . .	53 ,33	7 ,38	+ 35 ,0	—30 ,0	65 ,0
Berlin.	52 ,31	11 , 3	+ 39 ,3	—28 ,8	68 ,1
Lóndres.	51 ,31	2 ,28	+ 35 ,0	—15 ,0	50 ,0
Dresde.	51 , 4	11 ,24	+ 38 ,8	—32 ,1	70 ,9
Bruselas.	50 ,51	2 , 1	+ 35 ,0	—21 ,1	56 ,1
Lieja.	50 ,39	3 ,11	+ 37 ,5	—24 ,4	61 ,9
Lille.	50 ,39	0 , 4	+ 35 ,6	—18 ,0	53 ,6
Dieppe.	49 ,49	1 ,12	+ 33 ,5	—19 ,8	53 ,3
Rouen.	49 ,26	10 ,15	+ 38 ,0	—21 ,8	59 ,8
Metz.	49 , 7	3 ,50	+ 38 ,1	—21 ,3	59 ,4
Paris.	48 ,50	0 , 0	+ 40 ,0	—23 ,5	63 ,5
Strasburgo. . . .	48 ,35	5 , 2	+ 35 ,9	—26 ,3	62 ,2
Munich (538 m). .	48 , 8	9 ,14	+ 35 ,0	—28 ,8	63 ,8
Basilea.	47 ,33	5 ,15	+ 34 ,0	—37 ,5	71 ,5
Buda.	47 ,29	16 ,43	+ 36 ,0	—22 ,5	58 ,5
Tours.	47 ,24	1 ,39	+ 38 ,0	—25 ,0	63 ,0

Lugares.	Latitud.	Longitud.	Temperat.ª máxima observada.	Temperat.ª mínima observada.	Diferencia.
Dijon.	47 ,19	2 ,42	+ 35 ,6	—20 ,0	55 ,6
Quebec.	46 ,49	73 ,36	+ 37 ,5	—40 ,0	77 ,5
Lausanne (528 m). .	46 ,31	4 ,18	+ 35 ,0	—20 ,0	55 ,0
Ginebra.	46 ,12	3 ,49	+ 36 ,2	—25 ,3	61 ,5
Monte San Bernardo (2491 m). . .	45 ,50	4 ,45	+ 19 ,7	—30 ,2	49 ,9
GranCartuja(2030m)	45 ,18	3 ,23	+ 27 ,5	—26 ,3	53 ,8
Grenoble. . . .	45 ,11	3 ,34	+ 35 ,0	—21 ,6	56 ,6
Turin.	45 , 4	5 ,21	+ 37 ,6	—17 ,8	55 ,4
El Puy (760 m) . .	45 , 0	1 ,33	+ 34 ,2	—19 ,8	54 ,0
Orange.. . . .	44 , 8	2 ,28	+ 41 ,4	—18 ,0	59 ,4
Toulouse. . . .	43 ,37	0 ,54	+ 40 ,0	—15 ,4	55 ,4
Montpeller. . . .	43 ,37	1 ,32	+ 38 ,6	—18 ,0	56 ,6
Marsella.. . . .	43 ,18	3 , 2	+ 36 ,9	—17 ,5	54 ,4
Perpiñan. . . .	42 ,42	0 ,34	+ 38 ,6	— 9 ,4	48 ,0
Roma.	41 ,54	10 , 7	+ 38 ,0	— 6 ,9	44 ,9
Nápoles (1). . . .	40 ,51	11 ,55	+ 40 ,0	— 5 ,0	45 ,0
Peking.	39 ,54	114 , 9	+ 43 ,1	—15 ,6	58 ,7
Lisboa.	38 ,42	11 ,29	+ 38 ,8	— 2 ,7	41 ,5
Palermo.. . . .	38 , 7	11 , 1	+ 37 ,7	— 0 ,8	39 ,6
Argel.	36 , 5	0 ,44	+ 37 ,5	— 2 ,5	40 ,0
La Habana. . . .	23 , 9	84 ,43	+ 32 ,3	+ 7 ,3	25 ,0
Veracruz. . . .	19 ,12	28 ,29	+ 35 ,6	+16 ,0	19 ,6
Quito (2908 m). . .	0 ,14 S.	81 , 5	+ 22 ,0	+ 6 ,0	16 ,0
Isla de Borbon.. .	20 ,52	53 ,10	+ 37 ,5	+16 ,0	21 ,5

En términos generales las diferencias entre los máximos y los mínimos de temperatura son tantos menores cuanto mas se avanza desde los polos al ecuador. Las variaciones deben á las inflexiones de las líneas isotermas.

La temperatura de los cuerpos sólidos llega á cifras mucho mas elevadas. La arena, en las orillas de los rios ó del mar, está frecuentemente en verano á la temperatura de 65 á 70° centígrados. En Paris, en el mes de agosto de 1826 observó Arago 54° en un termómetro colocado horizontalmente y cuya bola no estaba recubierta mas que con 1 milímetro de tierra vegetal muy fina. El mismo instrumento recubierto con 2 mi-

(1) Entre Nápoles y Pekin debe colocarse Madrid con las siguientes cifras.

	Latitud.	Longitud.	Temperat.ª máxima.	Temperat.ª mínima.	Diferencia.
Madrid. .	40°,24'30''	6°,2'30'' O.	51°,2	—16°,0	67°,2

(N. del T.)

límetros de arena de rio no marcaba mas que 46°. La máxima temperatura del aire fue durante aquel mes 36°,2. El termómetro Messier espuesto directamente al Sol, el 8 de julio de 1793 marcó 63°,2. Humboldt halló en los llanos de Venezuela, que la arena tenia á las 2 de la tarde una temperatura de 55°, y algunas veces hasta de 60°; la del aire á la sombra de un bambú era de 36°,2; al Sol, á medio metro sobre el terreno era de 42°,8. Por la noche la arena solo marcaba 28°; habia perdido mas de 24°.

Ultimamente, el 28 de agosto de 1871, en Paris, hallándome yo observando entre las 2 y las 3 de la tarde con un sol abrasador el curioso creciente de Vénus, me llamó la atencion la temperatura del terrado de zinc en que tenia los pies. Se puso en el suelo un termómetro de guarnicion metálica que marcaba á la sombra 22°,5, y cuando á las 3 tomó la temperatura del zinc marcaba 60°! Se vé, pues, cuanta diferencia hay entre las temperaturas que pueden tomar los objetos espuestos al Sol y la temperatura del aire.

Llegamos ahora al límite de los climas, á la estremidad del mundo, á las regiones silenciosas y heladas de los polos.

Cuando se avanza hácia el círculo polar, el mar se hiela y toma un carácter completamente especial. Parece que este fenómeno se produce á medida que la salazon de las aguas disminuye y que el movimiento de rotacion es menos rápido. Ya hácia el grado 50 de latitud se ven grandes trozos de hielo flotando en el mar. Estos témpanos se han destacado de alguna region mas septentrional y han sido arrastrados por las corrientes que van del polo al ecuador. A los 55° es bastante comun ver las orillas del mar cubrirse del hielo. A los 60 los golfos y los mares interiores se hielan frecuentemente en toda su superficie. A los 70 los témpanos flotantes son muy numerosos y muy grandes. Algunas veces forman verdaderas islas que pueden tener hasta media legua de diámetro. Por último hácia el grado 80 se encuentran generalmente témpanos fijos es decir detenidos acumulados y soldados unos con otros.

Es un hermoso espectáculo el de esas regiones silenciosas.

Los hielos polares están teñidos de los colores mas vivos: parecen bloques de piedras preciosas. Se ven en ellos el brillo del diamante y las tintas deslumbradoras del zafiro y de la esmeralda. Estas aglomeraciones de agua só-

lida, forman unas veces dilatadas llanuras y otras montañas elevadas.

Las llanuras de hielo tienen á veces estensiones inmensas. Algunas se presentan perfectamente lisas, sin fisuras, ni hoquedades, ni montículos. Scoresby ha visto una flotante, sobre la cual hubiera podido recorrer un carruaje en línea recta 35 leguas sin encontrar el menor obstáculo. Cook encontró otro, estrecho, que unia el Asia á la América septentrional.

Cuando estas masas se encuentran resultan choques espantosos, cuyo ruido es semejante al del trueno.

Las montañas de hielo, minadas incesantemente por el mar cambian de forma á cada momento. Se chocan, se empujan, se rompen ó se sueldan. Generalmente tienen uno de sus lados cortados á pico por la parte del Occeano. A lo lejos aparecen como gigantescas entalladuras blancas que recortan la bóveda azul del cielo. De cerca presentan una una superficie lisa ó surcada de grandes estrías; asemejan á pirámides de cristal ó de diamante, á atrevidas columnas, á torres puntiagudas, ó á edificios estraños y magestuosos con sus arcadas, frontones y chapiteles. Pero de repente estas pirámides se grietean y se hienden; una columna se viene abajo y se redondea, una torre se convierte en escalera, un edificio se trasforma en un hongo gigantesco..... ¡Espectáculo imponente siempre, en el cual la instabilidad de las formas rivaliza con su variedad y la magnitud de los témpanos con lo estraño de sus contornos!

Cuando el navegante que se arriesga en las regiones polares vé por primera vez las montañas flotantes de hielo, asiste á un espectáculo singular y conmovedor. El doctor Hayes en su viaje de descubrimientos por los mares árticos, en 1860, ha descrito la primera impresion que le produjeron estas apariciones.

Habiamos encontrado el primer témpano, dice, la víspera de nuestra llegada al círculo polar. Oyendo el mar romperse con furor contra su masa cubierta aun con la niebla, el vigía tuvo intencion de gritar «¡Tierra!» Pero muy pronto el formidable coloso salió de la bruma; venia derecho hácia nosotros, terrible y amenazador: nos apresuramos á dejarle el campo libre. Era una pirámide irregular de unos 300 pies de anchura por 150 de altura; el vértice estaba aun casi oculto por la niebla;

pero disipada esta un instante despues, nos dejó ver un pico brillante alrededor del cual se plegaban algunas neblinas siguiendo sus caprichosas volutas. Habia algo de estraño y de curioso en la soberbia indiferencia de aquel gigante: en vano le prodigaban las olas sus mas tiernas caricias: sordo y frio pasaba por su lado abandonándolas á sus eternas quejas.

En el estrecho de Davis tuvimos que pasar algunas horas mas crueles: una vez, especialmente, creí que llegábamos al término miserable de nuestra carrera. Navegábamos viento en popa con rizos en la mesana y la vela mayor, y con el foque, luchando contra una gran marejada, cuando el mar arrancó el revestido de proa y todo cayó sobre cubierta, escepto la vela mayor, que azotaba furiosamente el palo. Milagrosamente no zozobramos y nos hundimos, cosa que hubiera sucedido sin que nadie pudiera evitarlo si la caña del timon no hubiera estado en una mano vigorosa.

Para la mayor parte de nuestros camaradas, la Groenlandia era todavía una especie de mito; hacia algunos dias ya que navegábamos por sus costas; pero escepto el momento en que vimos Disco, las nubes y la bruma la habian ocultado constantemente á nuestras miradas. De repente sacudió su manto de nieblas y se nos apareció en toda su austera magnificencia. Sus anchos valles, sus profundas gargantas, sus altivas montañas, sus rocas rasgadas y sombrías aumentaban al parecer su terrible desolacion

A medida que la bruma se elevaba y arrastraba lentamente sus ráfagas grises sobre la superficie azul de las aguas, las montañas de hielo, sucediéndose unas á otras, desfilaban ante los navegantes como los casillos fantásticos de un cuento de hadas. Olvidando que habian venido voluntariamente á aquellas regiones les parecia que habian sido atraidos por una mano invisible á la tierra de los encantos. Las ninfas del Norte, en un acceso de alegría infantil, habian arrojado lejos de sí su magnífico velo, y parecia que los guiaban á la eterna mansion de los dioses. Allí estaba el Walhalla de los atrevidos reyes del mar; allá la ciudad de Freyer, el Dios Sol; Alfheim y los retiros de las ninfas; Glitner, con sus murallas de oro y sus techumbres de plata, y Gimle, la mansion de los bienaventurados mas brillante que el Sol; y mas allá, muy lejos, perforando las nubes Himinborg, el monte celestial, donde el puente de los dioses eleva su arco hasta el firmamento.

Es difícil imaginar una escena en que hubiera impresiones mas solemnes; es imposible describir el entusiasmo que cada cambio repentino de aquella magnífica decoracion escitaba en la imaginacion de los navegantes.

Los témpanos que se encuentran en las costas del Spitzberg y de la Groenlandia tienen, ordinariamente 20 á 25 pies de espesor: forman con frecuencia llanuras inmensas cuyos límites no se divisan desde el palo mayor de un navio: esto es lo que que se llama *campos de hielo*. Se puede calcular su estension en tres ó cuatro cientos de leguas cuadradas.

Las ondulaciones del agua, el movimiento de las olas ú otra causa poderosa cualquiera, rompen un campo de hielo en un instante, y le reducen á fragmentos de 100 ó 200 metros cuadrados. Estos fragmentos separados, se chocan y se dispersan; pero en algunos casos son arrastrados por una corriente rápida, y entonces, si encuentran una corriente opuesta que arrastre los enormes restos de otro campo de hielo, se golpean con su ruido espantoso.

Los témpanos arrastrados y mecidos por las olas caen unos sobre otros; se superponen y se cubren de fragmentos mas ó menos voluminosos, componiendo asi verdaderas montañas, accidentadas de mil maneras, que se elevan de 10 á 15 metros sobre las aguas. El grueso que sale de la superficie está generalmente con la parte sumergida en la proporcion de 1 : 4., de modo que la altura total de estas montañas es de 40 á 60 metros.

Algunas veces, témpanos de 30 á 40 metros de longitud, cargados en sus dos estremos solamente, se sumergen á una profundidad tal, que las embarcaciones pueden pasar sobre ellos; pero la tripulacion se encuentra entonces en el mayor de los peligros : el menor choque, la causa mas pequeña puede romper el equilibrio de los pesos que mantienen sumergido el témpano, y si esto sucediera se elevaria violentamente, y arrojaria el barco al aire, ó por lo menos le haria zozobrar sin remedio.

En la bahía de Baffin se ven montañas de hielo mucho mas altas que las de los mares de la Groenlandia : los navegantes han medido algunas que se elevaban á mas de 30 ó 40 metros sobre la superficie del agua, y que tenian, por lo tanto, mas de 200 metros de altura total. Se supone que estas masas aterradoras se forman en las costas, y cierran los vallès que terminan en el mar, desprendiéndose luego de ellas. En la *estacion del sol*, corren las aguas desde lo alto de sus crestas y forman en el mar inmensas cascadas, que algunas veces se hielan tambien. Entonces presentan un espectáculo magestuoso; pero los navegantes le miran desde lejos, porque en un momento se rompen con estrépito aquellas columnas y aquellas arcadas gigantescas, suspendidas en el aire y se precipitan en el mar.

Scoresby ha visto frecuentemente formarse el hielo en alta mar á 20 leguas de la costa. En cuanto los primeros embriones de los cristales se hacen perceptibles, se calma el mar como si hubiera aceite sobre su superficie; los cristales adquieren bien pronto una magnitud de 3 ó 4 pulgadas, y entonces si continúa el frio es cuando empiezan á aglomerarse, para formar placas de hielo mas ó menos estensas, que no tardan en adquirir 2 ó 3 decímetros de espesor.

En estos paises, la densidad del agua del mar es 1,026: en estado de reposo, se congela á 2°. Las concentradas por el frio pueden llegar á una densidad de 1,104. Entonces no se hielan hasta — 10°, y sabido es que el agua saturada de sal, no puede solidificarse hasta —21°.

Estas regiones desoladas en que se congela el azogue al aire libre, están habitadas sin embargo por los Esquimales. ¡Este es el pueblo que avanza mas hácia el frio, porque se estiende hasta el 79° de latitud! El doctor Kane visitó en 1853 dos de sus aldeas de la costa groenlandesa del estrecho de Smith, á 11° del polo. Estas aldeas se llaman Etah y Peterovik; la capital del pais es Upernavik, visitada en 1861 por el doctor Hayes. Puede formarse una idea de las aldeas ocupadas actualmente por este pueblo, del cual desciende la América, echando una mirada á la figura 2. Las cabañas se construyen por hiladas con trozos de hielo cortados en forma de dovelas. La entrada es una abertura circular muy baja. La luz penetra en estas habitaciones estrañas por una ventana, formada con una placa de hielo grueso bien diáfano.

El punto mas próximo al polo á que ha podido llegarse dista de él 6° y $^1/_4$ (latitud 83° 45′), es decir, nada mas que 170 leguas. Parry y Santiago Ross se detuvieron en este punto en 1826. El desgraciado Franklin no llegó mas allá del 77°. El doctor Hayes navegó por los mares polares hasta 81° 40′ en el mes de mayo de 1861.

Terminemos esta reseña general de los climas haciendo observar que la última línea isoterma bien trazada por medio de observaciones es la de —15°, la cual desciende hasta el Norte de América, vuelve á subir por la bahía de

Baffin y atraviosa el grado 80 de latitud, y luego baja otra vez hasta el 70 y hasta el 65. Esta línea forma dos lazos, en los cuales se ha demostrado un aumento de frio. No es

Fig. 2.—Ultimas habitaciones humanas.—Esquimales de las regiones polares.

en el polo mismo donde la temperatura es mas baja, sino á un lado y otro. Hay, pues, lo que puede llamarse dos polos de frio: uno al Norte del continente asiático, no lejos del archipiélago conocido con el nombre de Nueva Siberia; su temperatura media es al parecer de —17°. El otro se encuentra al norte del continente americano, en las islas occidentales del archipiélago polar, y su temperatura es segun parece —19°. Es probable que existan otros dos polos de frio análogos en el océano antártico. En cuanto al polo mismo, los antiguos cálculos del matemático Plana, del geómetra Lambert y del astrónomo Halley, y las recientes in-

vestigaciones de mi malogrado amigo Gustavo Lambert, demuestran de un modo casi evidente, que el frio en él debe ser mucho menos intenso.

En efecto, en nuestro polo sale el Sol (contando con la refraccion) á principios de marzo, y se eleva lentamente rasando casi el horizonte y siguiendo una línea espiral, cada una de cuyas vueltas está un poco mas alta que la anterior. No se pone hasta fines de setiembre. El 21 de junio llega á su mayor altura: 24°. El máximo de calor se manifiesta pues en julio y agosto. De estos cálculos y de las observaciones directas de los navegantes que se han aproximado mas, resulta que el mar no está helado en el polo mismo... Una bala prusiana ha destruido el proyecto laboriosamente preparado de la espedicion francesa que debia ir en el verano de este mismo año (1872) á reconocer la verdad y á hacer que avanzase un paso mas el conocimiento de nuestro globo.

CAPITULO II.

LAS MONTAÑAS.

El esqueleto del globo.—Los climas en las alturas.—Geografía botánica.—Nieves perpétuas.—Heleros.—Las ascensiones á las montañas.—Las avalanchas.

Hemos estudiado sucesivamente los efectos generales de los rayos del Sol en la Atmósfera terrestre y en la superficie del suelo bañada por el fluido aéreo. Los rayos luminosos nos han abierto el camino al principio; y despues hemos estudiado tambien la distribucion de los rayos caloríficos, la organizacion de los climas y de las estaciones. Falta para completar este estudio, principalmente bajo el aspecto de la vida vegetal, dirigir una ojeada general á las montañas. Ya hemos visto que la temperatura disminuye á medida que crece la altura sobre el nivel del mar. Los vegetales, que no son por decirlo así, mas que un tejido de rayos solares y de gases atmosféricos, manifiestan metódicamente la intensidad de estos rayos por la sucesion de sus especies. Subir á una montaña, es en geografía botánica lo mismo que ir del ecuador á los polos. El globo terrestre puede asimilarse á dos montañas unidas por el ecuador; los polos son sus cúspides coronadas de nieves perpetuas.

Aquellas personas cuya vida trascurre en medio de paises llanos, ante dilatadas estensiones de terreno uniforme, con abundantes praderas y fértiles campiñas, las que no han podido contemplar las altas montañas cubiertas de nieve, las tortuosas cordilleras de rápidas vertientes, las rocas desnudas en las cuales solo vegeta inmóvil alguno que otro pi-

no; los heleros con sus verdosas grietas, y sus azules lagos, que reflejan plácidos el color del cielo; las personas que no han podido ver esto, no saben comprender el carácter de grandeza, de magestad, de dominacion que es peculiar á las montañas, á esos gigantes nacidos de las grandes convulsiones del globo. Sobre sus crestas, en aquellas agudas cúspides que se bañan en el azul del cielo, el alma se eleva por cima de los pequeños movimientos moleculares que agitan la superficie terrestre. En el globo aerostático solitario que el viento arrastra á traves de las alturas de la Atmósfera, la mirada que se dirige á la Tierra, da á nuestra mente una idea brillante de la vida y nos causa una impresion indefinible de alegría, de tranquilidad, de íntimo contento como resultado de la situacion particular en que nos encontramos sobre el mundo humano y sobre sus vicisitudes. En las montañas, la impresion es mas severa y menos personal, porque se percibe mas cerca á nuestro alrededor el reinado de las fuerzas físicas activas que regulan la existencia del globo.

A medida que asciendo atravesando zonas cuya temperatura media es cada vez mas baja, observo la série de árboles y de plantas que se suceden segun el clima de cada zona, y hago en 8 ó 10 horas un viaje hácia el frio, absolutamente igual al que podria hacer caminando hácia los polos. En cuanto la altura de una montaña pasa de 1 800 ó 2 000 métros, su ascension hace recorrer la curiosa série de los vegetales hasta su desaparicion completa. Algunas veces, como sucede en el Righi, los abetos, únicos que viven en el último límite, se detienen de repente, haciéndose mucho mas pequeños, y disminuyen con tal rapidez bajo la misteriosa accion del clima, que ascendiendo la altura de un solo abeto por cima del sitio en que hay árboles muy respetables todavía, no se encuentran ya mas que arbustos y matorrales.

Otras veces, como en San Godardo, despues de haber escalado durante horas enteras rocas desnudas y estériles, de haber seguido los abismos de un desierto agreste, surcado por torrentes con cascadas estrepitosas, y de haber dejado los bancos de hielo eclipsarse tras las dentelladas

cúspides, se llega á verdes praderas, regadas por un agua cristalina que se despliegan como opulentas campiñas en aquellas elevadas mesetas.

Pero tambien en este punto espera un gran contraste á la mirada del observador. Estas verdes praderas se estienden hasta las sombrías rocas ó hasta las deslumbradoras nieves sin que un solo árbol las preste su sombra, y sin que ninguna rama de tembloroso follaje invite á la meditacion y al reposo.

La severidad reina allí lo mismo que en las crestas alpinas, cuya inalterable soledad solo turba la cadenciosa marcha de las gamuzas.

Lo que mas llama la atencion del hombre en la naturaleza de esos gigantes de piedra, que se elevan ante las naciones, es la obra que llevan á cabo en silencio y no obstante su inmovilidad secular.

¿Son inertes, pasivas, estériles, inútiles? Sus cabezas cubiertas de nieves y envueltas en el frio sudario de las nubes, ¿duermen como las de los Faraones sepultadas bajo las Pirámides? ¿Qué hacen allí esos séres misteriosos, que viven en una region intermedia entre el cielo y la tierra, esos colosos de granito á cuyo pie son enjambres de hormigas los ejércitos humanos?—Obran, dirigen, gobiernan el mundo.

Reinas de la Atmósfera, hermanas del Océano, á ellas está reservado el repartir sobre la tierra la sávia de la vida. Presentan la tranquilidad austera y la incorrumptible testura de la muerte; y la muerte que les rodea es manantial de la vida que otorgan. Vida y muerte se engendran mutuamente.

Las nubes que se elevan del seno de los mares van á condensarse sobre las cumbres alpinas en forma de nieve, es decir, de agua sólida que resiste sobre ellas al torbellino de la naturaleza. Aquí y allá los bancos de hielo adormecidos en las alturas silenciosas, se despiertan; un manantial nace murmurando, y apenas nacido, fresco é incansable, se abre, cantando, su camino. Llama á sus hermanos, y muchos delgados arroyuelos de un agua cristalina se reunen y corren juntos hácia las hermosas campiñas que

ya se divisan. Se precipitan de cresta en cresta y caen en cascadas espumosas bajando de roca en roca hasta las mesetas en que se forman los torrentes. Allí se convierten en transparentes lagos encerrados entre las montañas y que parecen sonreir dulcemente al cielo. Las nubes se miran en ellos al pasar ¿no son por ventura hermanos la nube y el lago, y como Castor y Pollux no cambian reciprocamente de sitio?

Las escarpadas orillas mecen sobre el espejo de sus aguas las ramas de sus árboles y en él reflejan las desnudas rocas sus superficies agrestes. Pero el agua continúa buscando las llanuras, que sin cesar la atraen. Entonces forma esos cursos de agua que representan tan gran papel en la historia política de las naciones.

Allí, traza el Rhin, objeto contínuo de guerra entre los pobres hombres que habitan una y otra orilla y por este camino septentrional va á encontrar de nuevo el Océano aproximándose al polo.

En otra parte el helero del Ródano inaugura el curso del rio que baja á regar las fértiles llanuras del Mediodia. Y de este modo, volviendo en su movimiento contínuo al seno de los mares, el líquido elemento dibuja sobre el mapa del mundo las diversas líneas en que ha de fundar sus anales la humanidad, pacífica ó belicosa; pero casi siempre tan belicosa como débil.

¡Cuál no es, pues, la importancia de esos gigantescos macizos en la historia entera del mundo! ¡Qué trabajo tan incesante verifican encima, debajo, en medio de nosotros! Trabajo perenne y fatal que nos domina especialmente á nosotros pobres mortales. Todo este gran mecanismo funciona del mar á la Atmósfera, de la Atmósfera á las montañas, de las montañas á las llanuras y al mar, sin que nuestra raza tenga en todo su movimiento la menor participacion. Las nubes se elevan, la lluvia cae, el trueno retumba, la nieve se adhiere á las cimas de las montañas, los vientos nacen y circulan, las aguas viajan con lentitud en los lagos, con estrépito en los torrentes, con pausa en los rios; la verdura cubre las colinas y los valles, el cielo se anima, el Sol brilla... y todo este mecanismo colosal, inmenso,

universal, marcha sin cesar, estraño á nuestros movimientos liliputienses y á nuestra misma existencia, envolviéndonos en su curso, tranquilo, austero, superior á nosotros, y continuando su marcha sin inquietarse para nada de nuestrahistoria.

Asi marchaba todo en la Tierra antes de la aparicion del hombre durante millares de siglos, en los cuales la naturaleza se sonreia á sí misma sin que existiera pensamiento humano que pudiera reposar en su seno, y dirigirse al cielo. Asi continuará su marcha el mecanismo del mundo cuando ya no existamos nosotros cuando las generaciones del porvenir hayan desaparecido á su vez y cuando la raza humana se haya estinguido sobre la tierra.

¡Cuantas épocas habeis visto, montañas solitarias que llegais á las nubes! Habeis visto las campiñas que se estienden á vuestros pies sin rebaños y sin trabajadores : habeis visto vuestros lagos sin barquillas y sin cantares; habeis visto los rios sin ciudades en sus orillas y la tierra sin hombres. Todas estas soledades volvereis á ver en el porvenir.

¡Y acaso no sabreis siquiera que actualmente existen hombres que os contemplan! Y ¡acaso os da exactamente lo mismo que los haya ó que no los haya!

. . . . . .

Las altas regiones de la Atmósfera, dice Alejandro Maury, dispiertan nuestra curiosidad en el mas alto grado. Por mas que nos esforcemos por medio de la induccion y del cálculo en descubrir su constitucion y en averiguar sus fenómenos, permanecen rodeadas aun para nosotros de muchos misterios. Subimos á las montañas, nos elevamos en globo, dirigimos nuestros telescopios á los cuerpos celestes, é inventamos mil instrumentos para demostrar los menores efectos producidos por los agentes físicos en el espacio que de ellos nos separa. Cansados de encontrar constantemente sobre el globo las huellas de hombre y las obras de sus manos, buscamos las regiones en que no ha penetrado todavía, en que la naturaleza permanece vírgen y conserva la fisonomía de las edades geológicas que preceden á la nuestra. En las elevadas cúspides se respira un perfume de antigüedad que nos aproxima á las condi-

ciones del espacio infinito. La Biblia nos representa á Moises subiendo al Sinaï para hablar allí con Dios y recibir directamente la espresion de su voluntad, y esta es la imágen de las impresiones que nos producen los sitios elevados. En la cumbre de las montañas nos hallamos en efecto frente á frente de la Divinidad. No habiendo llegado hasta allí el hombre para destruir, segun sus necesidades ó sus caprichos, el órden primitivo de las cosas, aparecen las leyes físicas en toda su magnitud y en toda su generalidad.

La sublime impresion que nos causan las montañas, no es de ningun modo ilusoria. Procede de una verdadera grandeza. Son el algibe de Europa, el tesoro de su fecundidad. Son el teatro de los cambios, de la alta correspondencia de las corrientes atmosféricas, de los vientos, de los vapores, de las nubes. El agua es el principio de la vida. La circulacion de la vida, bajo forma líquida ó aeriforme se verifica en las montañas. Son las mediadoras, los árbitros entre los elementos desbandados ú opuestos. Son para ellos la armonía y la paz. Los acumulan en sus heleros y despues los distribuyen equitatívamente á las naciones.

Estas nubes que vienen de tan lejos, deben, despues de su viaje, tener gana de detenerse, buscar un momento de reposo. El sitio es grande sobre los Alpes. Cuarenta ó cincuenta leguas de heleros, las presentan al parecer un hermoso lecho. Pero es tal la veleídad y la inconstancia de las viajeras, que la agradable hospitalidad de los Alpes no bastaria á detenerlas mucho tiempo; un trabajo ingenioso las hace permanecer allí, bajo la forma de hielo. (Michelet).

Si la superficie del planeta que no está cubierta de mares, fuera perfectamente lisa, en todas partes habria una uniformidad desconsoladora: en toda la estension de los continentes se reproducirian exactamente los mismos fenómenos. Los vientos, cuyo curso no detendria ningun obstáculo girarian alrededor del globo de uno á otro Océano con un movimiento siempre igual, como las estensas fajas de nubes que se ven en Júpiter. No habria montañas elevadas que por su posicion transversal á la direccion de los vientos produjeran un desequilibrio y rechazasen en todos sentidos

las corrientes atmosféricas; no habria esos grandes refrigerantes que condensan el agua de las nubes y la conservan en sus depósitos de nieve y de hielo: la lluvia caeria en todas partes del mismo modo y las aguas no encontrando declive para correr hácia el Océano, formarian infectos pantanos. El equilibrio perfecto de las fuerzas de la naturaleza, nos traeria como consecuencia el estancamiento universal y la muerte. Si pudieran existir los hombres en una tierra semejante, lejos de encontrar en la uniformidad de su inmensa llanura, mayores facilidades para comunicarse entre sí, permanecian esparcidos alrededor de sus lagunas en todo su primitivo salvajismo. Jamás se hubieran podido verificar las emigraciones de pueblos enteros que han descendido por la pendiente de las montañas á buscar nueva pátria, como bajan los grandes rios en busca del mar. Acaso, como creen algunos geólogos la superficie del globo era lisa y sin ningun accidente marcado, cuando el ictiosauro nadaba torpemente en medio de los pantanos, y el pterodáctilo estendia sus pesadas alas sobre los cañaverales. La tierra entonces podia estar habitada por reptiles; pero no hubiera podido estarlo por hombres.

Cualesquiera que sean las causas de la reparticion actual de las montañas en los continentes, es necesario reconocer un hecho notable: que su altura aumenta á medida que se aproximan á la zona tórrida como si la rotacion de la tierra no hubiera dado solamente por resultado el achatamiento general de la masa planetaria, sino tambien la tumefaccion de los continentes.

Centros vitales del organismo terrestre, detienen los vientos y las nubes, reparten las aguas, modifican todos los movimientos que existen en la superficie del globo. Merced al circuito incesante que se establece entre todas las elevaciones del relieve continental y los dos océanos de las aguas y de la Atmosfera, los climas escalonados en las laderas de las montañas, se mezclan de diversos modos y ponen continuamente en contacto unas con otras las floras, las faunas, las naciones y las razas humas.

Por la gallardía ó por la magestad de sus formas, por su perfil atrevido que se dibuja en el cielo, por el cinturon

de nubes que rodea sus peñascos y sus bosques, por las contínuas variaciones de sombra y de luz que se producen en sus barrancos y en sus contrafuertes, las montañas toman cierta apariencia de personalidad y casi nos inclinamos en ocasiones á ver séres vivientes en aquellas masas peñascosas. Y ademas ¿no presentan en un reducido espacio, un resúmen de todas las bellezas de la tierra? Los climas y las zonas de vegetacion se escalonan en sus laderas: en ellas se pueden abarcar de una sola ojeada los campos cultivados, los bosques, las praderas, los hielos, las nieves y la luz moribunda del Sol que todas las tardes imprime á sus crestas un tono semitrasparente como si aquella enorme masa no fuera mas que un ligero crespon rosado flotando en la inmensidad del cielo. (Eliseo Réclus).

Si el lector quiere trasladarse á las páginas 135 y 136 de esta obra, allí verá la lista de las montañas mas altas de las cinco partes del mundo, la de los puntos habitados mas altos del globo y las ascensiones mas elevadas que se han llevado á cabo en las montañas ó en el aire. Mas adelante (página 333) hemos visto tambien la proporcion en que disminuye la temperatura á medida que la altura se eleva. Veamos ahora las consecuencias de la disminucion de la temperatura para estos grandes macizos que bañan sus cimas en las profundidades enrarecidas de la Atmósfera.

Las primeras consecuencias de esta disminucion de la temperatura son que á medida que se asciende por una montaña elevada, se encuentran escalonadas á diferentes alturas, las producciones orgánicas de todos los paises, y que se atraviesan gradualmente climas cada vez mas rigorosos. Esta estraña contigüidad de los productos del invierno y del verano, contribuye notablemente al encanto que presentan las comarcas alpinas. Colocándose en las cumbres de Suiza, se abarca de una mirada el grandioso panorama de los Alpes, y como en una página abierta del libro de la naturaleza, pueden leerse en aquel cuadro las reglas y las leyes que la ciencia ha establecido con respecto á la distribucion de los seres vivientes en las distintas latitudes. Se ven con claridad seis zonas colocadas una sobre otra, y perfectamente marcadas en sus contornos por

la diferencia de la vejetacion y del aspecto del suelo. En el fondo se estiende la fértil llanura, entrecortada por lagos, por carreteras, por rios, por selvas sembradas de aldeas y de granjas : aquella es la residencia del hombre. Por cima de esta verde alfombra, se elevan en un agradable desórden, risueñas colinas, ya desnudas, ya cubiertas de bosques. Mas arriba, encuentra la mirada crestas pedregosas coronadas por grupos de negros pinos. Encima de estas crestas vuelven á verse laderas cubiertas de abundantes pastos; pero muy pronto el paisaje cambia por completo: la muerte sucede á la vida; á la verdura sustituyen las tintas grises y monótonas de las rocas desnudas. La montaña toma entonces su atractivo ó su grandeza de otros aspectos; de las formas caprichosas y agrestes de las rocas que constituyen su imponente masa. Mas arriba, por fin, los Alpes se cubren de un esplendente manto de nieve, que cobija perpétuamente su perpétuo invierno.

Hemos visto ya que la geografía botánica, la distribucion de los vegetales en la superficie del globo, tiene por base esencial el efecto efectivo del calor trasmitido por el sol á la tierra. Siendo este efecto de la temperatura de los mas importantes en la vegetacion, se ha procurado estudiarle ante todo, para investigar las relaciones que existen entre la distribucion del calor y el carácter de las plantas. Este estudio ha hecho que se divida el globo en ocho regiones bastante bien caracterizadas, que son las que aparecen á continuacion:

1.° La zona ecuatorial, que se estiende 15° á cada lado del ecuador y cuyo promedio anual de temperatura es de 26 á 28°. La humedad de su atmósfera contribuye con el concurso del calor á desarrollar formas vegetales tan hermosas como variadas.

2.° La zona tropical que empieza en el grado 15 de latitud y se estiende hasta los trópicos con una temperatura estival media de 26°, é invernal media de 15°. Ya en esta zona se perciben muchas variaciones de temperatura.

3.° La zona subtropical, que parte de los trópicos y llega al grado 34 de latitud. Su temperatura media es de 17 á 21°, lo cual permite aun que florezcan plantas ecuatoriales. Es la zona mas agradable para la vida del hombre, porque el invierno no es bastante rudo todavía en ella para que sea indispensable sustraerse á sus rigores.

4.° La zona templada cálida, que comprende desde el grado 34 al 45 de latitud y cuya temperatura media es de 12 á 17°.

5.° La zona templada fria, que comienza en el grado 45 y termina en el 58 con una temperatura media de 6 á 12°.

6.° La zona subártica que se estiende desde los 58° á los 62°,32'. Su temperatura es de 4 á 6°.

7.° La zona ártica, que desde el círculo polar (66°,32') alcanza al grado 72 y cuya temperatura apenas es de mas de 2°.

8.° La zona polar que comprende desde el grado 72 hasta los polos. El verano dura en ella cuatro ó cinco semanas. La temperatura media es de — 15°; en verano es de 3°,1; en el mes de julio llega á 5°,8; pero en agosto vuelve á bajar hasta 1°, 2, y en invierno desciende hasta — 30°.

A primera vista parece que este sistema puede satisfacer la imaginacion; se ven en él cortes regulares con temperaturas medias bien determinadas; pero escepto la primera y la última zona, que son las mejor definidas, las demás tienen en sus climas una infinidad de gradaciones, con una diferencia en mas ó en menos, que frecuentemente es muy considerable.

Linneo ha caracterizado en los prolegómenos de la *Flora de la Laponia* la vegetacion de los diversos paises del globo, con aquel estilo conciso y pintoresco que le caracteriza. «La familia de las palmeras, dice, reina en las partes mas cálidas del globo; estas plantas, cargadas de frutos, habitan en gran número en las zonas tropicales. Una rica corona de árboles adorna las playas de la Europa meridional; las cosechas de gramíneas ocupan la Europa septentrional. La última y la mas fria de las regiones habitadas, la Laponia, está cubierta de pálidas algas y de frios líquenes: vegetales de la última especie, sobre la última tierra.»

Existiendo la misma ley para los climas desde el pié hasta la cúspide de una montaña, que desde el ecuador hasta los polos, la vegetacion se sucede en las laderas en un órden semejante. Lo mismo para la flora que para el clima pareceria que se camina hácia el círculo polar á medida que se sube por las faldas de un pico á mayor altitud sobre las llanuras; únicamente que los intervalos de clima que no podrian recorrerse en muchas semanas, se atraviesan en pocos minutos de ascension. Ya hemos visto (tomo I, pág. 333) que la temperatura decrece por término medio 1° centígrado por cada 160 ó 240 metros de altura, segun la altitud relativa del suelo, el punto y la estacion.

Si se sigue la succesion de los climas, por ejemplo, sobre las laderas del Monte Blanco, se ve que, hallándose la línea de 0° á 2,000 metros, la isoterma de — 5° pasa á 2,850 metros; la de — 10° á 3,600; la de — 15° á 4,400; la de — 20° está ya á la altura de 5,200 metros. Siendo la temperatura media del año al nivel del mar 11°, en esta latitud se ve que el clima varía de + 11° á — 17° ó 28° en 4,800 metros; es decir, que en esta ascension, que dura un dia, se hace el mismo viaje físico que si se fuera de Suiza al Spitzberg, recorriendo 35° de latitud: 137 metros de elevacion corresponden á 1° de latitud.

Una de las montañas en que se puede apreciar mejor la sucesion de las especies vegetales, es la de Canigou en los Pirineos, situada á 15 kilómetros de Prades, y que se elevaba orgullosamente á 2,785 metros. Los olivos de las campiñas del Tet crecen al pié del monte; las vides se elevan en él hasta 150 metros; los castaños hasta 800. Los últimos sembrados se detienen á 1,640 metros; los abetos concluyen á 1,950 metros, á cuya altura han desaparecido ya las hayas y las encinas: los álamos blancos se conservan hasta los 2,000 y los pinos hasta los 2,430, desde cuyo término solo quedan las pequeñas plantas raquíticas de las regiones polares. De manera, que segun hace observar E. Reclus, el viaje desde el pié á la cumbre del Canigou, es análogo al que podria hacerse desde el grado 42 al 62 de latitud, desde Córcega á Noruega. Aquí 139 metros de elevacion corresponden á 1° de latitud.

En los Alpes suizos empiezan por desaparecer los nogales, y luego se pierden los castaños: á 750 ú 800 metros no se encuentran ya señales de estos árboles, escepto en la vertiente meridional, en la cual se mantienen aun á 100 metros mas de altitud. Próximamente á esta misma altura desaparecen las encinas, que con las hayas y los álamos formaban la esencia de los bosques. Los cerezos crecen hasta 950 metros; las hayas hasta 1,300: los cereales maduran hasta 1,100 metros en el Norte, y hasta 1,510 en los Grisones, situados en la vertiente meridional: los árboles verdes, como el abeto, el pino, el alerce, constituyen desde allí esclusivamente los estensos bosques que cu-

bren las montañas, y cesan tambien á su vez á los 1 800 metros. (Sin embargo, en la vertiente meridional del Monte Rosa, estos árboles se elevan hasta 2,270 metros : son alerces, pinabetes y pinos, mezclados con alisos y álamos. En la vertiente Norte, las coníferas no pasan, y esto por escepcion, de una altura de 2,000 metros.) El álamo blanco, este arbol robusto, último que encontramos en el Norte, es tambien el último que desaparece de las vertientes de las montañas; se eleva hasta la misma altitud. Algunas veces se encuentran á 100 metros mas de altura pinos albares y pinos teas. Los pastos se elevan hasta 2,600 metros, y en este límite cesa toda vegetacion arborescente, y solo quedan pequeñas manchas de rododendros. Pasada la region en que estos robustos hijos de los Alpes estienden su verde follaje, se encuentran ya únicamente plantas que apenas levantan del suelo; por ejemplo, el sauce herbáceo, que es una planta raquítica: estas son las que se llaman *plantas alpinas*. Podemos observar ahora que existe una diferencia real entre las condiciones de la vida polar y las de la vida glacial alpina. A medida que se asciende en las montañas, el aire es mas seco y mas ligero; en los polos, por el contrario, la Atmósfera es pesada por los vapores que la saturan. ¿Puede ejercer la luz su influencia á través de esta atmósfera, del mismo modo que á través del aire sutil de las elevadas cumbres? No : la Atmósfera debe ejercer una profunda influencia en las condiciones de la vida animal y vegetal, no obstante la analogía de los climas.

Mas arriba, por último, ya no se encuentran mas que liquenes y rocas desnudas, y poco despues el límite de las nieves perpétuas, que varía segun las latitudes, pero que está sometido, sin embargo, á una ley constante.

Nunca he percibido mejor la línea de separacion entre la vida y la muerte, que en mi ascension al Monte Blanco en el mes de setiembre de 1869. Cuando despues de descansar en la «Piedra de la Escalera,» de pasar por las orillas del helero de Bossons y de atravesar el sendero de la avalancha de la Aguja del Mediodía, se presentan á la vista la estensa llanura de nieve ondulada, la region de los

lagos y de sus límpidos arroyuellos de agua trasparente, las lagunas azules del segundo término y los picos (Grands Mulets) que se elevan al frente, ofrecen á la imaginacion un cuadro de silenciosa y solitaria grandeza que conmueve de un modo singular. De allí en adelante solo se fijarán las miradas en la triste sucesion de blancas colinas y en el panorama de las elevadas y soberbias cúspides. Allí reina, desde las remotas edades del mundo, un silencio sepulcral, dominando la vida que se agita á sus pies. La inalterable magestad de aquellas cabezas blancas, despierta en nosotros la idea de un mundo superior que se estiende sobre el nuestro, y para el cual, la vida, con todas sus agitaciones, no es mas que una sombra pasajera. En el globo que nos eleva á estas mismas regiones, no esperimentamos el mismo contraste, porque allí las nubes no son de nieve, y porque en la purísima Atmósfera no existe la misma línea de separacion.

En cuanto á la sucesion de las plantas en sí misma, no es en el Monte Blanco donde se observa mejor. Se percibe mas fácilmente en las montañas aisladas que no llegan al límite de las nieves perpétuas. Una de las ascensiones mas importantes bajo este aspecto, es, sin duda alguna, la del Righi, de la cual hemos hablado ya.

De todas las regiones naturales que se escalonan de este modo á lo largo de las vertientes de una montaña, ninguna tiene un carácter tan marcado como la línea de las *nieves perpétuas* ó persistentes, llamadas así con razon porque resisten á los ardores del verano ó se reproducen inmediatamente cuando un deshielo parcial, durante el verano ó la primavera, ha disminuido su masa. Esta línea se encuentra á una altura absoluta tanto mayor, cuanto mayor sea la temperatura correspondiente al nivel del mar. Se encuentra al nivel del suelo en las regiones polares, donde hace un frio constante, y á una gran elevacion bajo los trópicos.

Este fenómeno es, sin embargo, muy complejo. Depende de la temperatura, del estado higrométrico del aire, de la forma de las montañas, de la direccion de los vientos reinantes y de su contacto con la tierra ó con el mar, de la

altura total de la montaña y de la inclinacion de sus laderas, y por fin, de la estension y de la elevacion absoluta de las mesetas sobre las cuales se eleva la montaña. Todas estas causas reunidas dan al límite de las nieves el carácter de una gran variabilidad.

Hace mucho tiempo que se busca la relacion metereológica que existe entre la altitud del límite inferior de las nieves perpétuas y el clima de cada comarca. Bouger pensaba que este límite correspondia á un promedio anual de temperatura igual al hielo fundente. De Buch y Humboldt han tratado de hacer ver que se referia mejor á una temperatura media del verano igual á ese mismo grado; pero sin embargo se ha reconocido que el límite de las nieves no satisfacia absolutamente á esta condicion.

M. Renou ha demostrado recientemente que este límite se halla íntimamente relacionado con la distribucion de la temperatura en las diversas estaciones.

El límite inferior de las nieves no es únicamente funcion de la latitud y de la temperatura media del año; en el ecuador y en la zona intertropical, no es donde alcanza su mayor altura sobre el nivel del mar, como se ha creido durante mucho tiempo. Sometiéndola á una análisis detenida, cosa que hoy puede hacerse por las observaciones recientes, se ve que depende del concurso de gran número de concausas ademas de las indicadas; tales son, por ejemplo, la diferencia de las temperaturas propias de cada estacion, el grado habitual de sequedad ó de humedad de las capas superiores de la Atmósfera; el espesor absoluto de la masa de nieve que ha caido ó que se ha acumulado; la relacion entre la altura del límite inferior de las nieves y la altura total de la montaña, etc., etc.

En nuestras latitudes la nieve invade todas las pendientes, y hasta las llanuras en invierno; en primavera empieza á fundirse por las partes inferiores; en verano se funde rápidamente, y por último, la fusion se detiene en el otoño en cierto límite que permanece siempre el mismo: esto es lo que se llama límite de las *nieves perpétuas* ó *persistentes*. El fenómeno es, pues, alternativo; durante seis meses las nieves ganan terreno de un modo considerable;

durante los otros seis, le pierden: esta sencilla consideracion demuestra que el límite superior no debe depender mas que de la mitad mas cálida del año, que está comprendida para casi todos los climas al N. del ecuador, entre el 22 de abril y el 22 de octubre. Estos preliminares conducen al establecimiento de esta ley general.

En todos los paises de la tierra, el límite de las nieves persistentes es la altitud á que la mitad mas cálida del año tiene una temperatura media igual á la del hielo fundente.

Los heleros propiamente dichos constituyen un fenómeno aparte; son, en efecto, masas de hielo amontonadas en los valles en los que se acumulan considerablemente, y por los cuales descienden sin cesar, reemplazando de este modo el hielo que se funde en la parte inferior.

El siguiente cuadro indica la disminucion que, á partir del ecuador, sufre la altura de las nieves perpétuas, y de la temperatura media de la mitad mas cálida del año en las llanuras que están á su pié.

Paises.		Latitud.	Altitud del límite de las nieves.	Temperatura media.
Andes.		1°	4,795	27°,4
Méjico.		19	4,580	26 ,2
Himalaya..	Vertiente S. .	30	3,956	25 ,0
	Vertiente N. .		3,067	24 ,0
Cáucaso.		43	3,216	20 ,0
Pirineos.		42	2,800	17 ,5
Alpes.		45	2,700	17 ,0
Carpacios.		47	1,592	16 ,2
Altaï.		49	2,144	13 ,4
Alpes escandinavos. . . .		61	1,650	10 ,3
Islandia..		65	940	6 ,3
Noruega (Mageræ). . . .		71	714	4 ,8
Isla de Cherry.		75	180	1 ,2
Spitzberg (Costa S. O.) . .		78	0	0 ,0

Conocemos, pues, el límite inferior de las nieves perpétuas; en cuanto á su límite *superior* no puede haber duda, porque las cimas mas altas están todavía muy léjos de llegar á las capas de aire que no contienen ya vapor capaz de engendrar cristales de hielo. Es cierto, sin embargo, que si fuera posible llegar á una altitud mas considerable en

los espacios aéreos, acabaria por hallarse un límite superior de las nieves.

En efecto, la glacial Atmósfera de las elevadas regiones no contiene mas que una pequeñísima proporcion de vapor, y los escasos copos de nieve que podrian caer sobre cimas de 15,000 ó 20,000 metros, serian barridos bien pronto por los vientos ó fundidos por los rayos solares. En las faldas de una montaña de esta elevacion habria, sin embargo, una zona de nieve persistente, limitada de un lado por una region de pastos, y del otro por espacios desiertos, completamente desprovistos de vegetacion. Segun Tschudi no debe caer sobre los Alpes á mas de 3,300 metros, sino una cantidad de nieve relativamente muy corta, porque la mayor parte de las nubes cargadas de copos abandonan su nieve sobre las laderas á 2,300 ó 2,600 metros. A esta altura el agua cae tambien algunas veces en forma de lluvia; pero á 3,000 metros las nubes raras veces son de lluvia, y á 3,600 no contienen nunca mas que nieve.

La nieve que cae sobre las montañas por cima del límite de las nieves perpétuas no se funde. Una pequeña parte tan solo, liquidándose bajo la influencia del sol, se infiltra á través de la nieve, y congelándose de nuevo durante la noche, hace pasar á aquella al estado de *nieve granuda* (1), cuerpo intermediario entre el hielo y la nieve, masa granulosa que se compone de cristales redondeados y soldados entre sí por efecto de la presion que soportan. La densidad de la nieve granuda es un término medio entre la del hielo y la de la nieve; mientras que un metro cúbico de nieve pesa 85 kilógramos, un metro cúbico de hielo compacto pesa 900 y un metro cúbico de nieve granuda entre 300 y 600 (el agua líquida pesaria 1,000). La línea de demar-

(1) La voz *nevé* con que los geólogos suizos y franceses designan esta especie de nieve granuda, no tiene equivalente en español. El señor Vilanova en su «Manual de Geología aplicada», la traduce por *nevera*; pero á decir verdad no me atrevo á adoptar la palabra, y prefiero designar el objeto que representa por una voz compuesta, por mas que esto sea molesto, sobre todo cuando hay necesidad de que repetirlo muchas veces. *(N. del T.)*

cacion entre el hielo y la nieve granuda no está bien definida. Segun la presion que soporta esta última, pasa sucesivamente por una série de fases caracterizadas por densidades distintas: primero se convierte en hielo ampolloso; despues en hielo granudo blanco, y por fin, en hielo azul compacto, que es el que forma la sustancia de los heleros (1).

Las condiciones mas favorables para la formacion de los heleros, existen, dice Agassiz, cuando se encuentran agrupadas muchas montañas altas. Sucede entonces, que no solo las cimas, sino tambien las mesetas y los valles intermedios se recubren de heleros hasta niveles en que probablemente no existirian estos si las cumbres estuvieran mas lejos unas de otras. Estensas mesetas que tienen diez, veinte y hasta treinta leguas cuadradas, no presentan de este modo mas que una superficie contínua de hielo, en cuyo centro se elevan las crestas y las cimas de las montañas mas altas, como las islas volcánicas en medio del Occéano. Estas dilatadas estensiones de heleros son las que se llaman *mares de hielo*. Los mares de hielo destacan de toda su circunferencia emisarios que descienden por las gargantas y las fragosidades de las montañas á las regiones inferiores. Estos son los heleros propiamente dichos; su número es muy variable y depende esencialmente de la estructura de los macizos cubiertos por los mares de hielo. En Suiza hay 600 heleros propiamente dichos. Los Alpes comprendidos en la Suiza entre el Monte Blanco y las fronteras del Tirol, forman un mar de hielo de mas de 138 leguas cua-

(1) El señor Vilanova, en su obra citada en la nota anterior, llama *ventisqueros* á estas aglomeraciones de hielo á que se da en francés el nombre de *glaciers*; y aunque tímidamente, indica la voz *glaciar* como á propósito para designarlos. Algunas otras personas que se han ocupado del asunto han traducido la palabra *glacier* por *helero* traduccion que yo encuentro preferible, porque la idea de *ventisquero* es la de un sitio en que la nieve impulsada por la *ventisca* se arremolina, y se deposita conservándose luego mucho tiempo; pero sin las condiciones de compacidad y de movimiento descendente que caracterizan los heleros. En cuanto á la voz *glaciar* hasta ahora no la he visto empleada mas que en una nota del libro del señor Vilanova. (Tomo I, p. 132).

(N. del T.)

dradas. Tales son los depósitos inagotables que alimentan los mayores y principales rios de Europa.

El hielo de los heleros no se parece en nada al hielo ordinario. En lugar de ser bruñido y resbaladizo, es desigual, rugoso ó estriado, raras veces liso y compuesto en fin, de fragmentos angulosos, que tienen por lo comun de 20 á 50 centímetros de diámetro y que están separados unos de otros por numerosas grietas capilares. A medida que se asciende hácia la parte superior de los heleros, estos fragmentos disminuyen de volúmen y se reducen á simples granos; la masa entera pasa entonces al estado de una nieve granulosa; al estado de nieve granuda de que hemos hablado antes.... Los heleros no son por decirlo así otra cosa que transformaciones de la nieve granuda llevadas á cabo por el agua. Aunque la temperatura media de las regiones en que existe nieve granuda sea siempre muy inferior á cero, el Sol llega sin embargo, á fundir todos los años una parte, durante los meses mas cálidos del verano. El agua que resulta de esta fusion se infiltra en la masa, donde reemplaza al aire que la nieve granuda tiene interpuesto en abundancia, se congela por la noche y transforma así parte de la nieve granuda en un hielo poco compacto al principio pero que vá tomando sucesivamente mas compacidad y mas grueso á medida que otras cantidades de agua vienen á infiltrarse en su masa y que toda ella desciende. La transformacion de la nieve granuda en hielo se opera generalmente de abajo arriba, por la sencilla razon de que el agua tendiendo siempre á bajar, embebe primeramente la parte inferior de aquella.

Los heleros presentan un carácter particular que resulta de la disposicion de sus grietas, de sus agujas, de sus *morenas* y de otros muchos accidentes; ademas cambian de aspecto de un año á otro, de una estacion á otra y aun muchas veces del dia á la noche.

Ningun helero es perfectamente blanco; vistos de lejos tienen por regla general una tinta azulada ó verdosa, mas intensa en las paredes de las agujas y en el interior de las grietas que en la parte esterior. Sobre el mismo helero la superficie que no está cubierta por las morenas aparece de

un blanco mate. Por fin, á medida que se asciende por él y que el hielo se presenta menos compacto, las tintas pierden insensiblemente su intensidad y el azul de las grietas cada vez mas claro y mas mate se transforma en un verde hermosísimo. ¿Cuáles son las causas que determinan estas diversas coloraciones? La ciencia no ha resuelto aun este curioso problema. No es, como algunos han supuesto, la reflexion del azul del cielo, pues los heleros conservan su color cuando está nublado.

El 14 de Setiembre de 1868, bajo un cielo nublado y despues de una lluvia muy fina, visitábamos la gruta del helero inferior de Grindelwald, el profesor Lissajous y yo, y el helero aparecia teñido de los mas hermosos colores de la esmeralda, lo mismo que en los dias de cielo despejado. En el interior de la gruta, á la entrada, la transparencia de los macizos y la refraccion de la luz, recordaban de un modo particular el color de la caparrosa. En el fondo en una pieza cuadrangular alumbrada por una lámpara antigua estaba sentada una anciana hechicera, tocando una cítara de cuerdas metálicas: los reflejos de la lámpara eran blancos como en una gruta de sal. El negro Lutschine sale del helero con rápidas oleadas. Los barrancos del torrente, las cascadas, los bloques de los antiguos desprendimientos, las morenas y la admirable série de las vistas del Wengernalp, reunen en aquel pequeño desierto de los Alpes, un boceto físico y metereológico que presenta á cualquiera imaginacion estudiosa un conjunto bastante completo de los conocimientos que resumimos en este capítulo.

Todos los heleros tienen grietas, es decir, enormes fisuras que unas veces atraviesan la masa de hielo de parte á parte y otras no penetran en ella mas que hasta cierta profundidad. Pero el número, la forma, las dimensiones y la disposicion de estas grietas varian hasta el infinito en los distintos heleros y en las diversas partes de uno mismo, segun la inclinacion mas ó menos considerable y la forma del fondo del valle. En general se pueden atravesar ó saltar sin trabajo y sin peligro: pero algunas veces tienen tal anchura que es necesario dar rodeos para evitarlas, ó atravesarlas por medio de escaleras. Saussure en su ascension

observó una que tenia mas de 32 metros de anchura y cuyo fondo no se veia por ninguna parte. La profundidad es ordinariamente de 30 á 40 metros. La nieve cae á veces en estas grietas y las oculta. Cuando no hace mas que reunir las dos orillas, forma encima del abismo una especie de puente, que un simple movimiento del helero puede en muchas ocasiones romper. Estas capas de nieve sin apoyo, son el mayor peligro que amenaza á los viajeros. Ninguna señal indica el ancho abismo que desciende tal vez á una profundidad de centenares de metros; el piso de nieve es uniforme y parece invitar á que se ande sobre él; pero si se coloca el pié sobre el precipicio oculto, sin haber sondeado la nieve con prudencia, aquella débil masa se puede hundir de pronto arrastrando al desgraciado que está sobre ella. Casi todos los años ocurren en las montañas desgracias de esta naturaleza.

Es imposible evitar un estremecimiento de terror cuando se vé producirse una grieta hallándose en un helero. El rio de hielo, dice E. Reclus empieza de repente á crugir y á bramar; á cada momento se oyen sordas detonaciones causadas por las bruscas roturas en el mismo interior de la masa, mientras que un ruido sibilar semejante al que hace el vidrio rayado por el diamante, indica el aumento gradual de la hendidura. Cuando estas grietas se ensanchan poco á poco, producen un espectáculo conmovedor. Las dos paredes azuladas se sumergen hasta tinieblas insondables; las piedras que caen de la superficie rebotan en las salientes y despues se pierden en la oscuridad despertando profundos ecos: un vago murmullo como de aguas corrientes se eleva desde el fondo y algunas veces desagradables bocanadas de un aire frio y penetrante salen del abismo; inclinándose sobre la abierta hendidura, se esperimenta una especie de terror, como si los ruidos y las tinieblas de aquella sima procedieran de otro mundo misterioso y terrible.

En los Alpes de la Suiza francesa llaman *morenas* (1) á

(1) El señor Vilanova llama *canchales* á estos conjuntos de rocas; aparte de que la mayoría de los geólogos españoles traducen como yo *moraine* por *morena*, no me parece aceptable la palabra *canchal* para de-

las aglomeraciones de rocas, de arena y de detritus que se observan á lo largo de las orillas, en la estremidad superior ó en la superficie misma de un helero. Se producen por los desprendimientos de las montañas que los dominan. Su tamaño varía segun la frecuencia de las avalanchas en los diversos valles, segun la naturaleza de las rocas que caen en estas avalanchas, la forma del helero, etc.; pero en general aumentan á medida que están mas próximas á la estremidad inferior del helero.

En los Alpes caen próximamente 18 metros de nieve cada año, los cuales son equivalentes á 2^{m} 3 de hielo. En estas regiones elevadas, el calor solar no es bastante para liquidar una cantidad tan grande de agua sólida; y resulta cada año un resíduo ó remanente de hielo que forma el núcleo de los heleros. Amontonadas en su sitio estas capas anuales acabarian por formar verdaderas montañas. Suponiendo que en un punto determinado tomado por cima de las nieves, la capa agregada cada año sea de un metro, estos depósitos acumulados sin cesar unos á otros durante el corto período de la Era Cristiana, formarian ya hoy una elevacion de 1,870 metros. Y si esta misma acumulacion en vez de empezar con los tiempos históricos, se remontára hasta las edades geológicas, la altura de la nieve reunida sobrepujaria todo cuanto podemos imaginar. Es evidente que no se verifica ninguna acumulacion de esta clase y que la cantidad de nieve de las montañas no aumenta en la proporcion que acabamos de indicar. Cualquiera que sea la razon, el hecho es que no puede el Sol sacar al Océano de su lecho y amontonar sus aguas sobre las cúspides de las montañas.

¿Pero cómo se quita este esceso anual de carga, de los hombros de las montañas? Por medio del mismo Sol y de los meteoros. El astro que eleva los vapores del Océano

signar esos cuerpos, porque *canchales* se llaman en muchas provincias de España los trozos de rocas desprendidos del terreno y arrastrados por las aguas, ó por la accion sola de la gravedad á alguna distancia; y tambien al sitio en que esas rocas se encuentran; lo cual es una cosa distinta de lo que se conoce en francés con el nombre de *moraines*.

(N. del T.)

hasta las aéreas cúspides, se encarga tambien de devolver las aguas superiores al depósito marino. Por sí mismo funde una parte. Las lluvias y las tibias neblinas que los vientos conducen sobre las montañas, le ayudan muchísimo. Los vientos frios contribuyen tambien levantando torbellinos de nieve que van á parar á las pendientes inferiores en que la temperatura es mas elevada. No hay una sola de las violentas borrascas de invierno que no arranque de las cimas de las montañas, millones de metros cúbicos de nieve; y esto puede verse perfectamente desde abajo cuando las cimas azotadas por el viento humean como cráteres; y las capas pulverulentas se dispersan formando torbellinos. Los vientos cálidos y secos hacen mas aun que las tempestades para aminorar las masas de nieve que se aglomeran en las cumbres. El viento de Mediodía, llamado *fœhn* por los montañeses, funde ó hace que se evapore en doce horas una capa de nieve que algunas veces alcanza un espesor de $^3/_4$ de metro: dice el proverbio que «se come la nieve» y vuelve á traer la primavera á las alturas. El fœhn es, despues del Sol, el principal agente climatológico de los Alpes.

Ademas las nieves y los hielos no permanecen inmóviles, sino que descienden resbalando por grados insensibles á lo largo de las vertientes. A medida que se agrega una capa á otra, las porciones mas inferiores de la masa se comprimen y se consolidan; las capas inferiores se ven oprimidas por el peso de las capas superiores, y si se apoyan en una pendiente ceden al esfuerzo que las solicita y tienden á bajar.

Al mismo tiempo el helero resbala sobre su lecho inclinado: desciende entero por la pendiente de la montaña, destruyendo las asperezas de las rocas y puliendo sus superficies duras. La capa inferior de este potente pulidor se horada y se llena de surcos tambien por efecto de las rocas sobre que pasa; pero á medida que desciende la masa total de nieve helada, entra en una region mas cálida, se funde con mas abundancia y algunas veces antes de haber llegado á la base de la pendiente, se ha hecho pedazos ó se ha destruido por completo en virtud de su fusion. Algunas ve-

ces tambien la masa helada descendiendo de este modo llega á valles anchos y profundos, en los que se consolida mas y por los cuales continúa bajando con un paso lento, pero ya susceptible de medirse, imitando en sus movimientos el curso de un rio. El hielo llega de este modo á alturas mas bajas que el límite de las nieves perpétuas, hasta que por último la pérdida que esperimenta por la parte inferior es igual á la acumulacion de la parte alta, y entonces termina el helero.

El movimiento de traslacion de un helero no es el mismo en todas sus partes. Sus diferentes secciones están animadas de velocidades distintas. La línea central en que el espesor y la pendiente son mayores, se mueve con mayor rapidez. Las orillas en que la masa es mas delgada y en que el rozamiento produce una resistencia muy sensible, resbalan mas lentamente. Agassiz y Desor han medido de un modo exacto las cantidades de movimiento de las diferentes partes del helero del Aar, colocando en su superficie en sentido de su anchura, series de estacas bien alineadas, cuya marcha podian observar, refiriédola á objetos fijos tomados en las rocas circunvecinas.

Una série de estacas colocadas en una línea recta transversal de 1 350 metros de longitud describia al cabo de un año una curva compleja cada vez mas convexa. Colocando los jalones en la línea media del helero, los físicos suizos han reconocido que las partes medias marchan 70 ó 77 metros por año, mientras que el talud final del mismo no adelanta mas que 30 metros y la parte superior unos 40.

Una escalera que Saussure habia dejado en 1788 al pié de la Aguja Negra, en su ascension al Monte Blanco, se encontró en 1832, 4 350 metros mas abajo. La escalera habia bajado, pues, durante aquellos 44 años con una velocidad media de 99 metros por año ó de 27 centímetros por dia. Una mochila que se cayó en 1836 en una hendidura del helero de Talèfre y se encontró diez años despues, habia caminado con mas rapidez que la escalera de Saussure. Habia recorrido 129 metros al año ó sea mas de 35 centímetros en cada 24 horas. Sin embargo estas últimas observaciones no pueden servir para medir la velocidad real del

helero, porque seria preciso saber de una manera positiva si esos cuerpos arrastrados estaban en la parte central ó en los bordes de la corriente de hielo, en el medio ó en la proximidad del fondo. De un modo ó de otro estos cálculos aproximados, hacen creer que la nieve que cae en la garganta del Gigante, tarda unos ciento veinte años en llegar convertida en hielo á la estremidad inferior del helero de los Bossons.

Algunos restos humanos han servido tambien, por desgracia, para establecer el movimiento de los hielos. En 1861, en 1863 y en 1865, el helero de Bossons ha devuelto los restos de los tres guias que cayeron en 1820 en la primera hendidura que existe en la base del Monte Blanco. Los cadáveres caidos al fondo del precipicio recorrieron durante un período de mas de cuarenta años, un espacio de 6 kilómetros próximamente; descendian pues, á razon de 140 á 150 metros por año. Un helero mas lento de los Alpes austriacos, que se estiende en el Ahrental, arrojó en 1860 un cadáver bien conservado, vestido todavía con un traje, cuyo corte antiguo está abandonado desde hace ya siglos por los montañeses.

Los héroes de los heleros, dice Michelet, han sido tambien sus mártires. Por ellos principalmente, se ha podido conocer su movimiento progresivo. Le han medido con sus cuerpos. Santiago Balmat fue despeñado en 1834; Pedro Balmat en 1820; sus despojos, arrojados por la base del helero en 1861, demostraron que se verificaba el descenso en cuarenta años. Aquellos pobres restos, conservados en una urna de cristales en el Museo de Annecy conmueven mucho, cuando se piensa que esta heróica familia, no sólo fué la primera que subió á la cúspide, sino que por su desgracia demostró la ley de los heleros, su evolucion regular, que abre á su conocimiento un nuevo horizonte.

Tales son los heleros, considerados en su estructura, su modo de formacion, su marcha, su trabajo metereológico. Tales son los caractéres principales de las elevadas montañas que detienen las aguas del cielo para distribuírselas á las naciones de la Tierra.

Para apreciar lo mejor posible el aspecto de la natura-

leza terrestre en las alturas de la Atmósfera enrarecida, podemos seguir á los viajeros que han llevado á cabo ascensiones científicas, y considerar con ellos el panorama que han podido observar. Siendo las primeras tentativas las que mas llaman la atencion, escojamos entre las numerosas ascensiones verificadas á la cima del gigante de Europa desde hace un siglo, la primera de todas la del célebre Horacio Benedictino de Saussure.

Desde 1760 hasta 1786, habia estado este infatigable naturalista, ofreciendo grandes recompensas á los guias del país que pudieran encontrar un sendero practicable para trepar hasta la cima del Monte-Blanco. En 1775 lo intentaron con perseverancia cuatro guias de Chamounix, pero les desanimaron las fatigas. En 1783, otros tres guias empezaron de nuevo las mismas tentativas sin obtener mejor éxito. Gracias á las indicaciones de dos cazadores que habian avanzado hasta muy arriba persiguiendo á las gamuzas, un chantre de la catedral de Ginebra, el naturalista Pedro Bourrit anduvo las tres cuartas partes del camino, pero sin llegar á la cumbre. Por último, en 1786, el guia Santiago Balmat, de una agilidad prodigiosa, consiguió elevarse hasta ella, á una altura de 4,810 metros sobre el nivel del mar, y de 3,000 sobre Chamounix, por un camino que habia descubierto á fuerza de investigaciones, en compañía de su médico el doctor Paccard.

Despues de dos ensayos infructuosos en 1785 y 1786, con Bourrit y Balmat, realizó Horacio de Saussure, el 1.° de agosto de 1787, el proyecto con que soñaba desde hacia tantos años. Le acompañaban Santiago Balmat, como guia principal, otros diez y siete guias, cargados con el material y su criado. No obstante el deseo de su hijo, le dejó en Chamounix, para que hiciera observaciones correspondientes á las que él se proponia hacer en la cumbre de la montaña. —Pero escuchemos al sabio autor referirnos por sí mismo las impresiones de aquel atrevido viaje:

Para hallarme en completa libertad de elegir los sitios en que habia de pernoctar, dice, mandé llevar una tienda y me acosté cobijado por ella la primer noche en la cumbre de la Montaña de la Costa. Este dia no ofrece nunca peligros ni trabajos: se sube siempre sobre césped ó sobre

rocas, y se anda la jornada fácilmente en cinco ó seis horas. Pero desde allí hasta la cima no se anda ya mas que sobre nieve.

El segundo dia de ascension no es el mas fácil. Es necesario empezar por pasar el helero de la Costa para llegar al pie de una pequeña cordillera de rocas que están enclavadas en las nieves del Monte Blanco. Este helero es difícil y peligroso. Está entrecortado por anchas, profundas, é irregulares hendiduras que frecuentemente no se pueden atravesar sino por puentes de nieve algunas veces muy delgados y suspendidos sobre abismos. En uno de ellos faltó poco para que pereciera uno los guias. Habia ido la víspera con dos compañeros á reconocer el paso: felizmente habian tenido la precaucion de atarse unos á otros con cuerdas: la nieve se rompió bajo sus pies en medio de una ancha y profunda grieta, y quedó suspendido entre sus dos camaradas Pasamos todos al lado de la abertura que habia hecho y me estremecí á la vista del peligro que habia corrido. El paso de este helero es tan difícil y tan tortuoso, que necesitamos tres horas para ir desde la parte alta de la Costa hasta las primeras rocas de la cordillera aislada, á pesar de que solo hay un cuarto de legua en línea recta.

A las cuatro de la tarde llegamos á la segunda de las tres grandes mesetas que teníamos que atravesar, y allí nos detuvimos para acampar.

Mis guias se pusieron primeramente á examinar el sitio en que debiamos pasar la noche; pero sintieron muy pronto los efectos del enrarecimiento del aire (el barómetro no marcaba mas que 17 pulgadas y 10 líneas). Aquellos hombres robustos para quienes las siete ú ocho horas de marcha que acababan de hacer no son absolutamente nada, no bien habian quitado cinco ó seis paladas de nieve cuando se hallaban en la imposibilidad de continuar: necesitaban relevarse á cada momento. Uno de ellos que habia vuelto atrás para traer una cuba llena del agua que habiamos visto en una grieta, se desmayó al ir, tuvo que volverse sin agua y pasó la noche con las mayores angustias. Yo mismo, tan acostumbrado al aire de las montañas que casi me encuentro mejor en ellas que en la llanura, estaba rendido de fatiga por haber preparado los instrumentos meteorológicos. Aquel malestar nos producia una sed ardiente, y solo podiamos procurarnos agua fundiendo nieve, porque el agua que habiamos visto al subir se habia helado ya cuando quisimos volver; y la estufita que yo habia hecho llevar apenas daba el agua bastante para 20 personas sedientas.

Desde el centro de esta meseta, comprendida entre la cima mas alta del Monte Blanco por el Mediodía, sus altos bancos al Este y la cúpula de la Merienda al Oeste apenas se ven mas que nieves. Son puras, de una blancura deslumbradora, y en las cimas forman el mas estraño contraste con el cielo casi siempre negro de aquellas elevadas regiones. Allí no se ve ningun ser viviente, ninguna apariencia de vegetacion; es la mansion del frio y del silencio. Cuando pensaba en el doctor Paccard y en Santiago Balmat llegando los primeros al declinar el dia á aquellos desiertos, sin abrigo, sin recursos, sin tener siquiera la certeza de que los hombres pudieran vivir en los sitios á donde querian llegar, y prosiguiendo sin embargo con intrepidez su marcha, admiraba su fuerza de voluntad y su valor.

Mis guias, preocupados siempre con el temor del frio, cerraron tan exactamente las junturas de la tienda que me molestaron mucho el calor y el aire viciado por nuestra respiracion. Tuve que salir de noche para

respirar. La luna brillaba en todo su esplendor en medio de un cielo negro como el ébano. Júpiter se elevaba tambien radiante detras de la cima mas alta al Este del Monte Blanco y la luz reverberada por toda aquella cuenca de nieve, era tan fuerte, que no se distinguian mas que las estrellas de primera y segunda magnitud. Empezábamos al fin á dormirnos cuando nos despertó el ruido de una gran avalancha que cubrió parte de la pendiente que debíamos subir al otro dia. Al rayar el alba, el termómetro estaba á 3 grados bajo cero.

Salimos ya tarde porque tuvimos necesidad de fundir nieve para el desayuno y para el camino. Tan pronto como estaba fundida ya se la habian bebido, y aquellas gentes que guardaban con la mayor fidelidad el vino que habia hecho llevar me robaban contínuamente el agua que queria tener de reserva.

Empezamos á subir á la tercera y última meseta y despues torcimos á la izquierda para llegar á la roca mas elevada, al Este de la cima. La pendiente es sumamente rápida, de 39º en algunos sitios; por todas partes termina en precipicios, y la superficie de la nieve estaba tan dura que los que iban delante no podian apoyar los pies sin romperla antes con el hacha. Invertimos dos horas en subir aquella pendiente que tiene unas 250 toesas de altura. Llegados á la última roca, tomamos de nuevo á la derecha, al Oeste para subir la última cuesta, cuya altura vertical es de 150 toesas próximamente. Esta pendiente no tiene mas que 28 ó 29º de inclinacion y no presenta ningun peligro: pero el aire está tan enrarecido que las fuerzas se agotan inmediatamente; cerca de la cúspide no podia dar mas que quince ó diez y seis pasos sin tomar aliento y al mismo tiempo sentia una especie de desfallecimiento que me obligaba á sentarme; pero apenas se restablecia la respiracion sentia renacer mis fuerzas y me parecia que de una tirada podria subir hasta la cumbre. Todos mis guias, proporcionalmente á sus fuerzas, estaban en el mismo estado. Tardamos dos horas desde la última roca á la cumbre y eran las once cuando llegamos.

Mis primeras miradas se dirigieron á Chamounix donde sabia que estaban mi mujer y sus dos hermanas, con los ojos en el telescopio, siguiendo todos mis pasos con una inquietud exagerada sin duda, pero no por eso menos cruel; y sentí una emocion muy agradable y muy consoladora cuando vi flotar la bandera que me habian ofrecido izar en el momento en que viéndome en la cima, tuvieran al menos una tregua sus temores.

Pude entonces gozar sin miedo del gran espectáculo que tenia ante la vista. Un ligero vapor suspendido en las regiones inferiores del aire ocultaba á mis ojos los objetos mas bajos y mas distantes, como las llanuras de Francia y Lombardía; pero no lamentaba mucho aquella pérdida; lo que acababa de ver y lo que vi con la mayor claridad fue el conjunto de todas las elevadas cumbres cuya organizacion deseaba conocer hacia tanto tiempo. No queria creer á mis ojos; me parecia que aquello era un sueño cuando veia á mis pies aquellas cimas majestuosas, aquellas temibles agujas, el Mediodía, la Plateada, el Gigante, cuyas bases habian sido objeto para mí de una ascension tan difícil y tan peligrosa. Apreciaba sus relaciones, su union, su estructura y con una sola mirada desvanecia dudas que años enteros de trabajo no habian podido esclarecer.

Mientras tanto los guias armaban la tienda y preparaban en ella la

mesita en que debia hacer mis esperimentos. Pero cuando tuve necesidad de disponer los instrumentos, me veia obligado á interrumpir á cada instante mi trabajo para no ocuparme mas que del cuidado de respirar. Si se considera que el barómetro no marcaba allí mas que 16 pulgadas y una linea, y que por lo tanto el aire no tenia mas que la mitad próximamente de su densidad ordinaria, se comprenderá que era preciso suplir esa falta de densidad por la fuerza de las aspiraciones. Ahora bien, esta frecuencia aceleraba la circulacion de la sangre, tanto mas cuanto que las arterias no tenian por la parte esterior una presion igual á la que sufren de ordinario. Por consiguiente, todos teniamos fiebre.

Estuve sin embargo en la cima hasta las tres y media, y aunque no perdí un solo momento no pude hacer en aquellas cuatro horas y media todos los esperimentos que he terminado muchas veces por completo en menos de tres horas al nivel del mar. Hice, sin embargo, con mucho cuidado los que eran mas esenciales.

Al abandonar aquel magnífico mirador llegué en tres cuartos de hora á la roca que forma el hombro de la cima, al Este. La bajada de aquella pendiente que tanto trabajo nos habia costado subir, fue fácil y agradable. Pero no sucedió así con la bajada que desde la parte mas alta del hombro, conduce á la meseta en que habiamos pasado la noche anterior. La gran rapidez de aquella pendiente, el brillo insoportable del Sol reverberado por la nieve, que nos daba en los ojos, y que hacia aparecer mas terribles los precipicios que alumbraba á nuestros pies, la hacian sumamente penosa. Además tanto como nos habia molestado la dureza de la nieve al subir, nos incomodaba por la tarde su blandura producida por el ardor del Sol; porque bajo aquella superficie mullida, hallábamos un fondo duro y resbaladizo.

Como temiamos todos aquella bajada, algunos de los guias mientras que yo hacia las observaciones en la cumbre habian inspeccionado si habria algun otro paso; pero sus investigaciones habian sido inútiles y tuvimos que bajar por el mismo camino por que habíamos subido. Sin embargo, gracias al cuidado de los guias, le pasamos sin ningun accidente y en menos de hora y cuarto. Pasamos al lado del sitio en que habíamos, si no dormido, al menos descansado la noche antes y avanzamos todavia una legua hasta la roca cerca de la cual nos habíamos detenido al subir. Me determiné á pasar allí la noche.

Contemplaba la masa de nubes que flotaba á nuestros pies encima de valles y de montañas menos elevadas que nosotros. Aquellas nubes en vez de presentar planos y superficie lisas como las que se ven desde abajo, nos mostraban formas extremadamente estrañas, torres, castillos, gigantes y parecian levantarse en virtud de vientos verticales que partieran de diferentes puntos del pais, situado por debajo. Por cima de estas nubes veia el horizonte guarnecido por un cordon compuesto de dos fajas: la inferior de un rojo pardusco; la superior de un color mas claro, del cual parecia salir una llama de una hermosa tinta roja, desigual, transparente y con distintos matices.

Cenamos alegremente y con buen apetito; despues de lo cual pasé en mi colchon una excelente noche. Entonces fué cuando pude gozar del placer de haber llevado á cabo aquel proyecto que habia concebido hacia 27 años, durante mi viaje á Chamonix en 1760; proyecto que tantas veces habia abandonado y vuelto á formar y que era para mi familia un motivo constante de cuidado y de inquietud. En el silencio de la noche,

despues de haberme repuesto bien de mis fatigas, cuando recapitulaba las observaciones que habia hecho y sobre todo cuando me representaba el magnífico cuadro de las montañas, que conservaba grabado en la imaginacion, y acariciaba la esperanza muy fundada de concluir en el collado del Gigante lo que no habia hecho y lo que probablemente no se hará jamás en el Monte Blanco, esperimentaba una completa y verdadera satisfaccion.

El 4 de agosto, cuarto dia del viaje, no salimos hasta las seis de la mañana. Tuvimos que atravesar muy pronto una ancha grieta por un puente de nieve tan delgado que en los bordes no tenia mas que tres pulgadas de grueso: uno de los guias que se separó un poco del centro en que la nieve era mas gruesa puso en falso uno de sus piés. Llegando luego al helero que teníamos que recorrer, le encontramos tan variado en aquellas 24 horas que no pudimos reconocer el camino que habíamos seguido al subir: se habian formado nuevas grietas, los puentes se habian roto; muchas veces no encontrando salida teníamos que volvernos y otras muchas teníamos que pasar sobre escaleras las hendiduras que hubiera sido imposible salvar sin su auxilio. Ya cerca de la orilla, se le resbaló á mi guia uno de los pies y fué arrastrando hasta el borde de una hendidura en la cual estuvo para caerse, y en la que perdió una de las estacas de la tienda. En aquel momento de espanto un témpano enorme cayó en una de aquellas grietas, con un estrépito que hizo estremecer todo el helero. Pero al fin llegamos á pisar las rocas á las nueve y media de la mañana, olvidando allí todas las fatigas y todos los peligros. Desde aquel punto no tardamos mas que tres horas menos cuarto hasta el priorato de Chamonix en el cual tuve la satisfaccion de dejar á todos mis guias sanos y salvos.

Nuestro regreso fue á la par alegre y conmovedor: todos los parientes y amigos de mis guias venian á abrazarlos y á felicitarles por su vuelta. Mi mujer, mis hermanas y mis hijos que habian pasado todos en Chamonix un tiempo largo y penoso esperando el resultado de la espedicion, muchos amigos que habian venido de Ginebra para vernos volver espresaban en aquel feliz momento su satisfaccion, que hacian mas viva los temores porque habian pasado, segun el grado de interés que les inspirábamos. Despues de algunas observaciones comparativas, volvimos todos felizmente á Ginebra, desde la cual ví el Monte Blanco con un verdadero placer y sin sentir aquella turbacion y aquel disgusto que me causaba antes.

Tal es la primera ascension que se hizo al Monte-Blanco, ascension metódica y completa, respecto de la cual la de Balmat y Paccard, hecha sin equipajes, sin provisiones y sin instrumentos, no era mas que un ensayo preliminar. Despues ha habido muchos centenares de ellas, y en el dia no se hacen menos de cuarenta en cada año. Los fotógrafos mismos han subido hasta la cima y han tomado diferentes vistas. La mayor parte de estas ascensiones las han hecho por recreo viajeros, que ponen su vida en peligro por

simple curiosidad y sin ningun interés científico. Solo un cortísimo número, entre ellas la de MM. Ch. Martins, Bravas y Lepileur en 1844, merecen anotarse al lado de la de Saussure como trabajos para el progreso de los conocimientos humanos. Muchas de ellas se han señalado por terribles catástrofes, debidas casi siempre á la temeridad y á la imprudencia. Una de las mas memorables es la del 20 de Agosto de 1820, dirigida por el doctor Hamel á pesar de que habia caido recientemente una nevada, en la cual fueron sepultados tres guias en la gran hendidura que existeen la base del Monte-Blanco. En 1845 la ascension notable de MM. Desor, Dollfus-Ausset y Daniel Dollfus terminó con un derrumbamiento en el cual solo debió este último la vida á un pequeño cuerpo de rocas en que le dejó la avalancha, durante su terrible descenso. En 1864 la ascension de M. Tyndall al pico de Morteratsch terminó tambien con una avalancha parecida; pero sin que pereciera nadie. No sucedió lo mismo en la catástrofe del Monte Cervino en 1865. Siete viajeros se habian elevado hasta la cima de este pico puntiagudo, y para bajar se habian atado como es costumbre hacerlo, con una larga cuerda. Un paso en vago hizo que el segundo de la fila cayera sobre el primero, y despues el tercero y despues el cuarto, y de precipicio en precipicio, se despeñaron de cabeza para no detenerse hasta una profundidad de 4000 piés. Los tres últimos tuvieron tiempo de clavar en el hielo sus bastones herrados y de asirse á ellos con la mayor energía : la cuerda se rompió y se salvaron; pero los otros cuatro, entre los cuales estaba lord Douglas, se hicieron pedazos.

La fusion de las nieves lleva consigo muchas veces variaciones de posicion en el centro de gravedad de sus grandes masas, que se precipitan entonces á lo largo de las faldas de las montañas, chocando violentamente contra todos los obstáculos que se oponen á su rápida caida. Esto forma las *avalanchas* (1), algunas de las cuales muy memorables, han

(1) La palabra *avalancha* usada repetidas veces en esta traduccion es un galicismo. El traductor no lo ignora, pero ha creido deber emplearla, en primer lugar, porque como otras muchas tomadas con mayor ó menor razon del francés está sumamente generalizada, y en segundo porque

destruido aldeas enteras y sepultado bajo sus ruinas pacíficas poblaciones. La mayoría de estos derrumbamientos acaecen con una regularidad tan grande, que el anciano montañés, hábil para distinguir las señales del tiempo, puede anunciar casi siempre solo por el aspecto de las superficies nevadas á qué hora precisa se verificará la caida. El camino de las avalanchas está perfectamente trazado en las faldas de las montañas. Las masas de hielo que se desprenden de las pendientes superiores se precipitan por los lechos inclinados que les presentan los barrancos, descienden en dilatadas líneas, y cuando llegan al fin de su estrecha garganta se estienden, formando anchos taludes de detritus. La mayor parte de las montañas están estriadas por esta causa en toda su superficie con surcos verticales por los cuales se derrumban en primavera esas masas amenazadoras.

En las pendientes rápidas, las nieves resbalan tambien por las escarpas, se amontonan sobre los obstáculos, se acumulan en las partes menos inclinadas ó cuando están animadas de una gran fuerza de impulsion, se despeñan al fin con estrépito, y se precipitan hasta las profundidades de las gargantas. El camino de las avalanchas varía, sin embargo, como es natural, con la forma de las montañas. En las escarpas cortadas á pico las nieves de las mesetas superiores caen directamente á los abismos, que se encuentran por debajo de ellas. En primavera y en verano, cuando las blancas capas, reblandecidas por el calor se destacan de

las castellanas que pueden espresar la misma idea son poco conocidas fuera de los paises en que tienen frecuente uso, por verificarse en ellos el fenómeno que la palabra indica. *Aludes* llaman en las provincias de Castilla á los desprendimientos súbitos de nieve que ocurren á menudo en aquellas montañas, y *lurtes* (que probablemente tiene la misma etimología), los llaman en el alto Aragon. La palabra *resbaliza* indica tambien para espresar esta idea el señor D. Fermin de la Puente y Apecechea en el último discurso leido en la Academia española (21 de febrero de 1875); pero ni estas tres voces, ni la germánica *labina (lauwine)* son tan conocidas de la generalidad de las gentes, como la afrancesada *avalancha;* y por otra parte, existiendo en español el verbo *avalar* que en provincial galaico significa, segun la última edicion del Diccionario de la Academia «temblar la tierra,» no parece demasiado violento dar á esta última carta de naturaleza, ya que tanto se ha estendido, aunque sin razon plausible para ello.

(N. del T.)

hora en hora de las altas cimas de los Alpes, el viajero que sube, detenido en algun promontorio próximo, contempla con admiracion aquellas repentinas cataratas que se precipitan por las gargantas, desde los blancos y resplandecientes picos. Primeramente se vé la enorme capa de nieve lanzarse, formando una cascada y deshacerse en los peñascos inferiores: torbellinos de nieve pulverulenta se elevan por el aire hasta mucha distancia, y despues, cuando la nube que forman se ha disipado y el espacio ha vuelto á adquirir su tranquilidad solemne, se oye de repente el trueno de la avalancha prolongarse en roncos ecos por las desigualdades de las gargantas, como si fuera la voz de la montaña misma.

Todos estos derrumbamientos de nieve son, en la economía de las montañas, fenómenos no menos regulares y normales que el curso de las lluvias en los rios, y forman parte del sistema general de la circulacion de las aguas en cada cuenca. Pero á consecuencia de la superabundancia de las nieves, de una fusion muy rápida ó de otra cualquier causa meteorológica, algunas avalanchas escepcionales, análogas á las inundaciones de los rios desbordados, producen efectos desastrosos, destruyendo las tierras cultivadas de las laderas inferiores, y hasta sepultando aldeas enteras. Estas catástrofes y las caidas de grandes peñascos son los acontecimientos mas temibles de la vida de las montañas.

«Las avalanchas, conocidas con el nombre de avalanchas pulverulentas, son las mas temidas de los habitantes de los Alpes, añade E. Reclus, no solo por sus estragos directos, sino tambien á causa de las trombas que suelen acompañarlas. Cuando los nuevos lechos, formados por los copos de nieve no se han adherido aun á las nieves antiguas que están debajo, basta á veces el paso de una gamuza, la caida de la rama de un arbusto y hasta un sencillo eco, para romper el equilibrio inestable de la capa superior. Se desprende lentamente, resbalando sobre las capas endurecidas, y cuando llega á un punto en que la inclinacion del suelo favorece su marcha, se precipita con un movimiento cada vez mas rápido. Acrecentada sucesivamente

por las otras capas de nieve y por los detritus, las piedras y los matorrales que arrastra pasa por cima de las piedras salientes y de los barrancos, rompe los árboles, arrasa las casitas que se encuentran á su paso, y semejante á un lienzo de montaña que se resbalara, se sumerge en el valle y sube hasta cierto punto por la vertiente opuesta. Alrededor de la avalancha la nieve pulverulenta se levanta en espesos torbellinos; el aire ruge á derecha é izquierda, constituyendo una tormenta que conmueve las rocas y desarraiga los árboles. Se han visto millares de troncos derribados por el aire solo de la avalancha, mientras esta se abria por sí misma un ancho camino á través de bosques enteros, destruyendo al pasar las cabañas del valle.»

Los bosques que dominan algunas aldeas de los Alpes son los únicos que pueden preservarlas de los terribles efectos de las avalanchas. Por esta razon está prohibido bajo penas severísimas cortar ni un solo árbol. Si se destruyeran estos bosques por cualquier causa, los habitantes de las aldeas que protegen, se verian obligados á establecerse en otros puntos. En un gran número de localidades menos espuestas, se construyen por cima de las iglesias ó de las casas, bastiones de piedra. Por último, hay algunas galerías abovedadas y susceptibles de resistir á un choque violento, que ofrecen á los viajeros un abrigo, en los pasos mas peligrosos de los caminos construidos en los Alpes desde principio de este siglo. No se pasa, sin embargo, un solo año sin que estas avalanchas ó las tormentas de nieve, cuesten la vida á algun desgraciado viajero.

LIBRO CUARTO.

EL VIENTO.

CAPITULO PRIMERO.

EL VIENTO Y SU CAUSA.

Circulacion general de la Atmósfera. — Vientos regulares y periódicos. — Alísios. Monzones. — Brisas.

El libro precedente nos ha hecho apreciar lo que vale el calor del sol, y sus efectos directos sobre las estaciones y los climas. Llegamos ahora al estudio de las grandes corrientes de la Atmósfera y de los mares, que son tambien la manifestacion contínua de la accion del Sol sobre nuestro planeta. Sin él la Atmósfera permaneceria inmóvil alredor del globo, pesada, fria, muerta, envolviendo á la Tierra en un verdadero sudario, que jamás agitaria el soplo de una brisa, que recibiria todos los miasmas y resultaria emponzoñada y deletérea. A causa del Sol se establece una circulacion inmensa desde un estremo del mundo al otro, renovando todas las capas, barriendo las emanaciones funestas, reemplazando los atroces ardores del estío por una frescura regeneradora, y los frios de los períodos invernales

por los tibios efluvios de la primavera: sembrando por todas partes la riqueza, la fecundidad, la vida; haciendo, en una palabra, respirar á todos los séres su aliento maternal, siempre purísimo.

¿Qué es el *viento?* En esta seccion de nuestra obra y en la siguiente, sobre las nubes y las lluvias, acudiremos á los datos generales de la meteorología; porque las corrientes por una parte, y por otra la accion del agua en la Atmósfera, forman los dos grandes centros de gravedad en que se apoya la marcha del tiempo, el estado meteorológico de las estaciones y de los años. En esta parte, sobre todo, es en la que importa que nuestros conocimientos se apoyen en bases sólidas, y que sepamos darnos cuenta exacta del mecanismo general de esta fábrica inmensa que distribuye los bienes y los males sobre los campos de la Tierra y sobre las generaciones vivientes. La meteorología no podrá sufrir la comparacion con su hermana mayor la astronomía, es decir, no podrá basarse en principios conocidos y anunciar de antemano los vientos, las lluvias, las sequías, las tempestades como la otra anuncia los movimientos de los astros, hasta el dia en que podamos abrazar de una sola ojeada la circulacion general que se verifica constantemente sobre el globo entero y da orígen á las diferencias locales, que existen en las regiones del mundo lo mismo que en las épocas históricas.

¿Qué es el viento?

El viento no es otra cosa que *una cantidad cualquiera de aire puesta en movimiento en virtud de una alteracion en el equilibrio de la Atmósfera.*

Las diferentes temperaturas á que están constantemente sometidas las diversas partes de la Atmósfera, enrarecen cada una de estas de un modo distinto. Cuando se calienta el aire su densidad disminuye y tiende á elevarse; y el aire frio que permanece mas denso, determina, viniendo á ocupar su sitio para restablecer el equilibrio, una corriente de aire que se llama *viento.*

Supongamos por un momento la Atmósfera absolutamente tranquila en todas sus partes. Pasa una nube por delante del Sol; el aire colocado debajo de la nube se en-

fria y esperimenta una condensacion. Teniendo ya mayor densidad este aire tratará de ponerse en equilibrio, y se verificará un movimiento en el sentido de la marcha de la nube, existiendo una corriente descendente de aire frio que tenderá á ocupar lo mas pronto posible el sitio del aire mas caliente y mas dilatado que se encuentra debajo.

Supongamos que el Sol, resplandeciente en un cielo sin nubes, permanece inmóvil sobre nuestras cabezas. El aire colocado directamente debajo de él se calentará mas pronto que aquel otro que no recibe mas que rayos muy oblícuos. Dilatado por el calor se elevará á las regiones aéreas menos densas y el que se encuentra á su lado ocupará su lugar; y hé aquí engendrada otra corriente de aire.

Las grandes corrientes de la Atmósfera, los vientos generales y particulares no son otra cosa que esta tendencia infatigable á buscar el equilibrio destruido sin cesar por las diversas influencias del Sol. Esto es lo que vamos á demostrar primeramente, estendiendo á la superficie entera del globo el ejemplo que antecede.

¿Qué sucederá en dos regiones contíguas de la Atmósfera si se calientan desigualmente?

La dificultad de resolver este problema depende de que en medio de un aire puro la vista no puede fijarse en ninguna especie de señal apropiada para indicarle el sentido de la variacion de sitio de las capas. Sin embargo, se ha llegado á la solucion en cierto límite.

Para determinar cómo se mezclan las atmósferas de dos habitaciones contíguas y desigualmente calentadas, imaginó Franklin colocar una vela á todas las alturas en la puerta de comunicacion. En la parte baja, cerca del suelo, la llama indica una corriente dirigida de la sala fria á la caliente. En la parte alta de la puerta, la llama, inclinándose en sentido inverso, indica una corriente dirigida de la sala caliente á la sala fria. A cierta distancia, entre estas dos posiciones estremas, el aire permanece al parecer estacionario.

Del mismo modo si en un punto de la superficie de la Tierra hay una causa de calefaccion, la columna de aire caliente se eleva, una corriente de aire frio se dirige hácia

la parte en que aquella estaba, y la columna de aire caliente engendra una corriente superior que tiene un movimiento inverso, ó sea dirigido desde el sitio caliente al sitio frio.

Los que han vivido en las regiones cálidas, á orillas del mar, saben que todos los dias, á partir de ciertas horas (las nueve ó las diez de la mañana), se levanta un viento que sopla desde la parte del mar hácia la Tierra y que se llama *brisa de mar:* este viento, esperado con impaciencia por los habitantes, refresca la Atmósfera durante la mayor parte del dia, hasta las cinco ó las seis de la tarde. La causa de este viento es fácil de comprender por el esperimento de Franklin; depende, en efecto, evidentemente, de las calefacciones desiguales que en virtud de la accion de los rayos del Sol, esperimentan los paises continentales y el Océano.

Todos los dias, cuando á partir de las nueve de la mañana, empieza la temperatura de la costa á esceder del promedio, que es próximamente la temperatura del mar, el aire que se encuentra sobre este, sopla hácia la Tierra. Desde las nueve de la noche, por el contrario, cuando la temperatura de la costa, desciende por bajo del promedio, el aire vuelve de la tierra al mar. A la brisa matinal ó del mar, sucede, pues, diariamente, despues de algunas horas de calma, la *brisa de la tarde ó de tierra.* Aparte de las mareas, los barcos pueden aprovechar estos dos vientos, para entrar y para salir de los puertos.

Las brisas dejan de ser sensibles á corta distancia de las costas, y en su lugar reinan en el mar los vientos llamados *monzones*, de que nos ocuparemos inmediatamente. Las observaciones demuestran, que en el hemisferio boreal, la monzon de primavera empieza en abril y la monzon de otoño en octubre; en el hemisferio austral, en que ya hemos visto que las estaciones son contrarias, la monzon de otoño empieza en abril, y la monzon de primavera en octubre. La monzon se dirige siempre hácia el hemisferio que mas calienta el Sol con sus rayos. El paso de una monzon á la siguiente es frecuentemente una época crítica para la navegacion, bien porque se levantan muchos vientos y forman

una especie de remolino, del cual resultan tempestades, ó porque reina una calma mas ó menos prolongada entre las dos monzones contrarias. La conformacion de los mares y de las costas influye de tal modo en estos fenómenos, que los somete á leyes especiales en cada region.

Hácia el ecuador, hiriendo á la Tierra los rayos del Sol, en una direccion casi vertical, producen, como ya hemos visto, una temperatura constantemente mas elevada que en las otras regiones del globo. Resulta de aquí, que de los dos hemisferios deben afluir hácia el ecuador dos corrientes inferiores.

El aire, fuertemente caldeado en la zona ecuatorial, se eleva en masa hácia las altas regiones de la Atmósfera. Llegado á cierta elevacion, que no conocemos, pero que pasa de muchos kilómetros, la columna ascendente se divide en otras dos, que toman la direccion de los dos polos.

El movimiento ascensional producido de este modo provoca una aspiracion del aire colocado á ambos lados de la zona tórrida; otras dos capas lamiendo la superficie del suelo, se dirigen desde las regiones templadas hácia esta línea. Tenemos, pues, en todo el contorno de la Tierra un doble circuito aéreo, que esplicaremos del modo siguiente, con M. Marié Dary, el sabio y laborioso director del servicio meteorológico del Observatorio de París.

Observemos primero el circuito Norte. Una corriente de aire que nace en las regiones tropicales, marcha hácia el ecuador. Situada en las regiones inferiores de la Atmósfera y en la superficie del globo, esta corriente es accesible á nuestras observaciones directas y constituye los *alísios* del hemisferio Norte. Llegada á una corta distancia del ecuador, variable segun las estaciones, se inclina, se eleva en el aire, y cuando ha llegado á cierto nivel, toma una direccion sensiblemente horizontal hácia el polo, descendiendo, sin embargo, gradualmente á medida que se aleja del ecuador. Maury ha dado á esta rama el nombre de *contra-alísio superior*.

Limitado á esto el circuito no sería completo; los alísios y contra-alísios, unidos entre sí por la rama ascendente de la region ecuatorial, no están unidos por el lado del Norte.

Si la Tierra permaneciera inmóvil y estuviera alumbrada toda ella al mismo tiempo, si además su superficie fue-

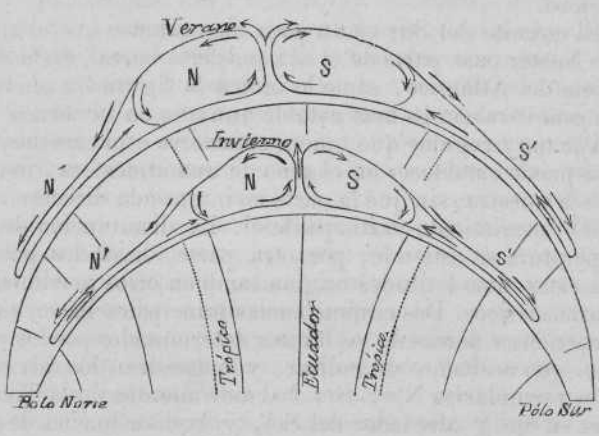


Fig. 3.—Corte que manifiesta la circulacion general de la atmósfera.

ra homogénea en todas partes, la reunion de las dos ramas horizontales se verificaria indudablemente por el Norte, como se verifica en el ecuador, variando naturalmente el sentido del movimiento. El contra-alísio superior convergiría hácia el suelo para venir á reunirse al alísio y la circulacion de la Atmósfera se limitaria casi esclusivamente á las regiones de latitud poco elevada. Observemos, sin embargo, que hallándose el orígen primordial del movimiento en el ecuador, este movimiento será allí tan regular como la causa que le produce. El alísio y el contra-alísio participarán tambien de esta regularidad en la proximidad de la línea equinoccial; pero á medida que se separan de esta línea la accion motriz obrará de una manera cada vez menos directa. La columna descendente será, pues, mas difusa, peor limitada y menos fija que la columna ascendente. La posicion media dependerá del promedio del *tiro* ecuatorial y de la altura á que llegue el contra-alísio. Esta altura

está tambien relacionada con la ley de decrecimiento de la temperatura segun la altitud: puede variar con las estaciones y no ha sido probablemente igual en todas las edades del globo.

El circuito del Sur es un poco mas estenso que el circuito Norte; pasa parte de él al hemisferio boreal, en la superficie del Atlántico, como lo indica la figura 3: en verano esta invasion es mas notable aun que en invierno.

Por muy regular que quiera suponerse esta circulacion no se puede establecer en el seno de una atmósfera, móvil como la nuestra, sin que la parte no interesada directamente en el movimiento participe de él. La disminucion de la temperatura se estiende, por otra parte, hasta los polos, y en estas altas latitudes origina tambien otros movimientos atmosféricos. Dos circunstancias principales hacen salir las corrientes aéreas de los límites determinados por los circuitos que acabamos de indicar, y engendran los dos circuitos secundarios N′ y S′; los movimientos de la Tierra sobre su eje y alrededor del Sol, y la distribucion de las tierras y de los mares en la superficie del globo.

La Tierra gira sobre sí misma en direccion de Oeste á Este. Todos sus puntos realizan una revolucion completa en el mismo período de veinte y cuatro horas; pero en este intervalo de tiempo, no todos ellos recorren espacios iguales ni se mueven, por lo tanto, con la misma velocidad. En el ecuador la velocidad es de 416 leguas por hora; no es mas que de 273 leguas á la latitud de París; á la latitud de 50°, por ejemplo, en Edimburgo baja hasta 231; y en el polo es nula.

El aire que nos parece en reposo en París se mueve, pues, en realidad de Oeste á Este, con una velocidad de 273 leguas por hora. Imaginemos que este aire se trasporta sin cambiar de velocidad al paralelo de 56°, continuará recorriendo allí 273 leguas por hora; pero como cada uno de los puntos del paralelo de 56° no recorre mas que 231, la velocidad del aire escederá á la del suelo en direccion al Este 42 leguas por hora; es decir, que constituirá un verdadero huracan. Si una masa de aire que estuviera en reposo relativo en el paralelo 56 se transportara

súbitamente al paralelo 49 se verificaria un efecto inverso, y aquel aire correria, para nosotros, de Este á Oeste con una velocidad de 42 leguas por hora.

En realidad estos transportes de masas de aire de un paralelo á otro se verifican siempre de un modo gradual y durante su movimiento, una porcion de resistencias de diversa índole tienden á igualar las velocidades; pero aun cuando debilitadas, las diferencias no desaparecen por completo; y como la amplitud de los paralelos disminuye tanto mas rápidamente cuanto mas se acercan al polo, los efectos indicados se pronuncian mas y mas, á medida que las latitudes en que se producen son mas elevadas. Muchas tempestades no tienen otro orígen.

Hé aquí ahora la influencia de la rotacion terrestre en la direccion de los alísios.

Consideremos primeramente el alísio del circuito Norte. Hemos supuesto que caminaba de Norte á Sur, hácia el ecuador. Durante este movimiento pasa gradualmente sobre diversos paralelos, cuyos diámetros y cuyas velocidades, por consiguiente, van aumentado. Si su velocidad absoluta no cambia, parecerá que se transporta hácia el Oeste y su marcha aparente será del Nordoeste al Sudoeste, que es, en efecto, próximamente la direccion de los vientos alísios del hemisferio Norte. Un resultado análogo se producirá con el alísio del hemisferio Sur, que aparecerá tambien retrocediendo hácia el Oeste; pero como este alísio camina del Sur al Norte, aproximándose al Ecuador, su direccion aparente irá del Surdeste al Noroeste, que es tambien la direccion general de los alísios del hemisferio Sur.

Cuando la columna ascendente, llegada á cierta altura se divide en dos ráfagas horizontales para formar los contra-alísios superiores, estos conservan al principio su tendencia hácia el Oeste á pesar de marchar hácia el Norte: pero poco á poco atraviesan paralelos cuya velocidad decrece gradualmente, avanzan muy pronto hácia el Este mas que estos paralelos y su direccion aparente inclina al Nor-este. Llegados á cierta distancia en la proximidad de los trópicos descienden hácia el suelo y allí se reprodu-

ce el fenómeno indicado respecto de la columna ascendente: los contra-alísios entran en ella con su velocidad adquirida y su tendencia hácia el Este; la inclinacion de su velocidad en sentido vertical hace esta velocidad menos notable y encontramos en estas latitudes otras dos regiones llamadas *calmas tropicales*. Caminando desde el ecuador hácia el polo norte, encontramos pues: 1.° la region de las calmas ecuatoriales; 2.° los alísios del Nordeste; 3.° las calmas tropicales; 4.° mas allá los vientos son variables entre Sudeste y Noroeste. En el hemisferio Sur se encuentra una série semejante.

En resúmen, encontramos en cada hemisferio dos circuitos que tienen por base comun la columna ecuatorial ascendente. El primero *circuito directo*, está limitado generalmente á las regiones intertropicales; el segundo *circuito derivado*, no es en realidad mas que una prolongacion del primero y se estiende desde los trópicos hasta una distancia variable de los polos. Estos dos circuitos se distinguen uno de otro por caracteres esenciales que dependen de sus diversas posiciones en la Atmósfera.

El circuito directo se desarrolla en altura; mientras que el alísio pasa rasando con el suelo, el contra-alísio circula en regiones muy elevadas. La distancia que separa estas dos corrientes las impide influir una en otra y estorbarse mútuamente en su marcha. No sucede así con el circuito derivado. La rama prolongada del contra-alísio llega á hacerse superficial; pasa rozando con el suelo y lo mismo sucede con la corriente de vuelta. Una y otra están, pues, al mismo nivel, simplemente superpuestas y separadas una de otra por la sola accion de la rotacion terrestre. Hay algunos puntos en que estas corrientes se flanquean, y sus diversas direccciones ocasionan perturbaciones atmosféricas, numerosas y algunas veces temibles. Sus circuitos se sustituyen mútuamente en la superficie del globo y la sucesion de uno á otro en un mismo sitio produce bruscas variaciones en el estado del cielo: tal es en particular segun M. Marié Davy, el orígen de las vicisitudes de nuestros climas templados. Con objeto de evitar la confusion, se llama *corriente ecuatorial* la rama del contra-alísio superior

prolongada en el circuito derivado, y *corriente polar* la de retorno en el mismo circuito.

Las estaciones ejercen alguna influencia en esta circulacion general de la Atmósfera.

Hácia el fin del verano en nuestras latitudes, las regiones que rodean el polo Norte han tenido muchos dias sin noches; la temperatura se ha suavizado mucho y el aire se ha enrarecido. A los dias sin noches, suceden poco despues noches sin dia acompañadas de frios sumamente intensos: el aire se contrae y promueve una corriente para llenar el vacío formado en virtud del frio. A cada uno de estos cambios en nuestro hemisferio corresponde un cambio inverso en el hemisferio opuesto: por consiguiente cada año se verifica un transporte general de la Atmósfera del hemisferio Sur al hemisferio Norte y recíprocamente.

La afluencia del aire hácia el polo Norte durante el invierno se efectua por el intermedio de las corrientes ecuatoriales que adquieren entonces una amplitud muy grande: las perturbaciones aumentan en la misma proporcion: esa es la época de los temporales. A medida que el Sol se vuelve hácia nosotros y que nuestra atmósfera se caldea y se dilata, la corriente ecuatorial se hace mas lenta, y llega á latitudes menos elevadas. Por el contrario las corrientes polares toman mayor actividad; pero como están muy estendidas por la superficie del Asia y hasta de la Europa, raras veces tienen gran velocidad; el verano es la estacion de las calmas para nuestro hemisferio. Las alteraciones atmosféricas de esta estacion se limitan á estensiones muy pequeñas, y su gravedad enteramente local, se debe á fenómenos eléctricos de naturaleza especial; esta es la estacion de las tormentas.

Las corrientes ecuatoriales tienen en sus estremidades polares direcciones paralelas al ecuador y caminan de Oeste á Este. Apesar de sus variaciones de amplitud y de intensidad, se comprende que hayan concluido por imprimir á la atmósfera de los polos un movimiento de rotacion contínuo en el sentido de la rotacion terrestre.

Durante muchos siglos, los alísios fueron un enigma para los meteorologistas y para los navegantes. Halley y

Hadley fueron los primeros que propusieron la esplicacion que acabamos de desarrollar y que las observaciones contemporáneas han modificado muy poco desde el siglo pasado.

La figura siguiente demuestra el curso y la direccion de los alísios en el Atlántico: al primer golpe de vista se reconoce la influencia de las estaciones y de los continentes. En febrero y marzo el hemisferio Sur está en la estacion de verano; la temperatura llega en él á su máximo ó se aleja poco de él. En agosto y setiembre el norte de Africa llega á su vez al fin de su verano; entonces es cuando la fuerza de aspiracion llega á su máximo.

Entre los dos alísios se vén dos zonas débilmente teñidas: son las zonas de las calmas ecuatoriales. Estas calmas ocupan posiciones muy distintas al fin del invierno y al fin del verano: siguen en efecto aunque de lejos la marcha del Sol entre los trópicos. Nunca pasan el ecuador por la superficie del Atlántico. En febrero y marzo, meses en que mas se aproximan á él, el alísio del N. E. se detiene en el 4.° grado de latitud Norte por término medio; en agosto y setiembre, meses en que mas se alejan, el mismo alísio se detiene hácia el 11.° grado.

A medida que un buque se acerca al ecuador en el Océano Atlántico se apodera de la tripulacion cierta ansiedad, porque sabe que de un momento á otro el viento favorable que la ha llevado hasta allí se irá debilitando cada vez mas y concluirá por cesar completamente. El mar se estiende á su alrededor como un espejo sin límites, y el barco, que en su rápida carrera rivalizaba con el vuelo de los pájaros, queda clavado, por decirlo así, en el transparente cristal. Los rayos solares caen verticalmente sobre el estrecho espacio en que se hallan encerrados aquellos hombres. El Sol egerce su máxima accion sobre aquellas regiones dos veces al año y no se aleja nunca de ellas lo bastante para que pueda verificarse un enfriamiento. La Atmósfera caldeada se hace tan ligera que está siempre animada de un movimiento ascendente. Al mismo tiempo en el Océano Atlántico y en el Pacífico se evapora una cantidad inconmensurable de agua que se esparce por aquel

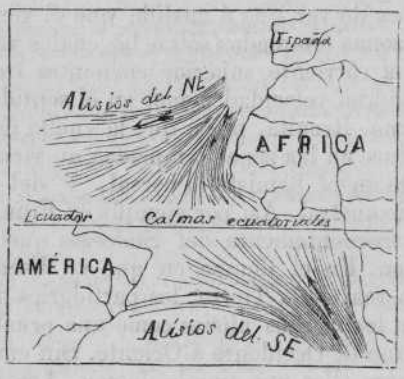
aire abrasador y se eleva con él. Pero á medida que el aire sube hácia las altas regiones se enfria mas y mas y á veces muy bruscamente; de suerte que una gran parte del agua que llevaba consigo se condensa en gotas. Estos cambios súbitos producen tempestades pasajeras, frecuentes en las regiones equinocciales.

Acabamos de ver que á medida que el viento se aproxima á las zonas templadas sobre las cuales va á caer, enfriándolas, la corriente superior encuentra capas de aire animadas de una velocidad menor en el sentido del movimiento diurno. Resulta, pues, que la vuelta de los vientos alísios produce en las zonas templadas un viento que sopla del Sudoeste en el hemisferio boreal, y del Noroeste en el hemisferio austral. Asi por ejemplo en Francia el viento sopla mas frecuentemente del Sudoeste que de ninguna otra direccion. En el tiempo en que se discutia sobre el movimiento real de la Tierra, los partidarios de Copérnico presentaban los vientos alísios como una prueba del movimiento diurno de Occidente á Oriente. Sin embargo aquel hecho era para ellos una simple ilusion. Arrastrado por el movimiento de nuestro globo, el observador hubiera recorrido diversas zonas de aire atmosférico, y en todo caso se hubiera producido un viento que al parecer soplara en sentido contrario, es decir de Oriente á Occidente. Pero acabamos de ver que la combinacion de las diversas velocidades, por una parte de las capas de aire puestas en movimiento á consecuencia de las diferencias de temperatura en los diversas puntos del globo, y por otra de las capas atmosféricas arrastradas en el movimiento diurno, es la que produce realmente los vientos alíseos. La teoría del movimiento de la Tierra no necesita seguramente del apoyo de esta pretendida prueba meteorológica.

La existencia de la contra-corriente superior, se ha comprobado directamente. El capitan Basil Hall ha observado que en la region de los vientos alísios las nubes muy elevadas caminan constantemente en una direccion opuesta á la del viento inferior. El mismo viajero observó en el mes de agosto de 1820 en la cumbre del pico de Tenerife, un viento del Sudoeste, es decir un viento diametralmente

opuesto al alísio que soplaba en la superficie de la Tierra. El 22 de junio de 1799, cuando Humboldt hizo su ascension á la misma montaña, reinaba en la cumbre un viento Oeste muy violento.

Febrero Marzo.



Agosto Setiembre.

Fig. 4.—Vientos alísios del Atlántico.

Hé aquí otra prueba de la existencia de la misma contra-corriente de los vientos alísios, deducida de la caida en

laBarbada del polvo lanzado por el volcan de la isla de San Vicente:

En la noche del 30 de abril de 1812, se oyeron durante algunos momentos en la isla de la Barbada esplosiones semejantes á las descargas de muchas piezas de grueso calibre: la guarnicion del castillo de Santa Ana pasó toda la noche sobre las armas. Al dia siguiente 1.º de mayo por la mañana, el horizonte del mar, al oriente, estaba claro y bien definido: pero inmediatamente por cima se veia una nube negra que cubria ya el resto del cielo, y que muy poco despues se esparció tambien por la parte en que comenzaba á clarear la luz del crepúsculo. La oscuridad se hizo tan grande que en las habitaciones no se podia distinguir el sitio de las ventanas, y que muchas personas en el campo no podian percibir los árboles á cuyo lado se hallaban, ni los contornos de las casas próximas, ni siquiera los pañuelos blancos que se colocaban á 15 centímetros de sus ojos. Este fenómeno era producido por la caida de una gran cantidad de polvo volcánico, lanzado por la erupcion de un volcan de la isla de San Vicente. Aquella lluvia de nueva especie, y la oscuridad profunda que era su consecuencia, no cesaron por completo hasta mas de las doce del dia. Los árboles de una madera flexible se doblaban con el peso: el ruido que las ramas de los otros árboles hacian al romperse, contrastaba de un modo estraño con la tranquilidad de la atmósfera: las cañas de azúcar fueron completamente derribadas; y por último toda la isla se cubrió de una capa de cenizas verdosas que tenia 3 centímetros de espesor.

San Vicente está á 80 Km. al occidente de la Barbada, y su volcan habia proyectado aquella inmensa cantidad de cenizas hasta la altura en que reinaba la corriente superior, bastante fuerte para verificar su transporte.

El 20 de enero de 1835 todo el istmo de la America central sintió el estremecimiento del temblor de tierra que acompañó á la erupcion del volcan de Cosigunia en el lago de Nicaragua. Las detonaciones se oyeron desde la Jamáica, situada á 200 leguas al N. E. de Nicaragua, y hasta en Bogota que dista mas de 350 leguas. Union, puerto de mar de la costa occidental de la bahía de Conchagua, se vió envuelto en una completa oscuridad durante 43 horas. En Kingston y en otros puntos de Jamaica cayeron cenizas, que hicieron comprender á los habitantes que las detonaciones que habian oido no eran disparos de cañon.

Para que tal cantidad de cenizas pudiera lanzarse por volcanes tan bajos como Peña-Garou y Cosiguina hasta la region del alísio superior, fue preciso que las erupciones fuesen extraordinariamente violentas.

Halley fue el primero que afirmó la existencia del alísio superior como consecuencia del alísio ordinario. Sin tener todavía pruebas directas del hecho que adelantaba, veia su certeza en la rotacion casi instantánea del viento á direcciones opuestas cuando se atraviesan los límites polares de los alísios. Para Halley como para todos los meteo-

rologistas actuales la corriente ecuatorial del S. O. que reina en las latitudes medias de nuestro hemisferio, no es en efecto mas que la continuacion de una parte de nuestro alísio superior de vuelta.

La ráfaga superior del circuito intertropical, está en su orígen ecuatorial á un nivel tan elevado que no se ha podido demostrar su existencia con certidumbre subiendo sobre los picos mas elevados de las Cordilleras en la proximidad de la region de las calmas. Pero como esta rama desciende progresivamente hácia la superficie del globo á medida que avanza hácia los trópicos, y por otra parte recorre en su camino regiones cada vez mas frias ; aparecen en el aire que arrastra algunas nubes que son otros tantos testigos, que demuestran su direccion.

La existencia de los alísios se reconoció desde el primer viaje de Cristóbal Colon. Los vientos regulares que impulsaban á este hábil navegante en el nuevo derrotero que intentaba seguir para llegar á la India, escitaron el terror de sus compañeros, haciéndoles temer la imposibilidad de su vuelta á Europa. Si despues del descubrimiento del Nuevo Mundo que Colon encontró en lugar de la India á donde se proponia ir, aquel intrépido marino no hubiera procurado evitar los vientos alísios, dirigiéndose al Norte antes de volver hácia el Oeste, no cabe duda de que no hubiera podido volver á España. Con aquellas carabelas mal surtidas de provisiones y de una construccion defectuosa en virtud de la cual no marchaban bien, hubiera perecido acompañado de todas sus tripulaciones, por la falta de víveres, en la inmensa region del alísio.

De la lucha de estas dos corrientes, del sitio en que la corriente superior desciende hasta llegar á la superficie, de la penetracion recíproca de ambas, dependen las mas importantes variaciones de la presion atmosférica, los cambios de temperatura en las capas de aire, la precipitacion de vapores acuosos condensados, y, segun ha demostrado Dove, hasta la formacion y las figuras variadas que presentan las nubes. La forma de las nubes que da á los paisajes tal encanto y tanto movimiento, nos indica lo que sucede en las altas regiones de la Atmósfera; cuando el aire

está tranquilo, las nubes dibujan sobre el cielo de un caloroso dia de verano, «la imágen proyectada» del suelo cuyo calórico irradia abundantemente hácia el espacio.

En el gran Océano y en el Atlántico, los alísios se estienden próximamente hasta los trópicos; pero en el mar de las Indias la presencia de las tierras se opone al establecimiento de vientos regulares ó alísios; mientras que en el hemisferio Sur á cierta distancia de las tierras reina casi constantemente el alísio de S. E., en el hemisferio Norte del Océano Indico reina un viento S. O. dirigido hácia la península del Indostan, el Norte de la India y la China desde abril hasta octubre, y desde octubre hasta abril sucede lo contrario y reina un viento del N. E. al S. O. Estos vientos son las monzones del Océano Indico. La palabra *monzon* se deriva de la malaya *moussin* que quiere decir estacion (1). Durante el verano de nuestro hemisferio, cuando el Sol tiene sus declinaciones boreales reina únicamente la monzon S. O.; mientras que en el período de nuestro invierno, cuando el Sol tiene sus declinaciones australes, se origina la monzon N. E. Estos vientos penetran en el interior de los continentes y allí sufren la influencia de la forma de las tierras. Las cordilleras tienden por lo general á hacer resbalar las masas gaseosas paralelamente á su direccion. Hé aquí la esplicacion de estos vientos periódicos.

En enero, la temperatura del Africa meridional está en su *máximo* y la del Asia en su *mínimo*. La parte septentrional del Océano Indico está mas cálida que el continente, pero mas fria que la parte meridional del mismo Océano que tenga igual latitud. Hallaremos, pues, en uno y otro hemisferio vientos del E. dirigidos hácia los puntos mas cálidos. Desde octubre hasta abril el alísio del S. E. reina en el hemisferio austral: el alísio del N. E. sopla en

(1) La generalidad de los marinos que viajan en el Océano Indico, consideran la palabra *monzon* como femenina: alguna vez la he visto empleada en escritos como masculina; pero defiriendo á la costumbre de las personas que han atravesado aquellas regiones, la he dado el género con que ellas la suelen usar.

(N. del T.)

el hemisferio opuesto y se llama *monzon del N. E.* Entre ambos está la region de las calmas. Cuando el Sol avanza hácia el Norte la temperatura del continente y la del mar tienden á equilibrarse, y por esta razon hácia el equinoccio de primavera no hay ya vientos reinantes en el hemisferio boreal, sino vientos variables que alternan con calmas y con huracanes, mientras que la *monzon* del S. E. reina durante todo el año en el hemisferio del Sur. A medida que aumenta la declinacion boreal del Sol, la temperatura del Asia se eleva mas que la del mar, y baja en la Nueva Holanda y en el Africa meridional. La posicion relativa de los dos continentes, en los cuales son mas marcadas las diferencias de temperatura, y el movimiento de la Tierra, originan así una corriente del S. O. que es la monzon que reina desde abril hasta octubre. De modo que mientras en el hemisferio austral reina durante todo el año el alísio del S. E. se encuentran al norte del ecuador la monzon de N. E. en invierno y la monzon de S. O. en verano.

Acabamos de indicar someramente la direccion general de estos vientos, que ya en la antigüedad mas remota favorecian las comunicaciones, tan frecuentes entonces, entre la India y el Egipto. A la decadencia de aquel imperio, estas relaciones cesaron y se perdió la tradicion de los vientos; porque si se hubieran conocido no hubiera hecho Nearco una navegacion tan larga y tan penosa desde las bocas de Indus hasta el golfo Pérsico.

En muchos parajes se observan vientos periódicos que alternan segun las estaciones y que sufren la influencia de la conformacion de las costas: así por ejemplo en el Brasil hay una monzon N. E. de primavera y una monzon S. O. de otoño. El Mediterráneo tiene tambien sus monzones, conocidas igualmente de los antiguos que habian indicado su dependencia de las estaciones denominándolas *etesios* (de ἔτος, año, estacion). Al Sur de la cuenca del Mediterráneo se estiende el inmenso desierto de Sahara. Falto de agua, compuesto únicamente de arena ó de cantos rodados, se calienta muchísimo bajo la influencia de un sol casi vertical, mientras que el Mediterráneo conserva su temperatura habitual. En verano, pues, el aire se eleva sobre el desierto

de Sahara con una gran rapidez y se precipita de preferencia hácia el Norte, mientras que por la parte baja soplan vientos del Norte que llegan hasta Grecia y hasta Italia. En el norte de Africa, en el Cairo, en Alejandría, no soplan mas que vientos del Norte. Todos los navegantes saben que en verano la travesía de Europa á Africa se hace mas pronto que la vuelta, en tal escala que si se comparan los promedios de las travesías de ida y de vuelta entre Tolon y Argel, se vé que la de vuelta escede á la otra una cuarta parte en barcos de vela, y una décima parte en barcos de vapor; efecto que no se puede atribuir á las corrientes porque estas son muy débiles. Además toda la vertiente Norte de las islas de Mallorca y de Menorca, especialmente de esta última, está bañada por el mismo viento que ocasiona en ella un empobrecimiento muy sensible de la vegetacion. Estos vientos dominan en Argel, en Tolon y en Marsella. En invierno por el contrario, cuando la arena del desierto ha perdido mucho calor, el aire de aquellas regiones está mas frio que el del mar y en Egipto corre un viento Sur muy frio, pero mucho mas suave que los vientos del Norte en verano (Käemtz y Martins).

Podemos agregar á los vientos periódicos regulares, cuyo estudio acabamos de presentar, es decir á los alísios y las monzones, las *brisas* determinadas en las costas del mar por la desigualdad de calefaccion entre la tierra y el agua. Ya hemos indicado al principiar el capítulo, que son efecto del calor solar lo mismo que los alísios.

Se observan tambien movimientos de aire periódicos diurnos en los paises montañosos: consisten en una brisa que desciende á lo largo de la montaña durante la noche, y en una brisa ascendente por el dia. Estos movimientos son estremadamente variados en atencion á la forma y á la orientacion de las montañas.

Entre todas las causas que se supone pueden originar los vientos, una de las mas poderosas es sin duda alguna la condensacion rápida de los vapores en el seno de la Atmósfera. Algunas veces se han visto caer 27 milímetros de agua en una hora en una gran estension de terreno, especialmente en las regiones ecuatoriales. Ahora bien, supon-

gamos que esta estension sea de diez leguas de lado ó de 100 leguas cuadradas. Si el vapor necesario para producir 27 milímetros en 100 leguas cuadradas estuviera en el aire al estado elástico solo á 10° de temperatura, ocuparia un espacio cien mil veces mayor que en estado líquido, es decir que tendria un volúmen de 100 leguas cuadradas en 2 700 metros de altura. Tales serian por consiguiente las dimensiones del vacío que resultaria de esta condensacion. Verdaderamente, el vapor no está en la Atmósfera al estado elástico, sino en estado vesicular; pero solo por el hecho de estar suspendido en ella tiene probablemente menor densidad que al estado líquido, y su condensacion en gotas de lluvia produce de todos modos un inmenso vacío que no puede llenarse sin excitar un gran sacudimiento atmosférico.

La circulacion constante en que se mantiene la Atmósfera hace imposible que en un punto cualquiera se consuman por completo algunas de las sustancias indispensables para la vida de los organismos, como por ejemplo el oxígeno, los vapores acuosos, etc.; ó que una sustancia deletérea, como el ácido carbónico se acumule en cantidad peligrosa: la existencia de la naturaleza animada está completamente ligada con esta circulacion.

Parece á primera vista que estos simples rasgos no se aplican á las variaciones del tiempo, tan caprichosas al parecer; y que no representan tal como es á este tipo de la versatilidad y de la inconstancia. Estas causas sin embargo no se oponen á que el tiempo varíe, sobre todo en nuestros climas, como vamos á verlo. Podemos dividir la superficie del globo en dos partes desiguales: la region del tiempo constante y la del tiempo variable. En la zona á que se estiende la influencia de los vientos alísios se puede predecir el estado del aire, aunque sea con muchos años de anticipacion. La zona media (comprendida entre los grados 2 y 4 de latitud N. y S.) es aquella en que durante todo el año, alternan sin interrupcion fuertes calores y grandes calmas con chaparrones y tempestades nocturnas. A los lados de esta por el Norte y por el Sur viene otra zona (4 á 10° de latitud) en que tal estado de cosas no se

presenta mas que en verano ó en invierno, y en que el viento alísio despeja el cielo. Despues se presenta la tercera zona (10 á 28° de latitud N.), á la cual ni en invierno ni en verano llevan los alísios humedad alguna, y en la que pasan años enteros sin que refresque la tierra una lluvia pasajera.

Por último hay una cuarta zona (de 20 á 30° de latitud), que forma el límite del tiempo constante; en ella los vientos alísios determinan un verano sin lluvias y un invierno suave y lluvioso en que sin embargo no es la lluvia enteramente constante. La indicacion aproximada de las latitudes se refiere al hemisferio boreal y al Océano Atlántico, único punto en que se han hecho observaciones dignas de fé.

Se llega despues á una zona de 24° de latitud, en que la lucha entre la corriente polar y la corriente ecuatorial ocasiona un clima variable que solo nos parece caprichoso y accidental porque las circunstancias que en cada localidad determinan el predominio de una ú otra corriente son tan complicadas que no han permitido que deduzcamos de nuestras diferentes observaciones una ley capaz de regir sus movimientos.

Si profundizamos la cuestion, veremos que segun lo que acabamos de indicar, no hay en realidad mas que dos vientos en la Atmósfera: el que sopla de los polos hácia el ecuador y el que parte del ecuador para marchar hácia los polos. Tomemos ahora un punto situado en la region del tiempo variable, por ejemplo las latitudes de Paris, Lóndres, Viena, y admitamos ademas que este punto se halle precisamente situado en la direccion de la corriente polar. Cuando en un punto sopla viento Norte, se siente frio, se despeja el cielo, y permanece sereno aun cuando el viento separándose poco á poco de su primitiva direccion se corra al E. (El aire polar que nos traen estas corrientes es de los mas perjudiciales para los enfermos del pecho, por su sequedad y su riqueza en oxígeno). El viento del Este sopla mientras no hay otro que venga á relevarle, cosa que solo puede hacer la corriente ecuatorial que se manifiesta como viento del Sur. El choque producido por su reunion da por

resultado inmediato la existencia de direcciones intermedias ó vientos del S. E. cuyo aire cálido y húmedo, enfriado por la corriente polar tiene necesidad de condensar una parte del agua que contiene en forma de nubes, de nieve ó de lluvia. Poco á poco vuelve á predominar la corriente equatorial, se despeja el cielo, se templa la atmósfera y así continúa con un viento del Sur que insensiblemente se va corriendo al Oeste. La corriente polar es la única que á su vez puede reemplazar á este viento, y la mezcla de ambos pasando al N. O. produce abundantes precipitados atmosféricos. En esta época hace esos frios húmedos que tanto incomodan á las personas nerviosas. Las cosas siguen marchando de esta manera, y siempre en el mismo órden. El estudio de estos vientos variables formará la materia del capítulo III.

Es curioso pensar que esta zona variable, que podria creerse que era la mas desfavorable para el desarrollo del género humano, comprende casi en absoluto el Asia central, la Europa, la América del Norte, y la costa septentrional de Africa: por consiguiente, abarca todo el teatro en que se mueve de la historia, la humanidad y de su desarrollo intelectual. Tal vez exista una conexion secreta entre este fenómeno y el desarrollo especial de los vegetales en esta region.

Hemos visto que el calor y su distribucion desigual en las distintas regiones es el fenómeno fundamental alrededor del que se agrupan y del que dependen muy notablemente los demás. La humedad del aire tiene una estrecha relacion con este fenómeno; y unidas ambas causas constituyen la razon de ser de la vida vegetal. A estas dos condiciones se refiere en gran parte la distribucion de las plantas en la superficie del globo. El mundo animal sigue al mundo vegetal, porque á la existencia de los hervívoros está ligada la de los carnívoros. El primer principio supremo, pues, el que no solo lo vivifica sino que lo escita y lo arregla todo es el Sol; sus abrasadores rayos son los buriles de que se sirve para trazar la luz y la sombra, el amarillo ardiente de los áridos arenales y el fresco verde de las alegres praderas; son los lápices con que dibuja la geogra-

fía de las plantas y de los animales, trazando al propio tiempo el bosquejo de un mapa etnográfico del género humano.

El emperador Aurelio decia que «de todos los dioses que Roma habia tomado de las naciones á quienes vencia, ninguno era tan digno de adoracion como el Sol;» y nosotros decimos que la mas sublime de todas las fórmulas de adoracion del paganismo es la del Ghebro, cuando espera al amanecer á orillas del mar, la reaparicion del astro del dia; cuando á los primeros rayos que se reflejan vacilantes en la superficie del líquido elemento, se arroja al suelo boca abajo, y saluda orando la vuelta del principio vivificante que todo lo anima (Schleiden).

CAPITULO II.

LAS CORRIENTES DEL MAR.

Meteorología del Océano.—Derroteros marítimos.—El Gulf-Stream.

Acabamos de ver que la distribucion del calor solar en la superficie del globo determina una circulacion general y regular de la Atmósfera. En el capítulo inmediato demostraremos que los vientos irregulares y variables de nuestros climas se deben tambien á este calor y están sometidos á leyes de periodicidad, de cuya investigacion se ocupa la ciencia. Pero antes de abandonar las grandes corrientes de la atmósfera, importa que nos formemos una ligera idea de las grandes corrientes del mar, determinadas tambien por la accion de este calor que todo lo regula en la Tierra.

El mar no está inmóvil; ni lo están sus aguas, ni la atmósfera que descansa sobre ellas. Por la influencia atractiva del Sol y de la Luna se verifica dos veces al dia una grande oscilacion general de su superficie; las mareas, cuyo flujo y reflujo cubre y descubre alternativamente las playas del Océano, dando á las costas la movilidad siempre variable que nos atrae constantemente hácia ellas. Este momimiento de las aguas es debido á una causa astronómica, y no hay necesidad de que nos ocupemos aquí de él.

Pero el mar está animado de otra circulacion meteorológica, mas compleja y mas delicada que podria casi compararse á la circulacion de la sangre en los séres vivientes: está atravesado por corrientes que dirigiéndose desde el ecuador hácia los polos, y desde los polos hácia el ecuador, y relacionando entre sí los mas lejanos mares, distribuyen el calor en las regiones frias, traen el agua fria á las regiones tórridas, igualan la salazon y la composicion química del Océano, y forman en cierto modo el circuito vital del globo, como la sávia que sube y baja por las plan-

tas, como la sangre que se regenera en el corazon despues de haber pagado su tributo en las partes mas apartadas del organismo.

Las corrientes del mar merecen en este libro un estudio especial, que abrazará al mismo tiempo las corrientes de la Atmósfera que las acompañan y las completan, constituyendo la meteorología del Océano. Unas y otras han sido, sobre todo desde hace treinta años el objeto de minuciosas observaciones por parte de los marinos

La industria de los transportes marítimos se diferencia, á primera vista, de la industria de los transportes terrestres en la falta de caminos. Durante mucho tiempo, en efecto, los navegantes modernos no han sospechado siquiera que existen en la superficie del mar numerosos caminos trazados por la naturaleza. La constancia de las monzones, la vuelta periódica de las brisas marinas á lo largo de las costas del mar Rojo y del mar de las Indias, son fenómenos que habian conocido y utilizado los antiguos. Cuando el astrónomo Hiparco descubrió el fenómeno físico de la inversion de la monzon de verano, ya se aprovechaban de ella hacia muchos siglos los marinos árabes, especialmente para seguir el comercio monopolizando de las especias y perfumes de Ceilan, que vendian como especias y perfumes de la Arabia. El descubrimiento de Hiparco causó una verdadera revolucion en los transportes marítimos de los europeos que vivian al principio de nuestra era. Una mejora análoga, pero en escala mucho mayor, es la que se ha realizado en nuestros dias por los trabajos del comandante Maury, director del Observatorio Nacional de Washington. A causa de su gran comercio, y de la posicion geográfica de su pais, bañado por los dos mayores océanos del globo, los americanos estaban mas interesados que ningun otro pueblo en hallar los caminos marítimos mas cortos. Para esto era preciso comparar entre sí multitud de caminos seguidos por millones de navegantes, y este inmenso trabajo ha permitido hacer para el globo entero lo que Hiparco habia hecho para la pequeña distancia que separa Egipto de la Taprobana. (1).

Los grandes navegantes de los siglos pasados, trazaron los únicos caminos que al parecer se podian seguir, sin que pensara nadie en introducir en ellos algunas modificaciones que hubieran podido deducirse del estudio comparativo de los datos esperimentales. Pero cuando la aplicacion del vapor á los medios de transporte demostró la ventaja de los cambios rápidos entre las naciones é hizo conocer mejor lo que vale el tiempo, se fijó naturalmente la atencion en el exámen de los mejores caminos y en los medios de fijarlos racionalmente. Un buque de vapor, prescindiendo de los vientos, puede trazar sobre la esfera la linea mas directa y la mas corta, entre su punto de partida y su punto de llegada; pero para el buque de vela sometido á las corrientes aéreas que constituyen sus únicos medios de progresion, la línea mas corta en longitud es muchas veces la que mas tiempo tarda en recorrer. Hallar la cantidad mayor posible de vientos favorables, sin alejarse mucho del camino mas directo, es el medio mas seguro de hacer que la travesía dure el menor tiempo posible.

Las observaciones hechas en la superficie de los mares por los navegantes, se han perdido durante mucho tiempo, sin que sacaran provecho de ellas la ciencia ni la navegacion. Reunidas en las manos de Maury,

(1) Antiguo nombre de la isla de Ceilan.

(N. del T.)

han conducido en pocos años al conocimiento de la circulacion general de la Atmósfera y de las corrientes marinas. Al mismo tiempo han permitido que se disminuya una cuarta, y en ocasiones una tercera parte, y hasta una mitad, la duracion de las largas travesías, realizando así anualmente una economía inmensa en el precio de los transportes marítimos.

A fin de llamar la atencion pública con un resultado capaz de hacer ver toda la importancia práctica de sus nuevos estudios, concentró todos sus esfuerzos en una sola travesía, la de los Estados Unidos á Rio Janeiro. Los datos que pudo reunir le permitieron determinar un camino mucho mas corto y mas ventajoso que el seguido hasta entonces por la mayoría de los navegantes. El buque *Whrigt*, capitan Jakson, de Baltimore, fue el primero que siguió las indicaciones de Maury. Habiendo salido de Baltimore el 9 de febrero de 1848 este buque pasaba la línea ecuatorial al cabo de 24 dias, siendo así que en esta travesía se empleaban ordinariamente 41.

Este camino de los Estados Unidos al Ecuador es tanto mas importante, cuanto que es comun á todos los buques que van desde los Estados Unidos al hemisferio austral, bien se dirijan en definitiva al Pacífico, al mar de las Indias ó al Atlántico. Aquella travesía de 41 dias se redujo primeramente á 24; despues se hizo en 20 y últimamente en 18. La ventaja era de mas de 50 por 100.

La travesía de los Estados Unidos á California exigia por término medio 180 dias: á partir del momento en que Maury empezó á estudiarla, se redujo al principio á 135 dias, y este primer resultado se perfeccionó á su vez de tal manera, que hoy una porcion de clippers han llegado á hacerla en 100 dias, y uno de ellos, el *Flying Fish* que se habia hecho á la vela en Nueva York ha entrado en la rada de S. Francisco á los 92 dias.

Pero el ejemplo mas notable es el de la travesía de Australia. Desde Inglaterra á Sydney, un buque guiado por las antiguas instrucciones, no tardaba nunca menos de 125 dias: este era el promedio ordinario del año. El retorno duraba próximamente lo mismo, y por consiguiente el viaje total era de unos 250 dias. Cuando Maury fué á Inglaterra con motivo del Congreso de Bruselas, ofreció á los marinos y á los negociantes ingleses, como premio de su participacion en su empresa, disminuir lo menos un mes la travesía de Australia, y proporcionar una reduccion mas considerable aun en el viaje de retorno, lo cual era sencillamente suprimir la cuarta parte de la distancia que separa Inglaterra de su rica colonia. Muy poco despues, habiendo completado sus conocimientos sobre aquel derrotero, indicó Maury públicamente á los marinos la inmensa ventaja que habia en hacer del viaje de Australia una verdadera circunnavegacion del globo, es decir, doblar el Cabo de Buena Esperanza al ir de Europa, y el Cabo de Hornos al volver. El conjunto de estos dos viajes, esta vuelta al mundo, decia, podrá efectuarse en 130 dias y aun en menos, en vez de los 250 que se necesitaban antes. La prediccion de Maury se realizó hasta con esceso. La economía de tiempo ha sido 50 por 100.

Evaluemos en dinero esta economía de tiempo.

El precio de los fletes en la travesía de Australia es próximamente de 1 fr. por tonelada (1000 kg.) y por dia. Admitamos que el arqueo medio de los barcos que hacen esta travesía no esceda de 500 toneladas (en realidad es de 700) y calculemos únicamente sobre una reduccion de 30 dias en el viaje, para obtener cifras mas bajas que las efectivas. Resultará que cada buque habrá realizado en su trayecto una economía de 15,000 fran-

cos: y si suponemos con Maury que llegue á 1800 el número de barcos, sin distincion de pabellones que navegan desde los puntos del Norte del Atlántico á la Australia, tendremos que al cabo de un año habrá resultado para este comercio un beneficio evidente de 25 millones de francos.

Solo para el comercio inglés en los mares de la India, la economía anual es de 8 á 10 millones. Para el conjunto de todas las marinas, y para las diversas travesías, esta economía escede ciertamente á un término medio de 100 millones.

Cuanto mas grande es la distancia que debe recorrerse, mas ventaja hay en separarse de la línea directa para ir á buscar los parajes en que las brisas contínuas impriman al buque mayores velocidades. Por regla general, cuando se quiera navegar á la vela en el sentido del Este al Oeste, en la region intertropical será en la que se camine mas á igualdad de tiempo. Por el contrario, sería preciso ir mas allá de los trópicos al Norte ó al Sur, para ir deprisa en el sentido de Oeste á Este.

Cada dia que se retrasa la llegada de un buque mercante respecto de la época en que debe verificarse, ó respecto del promedio de las travesias, no solo es una causa de mas ó menos contrariedades para los pasajeros cuya salud y hasta cuya vida pueden depender de ello, sino tambien una causa de pérdidas para el armador y el negociante. El sostenimiento de un barco grande, decia el almirante Filz-Roy (salarios, gastos, provisiones, material) con una carga completa y su complemento de pasajeros, varía de 50 á 200 libras esterlinas (de 1250 á 5000 francos) diarios; además á estos gastos inmediatos es necesario agregar la disminucion de los beneficios anuales que resultan de la demora forzosa de su retorno. El perjuicio causado por una larga travesía es, por lo tanto, de una naturaleza muy compleja que afecta á los intereses de los armadores y á los del público en general.

Los progresos que las *Sailing directions* han realizado en la industria de los transportes marítimos equivale, pues, al que se hubiera obtenido con el descubrimiento de una nueva fuerza motriz: cuando los barcos seguian los antiguos derroteros, estaban lejos del puerto durante cien dias. Ahora siguen los nuevos caminos, y su ausencia no pasa de cincuenta dias: es por lo tanto, como si se les hubiera agregado un nuevo mecanismo de traccion con tal potencia que duplicara su velocidad Estos felices resultados determinaron la adhesion universal En una conferencia que se verificó en Bruselas en 1853, los Estados Unidos, Francia, Inglaterra, Rusia, Suecia, Noruega, Dinamarca, Holanda, Bélgica y Portugal, aceptaron un plan uniforme de observaciones meteorológicas en el mar; plan al que se adhirieron bien pronto Prusia, Austria, España, Italia y el Brasil. Desde esta época, cada uno de los buques de largas travesías de estas catorce potencias, se ha convertido en un observatorio flotante, que anota de dia y de noche todos los hechos de la navegacion susceptibles de conducir á un conocimiento completo de los movimientos de la Atmósfera y del mar.

Gracias á estos trabajos y al gran desarrollo que han tomado desde hace algunos años las observaciones meteorológicas, hemos podido en el capítulo anterior, y podremos en el siguiente, hacer un bosquejo general de la *distribucion de los vientos sobre la superficée de la Tierra.*

Consideremos ahora la circulacion de las aguas producida por la misma influencia del calor solar.

Todo el mundo conoce la division de los mares en tres grandes Océa-

nos, á saber: 1.° el Océano Atlántico, que separa la Europa y el Africa de las Américas; 2.° el Océano Pacífico, que cubre la mitad del globo, por un lado entre las dos Américas, y por el otro entre el Asia oriental, la Nueva Holanda y el archipiélago situado entre ambas; 3.° y último, el pequeño Océano que se llama Océano Indico, que está casi todo él por debajo del Ecuador, entre el Africa, el Asia y la Nueva Holanda.

Si se divide en dos partes al Norte y al Sur del Ecuador cada uno de los dos grandes Océanos, y si se consideran tambien los dos mares polares, se tendrán en conjunto siete divisiones en que podrá estudiarse el movimiento de las aguas calientes ó frias, su marcha del ecuador á los polos, y su regreso al punto de partida. A este movimiento se deben, en el mar universal, corrientes de aguas templadas ó de aguas frias, cuyo movimiento magestuoso y pausado, y cuya temperatura mas ó menos elevada, dan márgen á efectos sobre las condiciones de los climas mucho mas importantes de lo que podrian suponer á primera vista los que solo conocen el globo por los mapas geográficos ordinarios.

Analicemos y apreciemos estas corrientes tan importantes, tomando por ejemplo el circuito que forman las aguas en el Océano Atlántico del Norte, que es el mejor conocido y el que surcan continuamente los buques que van de Europa á la América del Norte y á la América central, y que vuelven de ellas.

En las regiones ecuatoriales las aguas del Océano se ven impulsadas hácia el Oeste por un movimiento incesante que en el Atlántico las lleva hácia la América Tropical. Esta gran corriente de 30° de anchura 20 al Norte y 10 al Sur, se rompe contra las costas del Nuevo Mundo. Segun la configuracion de la América, cuya punta mas oriental está muy por bajo del Ecuador, la mayor parte de las aguas de esta corriente se dirige hácia el *Golfo de Méjico*, cuyas sinuosidades recorre para salir de él por la punta de la Florida, y costear los Estados Unidos de Sur á Norte.

Este golfo, situado en la zona tórrida, está rodeado por todas partes de elevadas montañas que concentran en él los rayos solares como en el fondo de un inmenso embudo, llevando á sus aguas los ardores de aquel clima abrasador. De este foco nace la corriente ecuatorial. Se precipita á través del estrecho de la Florida, y produce una corriente impetuosa de 300 metros de profundidad y de 14 leguas de anchura. Su velocidad es de 8 km. por hora. Sus calientes y saladas aguas tienen un color de añil diferente del que presentan en sus límites las verdes olas del mar. Esta masa formidable determina por su paso una profunda agitacion, y sigue de este modo su curso sin mezclarse al resto del Océano. Las aguas de *Gulf-Stream* comprimidas entre dos murallas líquidas, forman una bóveda movible que se desliza en el imperio de los mares, rechazando muy lejos cualquier objeto que se coloca en su proximidad. Es un inmenso rio en medio del Océano. «No se agota aun en las mayores sequías, ni se desborda en las mayores crecidas. Sus orillas y su lecho son capas de agua fria. En ninguna parte del mundo existe una corriente mas magestuosa. Es mas rápida que el rio de las Amazonas, mas violenta que el Misisipí, y entre estos dos rios no arrastran una masa de agua equivalente á la 10.ª parte de la que en ella se pone en movimiento.» (Maury).

Auxiliado por el termómetro, el navegante puede seguir esta gran vena líquida; el instrumento colocado sucesivamente en sus orillas y en su seno marca temperaturas cuya diferencia llega á 15°.

Potente y rápido, el *Gulf-Stream* (corriente del Golfo) se dirige hácia el

Norte siguiendo las costas de los Estados Unidos hasta el Banco de Terranova. Allí sufre el terrible choque de una corriente polar que arrastra enormes témpanos, verdaderas montañas de hielo, tan inmensas, que una de ellas, cuyo peso era de mas de 20,000 millones de toneladas, arrastró á 300 leguas al Sur el buque del teniente Haven. Las aguas tibias de la corriente del Golfo disuelven los témpanos flotantes, que al fundirse abandonan en el fondo del mar las tierras, y hasta los trozos de roca que transportaban en su masa.

Llegada á las cercanías de Europa, envia una buena parte de sus aguas hácia el mar Glacial, costeando la Irlanda, la Escocia y la Noruega; y el resto de aquellas vuelve hácia el Sur á la altura de las costas occidentales de España para unirse á la gran corriente tropical á la latitud del centro de Africa. Despues de haberse unido á esta corriente, cuyo manantial forman, toman nuevamente las aguas la direccion Oeste para llegar á las costas de Méjico y de los Estados Unidos, atravesando por segunda vez el espacio que separa estos últimos Estados de Europa y formando así un circuito continuo de Africa á Méjico, que vuelve á su punto de partida del modo que acabamos de indicar. Las botellas flotantes que los marinos arrojan al mar con la indicacion del sitio y de la fecha del dia en que se han confiado al Océano, han hecho ver que este trayecto de 20 á 30 000 kilómetros se recorre en tres años y medio próximamente. Los vientos siguen, poco mas ó menos, la misma marcha que las aguas; es decir, que entre los trópicos soplan vientos del Este, alísios que llevan la atmósfera del Africa á la América, del mismo modo que la corriente tropical lleva las aguas de una á otra. Entre los Estados Unidos y Europa, lo mismo que la corriente lleva el mar hácia el Este, las contracorrientes de los alísios soplan hácia Europa: de donde resulta que la travesía de los Estados Unidos á Francia ó á Inglaterra es mucho mas rápida que la de Europa á los Estados Unidos, porque al hacer este último viaje, el viento y la corriente son contrarias, al paso que son favorables para venir del Nuevo al Viejo Continente. Sabido es que cuando Cristóbal Colon acometió la atrevida empresa de abandonarse en direccion al Oeste, descendió á la altura de Africa para aprovechar los vientos del E. que, en su concepto, debian impulsarlo hasta la China. «Apenas se concibe que en aquella epoca en que los conocimientos geográficos estaban bastante adelantados para saber poco mas ó menos las dimensiones del globo y la distancia itineraria entre la India y la China, dice M. Babinet, haya habido un hombre tan confiado en un imposible, que esperase llegar á las costas orientales de la China despues de una navegacion igual al triplo ó al cuádruplo de la distancia que separa el Antiguo y el Nuevo Mundo. Si no hubiera existido la América, hubiera perecido mil veces antes de llegar á China.»

Antes de pasar á los otros dos circuitos marítimos análogos al circuito del Atlántico septentrional, insistamos sobre las circunstancias que le caracterizan. Las aguas tropicales, en su trayecto de las costas de Africa á las de América, caminan bajo los ardores de un sol zenital y se van calentando cada vez mas, hasta que penetran en el golfo de Méjico. En seguida penetran en el Estrecho de Bahama, en el cual forman una rápida corriente de agua templada, que sube por el Este de los Estados Unidos, hácia el Banco de Terranova. Allí la corriente, como ya hemos dicho, gira al E. para venir hácia Europa; pero aun conserva el esceso de calor que debe á su origen tropical; y este es uno de los grandes me-

dios que la naturaleza pone en juego para equilibrar la temperatura de nuestro globo, llevando por medio de las aguas, hácia las regiones mas septentrionales, el calor que el sol derrama entre los trópicos. A medida que esta corriente adelanta, pierde su calor, que se difunde en la atmósfera y en los mares que atraviesa; y despues vuelve, dejando á su izquierda España y el Norte de Africa, á tomar su puesto en la corriente tropical, para absorber de nuevo él calor que debe traer á las latitudes de Europa.

El calor del mar se comunica á los continentes por el intermedio de los vientos. Vamos á demostrar muy pronto que á la altura de Europa los vientos dominantes son los de Oeste algo inclinados al Suroeste. Se ve desde luego que estos vientos, que tienen por base una corriente de agua caliente, tomarán su temperatura y soplarán hácia Europa mucho mas cálidos de lo que serian si el mar, privado de la corriente cálida que hemos descrito, tuviese la temperatura correspondiente á su latitud. Para convencerse de este aserto, basta comparar el clima y la temperatura de las ciudades americanas con las que tienen la misma latitud en nuestra Francia.

Ninguna de las masas de agua que se mueven en el mar merece un estudio tan detenido como el Gulf Stream: no hay otra alguna que tenga mas importancia para el comercio, ni que ejerza mas influencia en los climas; al Gulf Stream es á quien la Gran Bretaña, la Francia y los paises próximos deben la suavidad de su temperatura, su riqueza agrícola, y por lo tanto, una gran parte de su poderío material y moral. Su historia se confunde casi con la de todo el Atlántico boreal; tan capital es la influencia hidrológica y climatológica de esta corriente de los mares.

Gracias al movimiento de rotacion del globo, y probablemente tambien á la orientacion general de las costas, la corriente sigue una direccion constante hácia el Nordeste y no choca con ninguna de las puntas avanzadas del continente. A lo largo de Nueva-York y del cabo Cod, se inclina mas y mas hácia Levante, y dejando de costear á lo lejos el litoral americano, se arroja en pleno Atlántico hácia las costas de la Europa occidental. Segun dice Maury, si algunos cañones monstruosos tuvieran bastante fuerza para arrojar sus proyectiles desde el Estrecho de Bahama al polo boreal, estos proyectiles seguirian casi exactamente la curva del Gulf Stream, y separándose poco á poco de su camino, llegarian á Europa por el lado del Oeste.

Desde el grado 43 al 47 de latitud septentrional, en el Banco de Terranova, el Gulf Stream, que viene del Sudoeste, encuentra en la superficie de los mares la corriente polar. La línea de demarcacion entre los dos rios oceánicos no es nunca constante, y varía de lugar segun las estaciones. En invierno, es decir, de setiembre á marzo, la corriente fria rechaza al Gulf Stream hácia el Sur; porque durante esta estacion, todo el sistema circulatorio del Atlántico, vientos, lluvias y corrientes se aproximan al hemisferio meridional, sobre el que marcha el sol. En verano, es decir, de marzo á setiembre, el Gulf Stream toma á su vez preponderancia y rechaza cada vez mas hácia el Norte, la línea de su choque con la corriente polar.

Despues de haber chocado contra las aguas del Gulf Stream, las de la corriente ártica dejan en gran parte de correr por la superficie y descienden á las profundidades á causa de la mayor densidad que tienen por su poca temperatura. Puede recorrerse la direccion de esta contra-corriente,

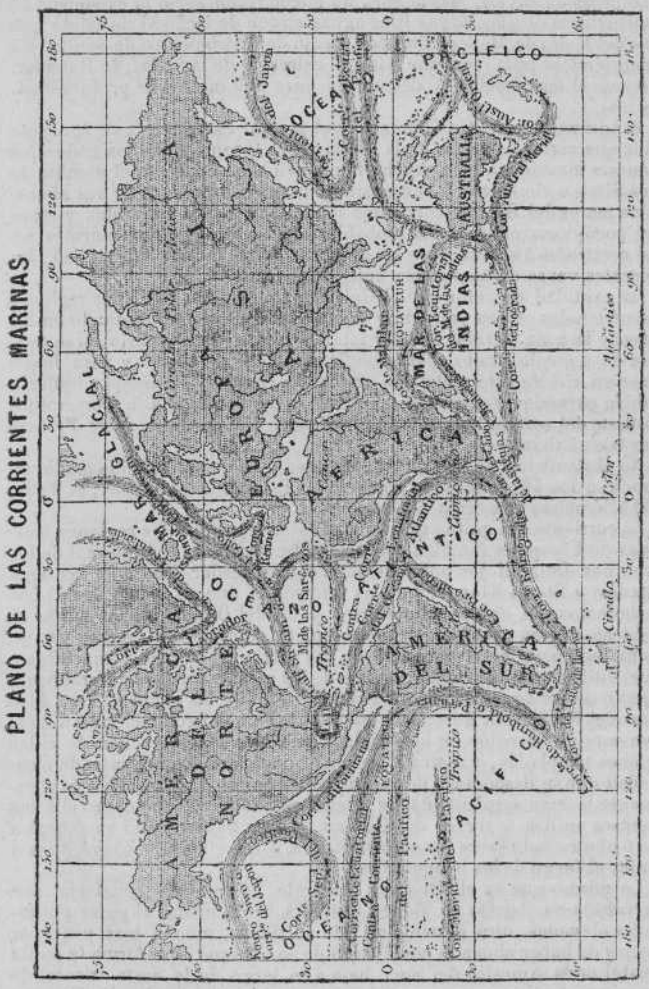


Fig. 3.—Las corrientes del mar.

exactamente opuesta á la del Gulf Stream por las montañas de hielo que el tibio aliento de las latitudes templadas no ha fundido aun, y que viajan

hácia el Sudeste, para encontrarse con la corriente superficial que hienden como proas de navíos. Mas al Sur, no puede reconocerse la existencia de esta corriente oculta, cuyas frias aguas sirven de lecho al rio cálido que parte del Golfo de Méjico, sino por medio de instrumentos de sonda. Va sumergiéndose cada vez mas hasta el estrecho de las islas de Bahama, en donde el termómetro la descubre á unos 400 metros de profundidad. (Reclus).

El equivalente del Gulf Stream en el océano Pacífico es una corriente cálida que sigue las costas de la China y del Japon, y que los geógrafos japoneses mencionan hace mucho tiempo en sus mapas con el nombre de Kuro-Siwo ó rio ciego, á causa sin duda del color oscuro de sus aguas. En los mares del Sur las corrientos son mucho menos conocidas y estan muy poco desarrolladas. Es probable además que los rios marinos no sean corrientes aisladas, sino las diversas partes de una misma red, las diferentes venas de un sistema único de circulacion.

La cantidad de calor que el Gulf Stream arrastra hácia las regiones septentrionales es una parte muy notable del calórico almacenado en las aguas de la zona tórrida. El calor total de la corriente bastaria, si se reuniera en un solo punto, para fundir montañas de hierro y para hacer correr un rio de este metal tan caudaloso como el Mississipí: bastaria tambien para elevar desde la temperatura del invierno á la temperatura constante del verano toda la columna de aire que descansa sobre Francia y las Islas Británicas.

No obstante la marcha del sol, hace tanto calor por término medio en Irlanda, á los 52º de latitud, como en los Estados-Unidos á 38º; es decir, 1650 kilómetros mas cerca del ecuador.

La corriente del golfo, que lleva el calor tropical á las regiones templadas de Europa es tambien con mucha frecuencia el camino real de los huracanes. De aquí los nombres de Weatherbreeder (padre de las tempestades) y Storm King (rey de las tormentas) que se la han dado. Los movimientos del océano atmosférico y los del Océano de las aguas se producen con un paralelismo tan completo, que podria creerse ver un mismo fenómeno en el conjunto de las corrientes aéreas y marítimas. Así el Gulf Stream parece ser respecto de los vientos como es naturalmente respecto de las aguas, el gran intermediario entre los mundos. Trae á los mares del Norte de la Europa las materias salinas del golfo de las Antillas; lleva consigo el calor de los trópicos para que se aprovechen de él las regiones templadas, y marca el camino que siguen los torrentes de electricidad que se desprenden de los huracanes en las Antillas. Esta es seguramente la gran serpiente de los poetas escandinavos que desarrolla sus inmensos anillos á través del Océano, y que balanceando su cabeza á este ó al otro lado sobre las costas, exhala sobre ellas una suave brisa ó vomita el fuego de las tempestades.

Lo mismo que en el Atlántico del Norte, la corriente ecuatorial que se precipita en el golfo de Méjico vuelve sobre sí misma al pasar por latitudes elevadas, otra porcion de esta corriente, mucho mas pequeña, despues de haber chocado con el cabo de San Roque, que forma la punta oriental de la América del Sur, baja á lo largo de la costa oriental de esta misma América; y en seguida, atravesando el Atlántico de E. á O., vuelve hácia el Africa inferior para subir luego á lo largo de las costas occidentales de esta parte del mundo y unirse á la gran corriente tropical por el Sur del mismo modo que el Gulf Stream se une á ella por el Norte.

Prescindiendo de la cantidad de sus aguas, esta corriente es perfectamente análoga al circuito que ocupa el Norte de este Océano. La porcion que sale fuera de los trópicos y que vuelve del Oeste al Este, desde el Sur de la America al Sur del Africa es tambien una corriente cálida, como el Gulf Stream entre los Estados-Unidos y Europa. La comparacion de las masas de agua que arrastra separadamente cada uno de estos dos circuitos, demuestra cuán favorecido está el del Norte relativamente al del Mediodía en la cantidad de aguas calientes que recibe: puede asegurarse que el circuito del Norte forma una corriente cinco ó seis veces mas abundante que el del Sur.

Si dirigimos ahora una mirada al Océano Pacífico veremos tambien las aguas tropicales venir á chocar contra la Nueva Holanda, el archipiélago de la Sonda y la parte inferior del Asia. La mayor parte de estas aguas sube al Norte formando una estensa corriente de agua tibia que viene á dar á la parte alta de California y á Colombia un clima casi comparable al de nuestra Europa.

El Atlántico del Norte, el Atlántico del Sur, el Pacífico del Norte, el Pacífico del Sur y el mar de las Indias tienen cada uno su corriente, siendo la principal de todas la del primero. El mar Glacial del Norte y el mar Glacial del Sur tienen tambien al parecer cada uno una corriente que se dirige, segun se cree, hácia el Este, alrededor del polo (Babinet).

La circulacion del mar se completa por las corrientes submarinas: una corriente submarina debe llevar las aguas del Mediterráneo al Océano. Su existencia se deduce, en cierto modo, de un cálculo, por medio del cual se encuentra que la cantidad de agua salada suministrada por la corriente superior del Estrecho de Gibraltar es de 12 miriámetros cúbicos por año, la cantidad de agua dulce arrastrada por los rios 1 y la que se pierde por evaporacion 2 miriámetros cúbicos anuales; de modo que habia un esceso anual de 11 miriámetros cúbicos si no se restableciera el equilibrio por una corriente submarina. Esta hipótesis aparece confirmada por un hecho de los mas curiosos.

Hácia fines del siglo XVII, un bergantin holandés, perseguido y alcanzado entre Tánger y Tarifa por el corsario francés *El Fénix*, fué echado á pique por una sola andanada de la artillería de este; pero en vez de sumergirse en el mismo sitio, el bergantin, gracias á su cargamento de aceite y de espíritu de vino, quedó flotando entre dos aguas: caminó hácia el Oeste y acabó por encallar despues de dos ó tres dias en las inmediaciones de Tánger á mas de 12 millas del punto en que habia desaparecido bajo las olas. Habia recorrido, pues, esta distancia arrastrado por la accion de una corriente inferior cuya direccion es opuesta á la de la corriente que reina en la superficie. Este hecho histórico, unido á algunos esperimentos recientes, viene en apoyo de la opinion que admite la existencia de una corriente de salida en el Estrecho de Gibraltar. El comandante Maury considera tambien como cierto que hay, al Sur del cabo de Hornos, una contra-corriente submarina que lleva al Océano Pacífico el esceso de agua del Atlántico. En efecto, el Atlántico está alimentado continuamente por grandísimos rios, mientras que el Pacífico, en el cual no desemboca ningun rio importante, debe esperimentar por el contrario una gran pérdida á consecuencia de la gran evaporacion que se verifica en su superficie.

Se ha demostrado tambien la existencia de algunas corrientes inferiores lastrando unos trozos de madera para hacerlos sumergirse, pero

manteniéndolos unidos á un hilo de pescar, de modo que puedan descender á muchos cientos de brazas, segun la voluntad del observador: Al otro estremo del hilo se ata un tonel vacío bastante fuerte para sostener el aparato, y despues se abandona todo ello. Los marinos que observaron este hecho por la primera vez se sorprendieron mucho al ver que el tonel caminaba contra el viento y contra la corriente á razon de 1 nudo y á veces mas deprisa aun. La tripulacion hacia esclamaciones de sorpresa al ver que todo se alejaba como si algun mónstruo marino se hubiera apoderado de ello: y muchos hasta manifestaban cierto terror. La velocidad del tonel era evidentemente igual á la diferencia de entre las velocidades de las dos corrientes inferior y superior.

En 1773, el buque del capitan Deslandes se hallaba en las aguas del Golfo de Guinea: una corriente muy fuerte que penetraba en aquella bahía le impedia ir mas al Sur. Deslandes se apercibió de que habia una contra-corriente inferior á 15 brazas (24 metros) de profundidad y sacó partido de ella de una manera ingeniosa. Una máquina que presentaba mucha superficie se bajó á la profundidad de la corriente submarina, y fue arrastrada con la fuerza bastante para remolcar el buque con una velocidad de mas de 2 kilómetros por hora.

En el mar de las Antillas, pueden algunas veces amarrarse los buques del mismo modo, en medio de una corriente.

En el Sund se ha demostrado hace mucho tiempo la existencia de una doble corriente superior é inferior.

La temperatura media en la superficie del mar difiere muy poco de la del aire, mientras las corrientes cálidas no ejercen en ella su influjo perturbador. En las aguas de los trópicos parece que la superficie del mar está un poco mas caliente que el aire con que está en contacto.

Fig. 6.—Temperatura de las aguas del mar.

Examinando las temperaturas en la superficie y á diversas profundidades, se han podido deducir las siguientes consecuencias:

1.° Entre los trópicos, la temperatura *disminuye* con la profundidad.

2.° En los mares polares la temperatura *aumenta* con la profundidad.

3.° En los mares templados comprendidos entre 30 y 70° de latitud la temperatura es tanto menos decreciente cuanto mayor es la latitud y en la proximidad del paralelo de 70° empieza á hacerse creciente.

Existe por lo tanto una zona en la cual la temperatura es casi constante desde la superficie hasta una profundidad considerable.

Es casi indudable que las corrientes determinadas por la diferencia de presiones que esperimentan las capas colocadas al mismo nivel en el ecuador y en los polos, contribuyen eficazmente á producir esta distribucion del calor. Parece cierto que hay en general una corriente superficial que lleva hasta los mares polares el agua caliente de los trópicos, y una corriente inferior que vuelve á llevar de los polos al ecuador el agua enfriada en aquellas regiones heladas; pero estas corrientes se hallan modificadas en su direccion y en su intensidad por una multitud de causas que dependen de la profundidad de las cuencas marinas, de su configuracion, de la influencia del viento y de las mareas.

En los mares muy profundos se encuentra en todas partes la temperatura uniforme de + 4º que corresponde, segun ha demostrado la física á la densidad máxima del agua. Esta temperatura existe en el ecuador á partir de 2 200 metros de profundidad; en las regiones polares, en las cuales el agua está mas fria en la superficie, se encuentra la misma temperatura de 4º desde la profundidad de 1400 metros. Las líneas isotermas de 4º forman, pues, las divisiones entre las zonas en que la superficie del agua del mar está mas fria, y aquellas en que está mas caliente que la capa cuya temperatura es de 4º. Esto es lo que indica la figura precedente, que representa un corte meridiano del mar. La curva que toca en dos puntos á la superficie, indica las profundidades á que empieza la temperatura constante de + 4º.

Por último el grado de salazon de las aguas del Océano varia segun los puntos del globo, y representa sin duda alguna un importante papel en su densidad y por lo tanto en la formacion de las corrientes marinas.

CAPITULO III.

LOS VIENTOS VARIABLES.

El viento en nuestros climas.—Direcciones medias en Europa y en Francia.—Frecuencia relativa de los diferentes vientos. – Rosa de los vientos segun los puntos y las estaciones.—Variacion mensual y diurna de la intensidad.

Despues de haber estudiado las corrientes *regulares* y periódicas de la Atmósfera y de los mares, figemos nuestra atencion en los vientos irregulares que soplan en nuestros climas. Estos no presentan mas que una irregularidad aparente, porque en la naturaleza no existe la casualidad, y cada una de las moléculas del aire no se mueve sino para obedecer irremisiblemente á leyes tan absolutas como las que rigen los mundos en el espacio. Vamos á ver de derramar alguna luz en medio del caos de la multitud de vientos que se suceden en nuestros paises, y á desentrañar las fuerzas que se ponen en juego para determinar esta variedad.

Fuera de los límites en que soplan los vientos alísios y periódicos de los dos hemisferios, las zonas templadas son las regiones de los vientos variables. Europa, por ejemplo, está enteramente sometida á esta ley: las masas de aire la recorren ya en un sentido ya en otro: á veces un mismo viento reina durante semanas enteras; otras se suceden dos ó tres direcciones distintas en el intervalo de algunas horas; otras el aire permanece tranquilo y ni la brisa mas ligera agita el movible follaje del álamo blanco. Así es que el instrumento que manifiesta la direccion del viento en nuestros climas, la veleta, es desde hace mu-

cho tiempo símbolo ligero y femenino de la inconstancia.

Sin embargo la misma inconstancia tiene su causa, y es con frecuencia mas aparente que real. Los vientos de nuestros climas que nos parecen tan caprichosos y tan variables, van á dejarnos apercibir detrás de ellos, las leyes á que obedecen.

Hemos visto en el capítulo I que el alísio *superior* que va del ecuador al polo, modifica su direccion primitiva del Sur al Norte en nuestro hemisferio, y gira poco á poco hácia el Sudoeste á medida que avanza hácia latitudes mas elevadas. Pierde al mismo tiempo velocidad y temperatura y va descendiendo paulatinamente. Hácia el grado 30 de latitud ha llegado ya casi á la superficie del suelo: en las latitudes de Francia está ya completamente en la superficie. Este viento del *Sudoeste* es, en efecto, el que domina en toda Europa. Asi que en medio de la variedad de nuestros vientos observamos ya uno que es regular puesto que no es otro que el alísio superior que ha bajado hasta el suelo, y que ocupa el primer lugar en la meteorología de nuestros climas.

Hemos visto en el capítulo II que la gran corriente oceánica, el Gulf-Stream, llega á las costas de Europa en esta misma direccion *Sudoeste*. El aire circula en el mismo sentido y aumenta aun el afecto del alísio superior, ó por mejor decir, uno y otro son la misma corriente ecuatorial, aerea y marina desviada en sentido S. O. por la rotacion de la Tierra.

Para conocer exactamente la direccion del viento, se aprecia la proporcion de tiempo durante el cual ha soplado cada uno, admitiendo un total arbitrario al cual se refiere todo. Así por ejemplo, supongamos que el viento Sudoeste ha soplado 90 dias durante un año; se anotará únicamente que ha reinado la cuarta parte del tiempo; y si este tiempo se designa por el número arbitrario 1 000, se anotará 250 para el Sudoeste (suponiendo por supuesto que haya soplado exactamente la cuarta parte del tiempo es decir 91 dias y 7 horas en el año). De este modo se anotan todas las direcciones indicadas por la veleta en partes proporcionales de un mismo total y se construye así un cuadro comparativo

que puede representar el resultado medio de un gran número de años.

Así se ha procedido en toda Europa desde hace ya mucho tiempo. Veamos ahora el resultado general de todas las observaciones hechas. Hé aquí un cuadrito que resume estas observaciones, y que demuestra palpablemente el predominio del viento S. O. para el conjunto del continente europeo, y hasta para la América del Norte.

FRECUENCIA RELATIVA DE LOS VIENTOS.

	N.	N. E.	E.	S. E.	S.	S. O.	O.	N. O.	Direccion del viento medio.	Fuerza del viento medio.
Francia.. .	126	140	84	76	117	192	155	110	S. 88°O.	155
Inglaterra. .	82	111	99	81	111	225	171	120	S. 67 O.	198
Alemania. .	84	98	119	87	97	185	198	151	S. 76 O.	177
Dinamarca..	65	98	100	129	92	193	161	156	S. 62 O.	170
Suecia. . .	102	104	80	110	128	210	159	106	S. 50 O.	200
Rusia. . .	99	191	84	150	98	143	166	192	N. 87 O.	167
America del Norte (1).	96	116	49	108	125	197	101	210	S. 86 O.	182

Se ve que el viento dominante es el *Sudoeste*. Sumando los números del cuadro en sentido horizontal se forma el número 1 000: de modo que en Francia el viento del Sudoeste sopla las 192 milésimas partes del tiempo ó las 19

(1) Es muy difícil asignar una direccion media á los vientos reinantes en una gran estension de terreno, en la cual el relieve del suelo, la posicion relativa de unas y otras partes respecto á los mares y á los continentes, y las demas condiciones que pueden influir en la marcha de los vientos varian en una escala bastante considerable; respecto de España no existen, al menos recopilados, datos bastantes para calcular la direccion ni la fuerza media del viento, y en mi concepto, y salva la opinion de los meteorologistas, tanta generalizacion lleva á errores de gran bulto. Puede decirse por regla general que en el centro y el norte de España dominan los vientos del N. E. y del N. O.; al paso que en el Sur y el Este de la península reinan con mas frecuencia los del S. y S. O.; pero buscando un termino medio de las observaciones se vendria á encontrar probablemente un viento O N. O. ú O. que no existe en casi ningun punto de nuestro pais como viento dominante. Por esta razon no he calculado con los pocos datos de que he podido disponer, los números relativos á España, que podrian formar parte del cuadro anterior.

(N. del T.)

centésimas, es decir, cerca de la quinta parte. La proporcion es mayor aun en Inglaterra. Sumando el Oeste y el Sur se ve que este cuadrante de la rosa de los vientos da por sí solo casi la mitad de los vientos reinantes: 46 céntimos para Francia y para Inglaterra mas de la mitad: 51 céntimos. Las esmeradas observaciones hechas en Bruselas desde 1830, y los números obtenidos en distintos puntos de Bélgica indican un predominio igual en este pais. Se obtienen como para Francia 46 céntimos para la suma del cuadrante del S. y O. El viento que domina es el de S. 45° O exactamente. En Rusia se observa una variacion debida á su alejamiento del Océano.

Estamos, pues, bajo la benigna influencia de la corriente ecuatorial. Pero si el alísio de retorno llega hasta nosotros y hasta el mismo polo, la corriente polar inferior, que trae el aire frio del polo Norte al Sur y forma bajo los trópicos el alísio de Nordeste, debe hacerse sensible tambien en nuestras comarcas. Es preciso que pase por alguna parte para ir del polo al ecuador, porque si el aire que va del ecuador al polo no volviera no habria atmosfera entre los trópicos. Examinemos un momento aun el cuadro anterior de la frecuencia relativa de los vientos. El máximo está en el S. O. segun se ha indicado; desde este límite los números van decreciendo; luego vuelven á ascender y nos presentan un segundo máxino en el viento Nordeste. Esta es nuestra corriente polar. El viento Nordeste reina 14 céntimos del tiempo en Francia y 19 céntimos en Rusia.

Existen, pues, en nuestro hemisferio *dos direcciones generales* de vientos. Unas veces predomina la corriente ecuatorial y otras la polar. La primera es cálida y humeda la segunda seca y fria. Cada una egerce una influencia contraria en las producciones de la tierra, y el estado de las cosechas depende en gran parte de la época y de la continuidad de su reinado.

Los vientos de S. O., O. y S. por una parte y por otra los de N. E. y N. constituyen los vientos *primitivos* generales á que están sometidas nuestras regiones. Las demás direciones de los vientos proceden de estas dos corrientes, por las siguientes causas.

Si ambas corrientes soplan al lado una de otra, ocupando cada una cierta estension, como corren en una direccion opuesta, en el límite que las separa deben producirse torbellinos y remolinos engendrados por la accion de estos dos rios de aire. Estos remolinos girarán en el sentido N. E. á S. O. en el contacto de la corriente polar y en el sentido S. O. á N. E. en el contacto de la corriente ecuatorial. Basta reflexionar un momento para comprender que este es un sencillo movimiento de rotacion horizontal, como el de una piedra de molino. Cada punto de la circunferencia de este remolino de aire, tendrá su direccion particular, puesto que suponemos que toda esta masa gira en conjunto. Constituirá, pues, una zona de vientos variables que podrá cambiar de sitio bajo la influencia de las dos grandes corrientes que la han originado, que á su vez cambian tambien de posicion, de anchura y de intensidad.

Hé aquí una de las causas de variacion de los vientos, que es por decirlo así constante, puesto que ambas corrientes soplan sin cesar; y que debe presentarse en muy grandes estensiones. Hay otra que no es menos importante.

Entre las diversas regiones de un mismo territorio existe siempre una diferencia de temperatura. Aquí hay aguas, allí tierras; en esta parte desiertos, en la otra bosques, ya llanuras bajas y cálidas; ya helados páramos. Estas diferencias de temperatura modifican á su paso los dos corrientes. Un cielo nebuloso favorece la marcha de aquella y detiene la de esta; y asi resultan vientos parciales, como ramas laterales de estos dos grandes árboles horizontales.

Hay otra causa de cambios que se agrega á las anteriores: las protuberancias del relieve continental. Las corrientes generales que se ven obligadas á pasar por cima de una cadena de montañas no soplan con la misma regularidad que en la llanura. En efecto, los vientos deben ser tanto mas desiguales en sus bocanadas sucesivas, cuanto mas desigual es la superficie sobre que resbalan. La misma ráfaga aérea que se mueve sobre los mares con la uniformidad de un rio inmenso, abandona su marcha regular en cuanto siente interrumpido su curso por las desigualdades del terreno. Al pie de las grandes montañas de Suiza, y espe-

cialmente en las cercanías de Ginebra en que el relieve del terreno es ya muy accidentado, las arternativas que se producen en la fuerza del viento son tales que el anemómetro índica á veces una variacion de velocidad del simple al triple. En las profundas gargantas de los Alpes sucede con frecuencia, aun en medio de las mas violentas tempestades que la Atmósfera presenta á intervalos la tranquilidad mas completa y mas perfecta. Aun en los paises debilmente accidentados y en las llanuras salpicadas de casas y de bosquecillos no marcha el viento con un soplo igual como los alísios de los mares: adelanta por una sucesion de bocanadas y de ráfagas, cada una de las cuales representa una victoria de la corriente atmosférica sobre un obstáculo de la llanura. Al nivel del suelo el viento es siempre intermitente mientras que en las alturas del aire camina casi constantemente con un movimiento igual y magestuoso como la corriente de un rio.

Es indudable, pues, que hay leyes que rigen estas variaciones de detalles lo mismo que el movimiento general de circulacion y podemos preguntarnos si se ha observado alguna ley general en el sentido de la sucesion de los vientos.

Volvamos á la primera de las causas de cambio que hemos indicado antes. Ordinariamente todo nuestro hemisferio se halla dividido en anchas fajas oblícuas compuestas de masas de aire que corren en opuestos sentidos, unas desde los polos y otras desde las regiones ecuatoriales. Estas fajas se transportan sobre la redondez del globo, y en el mismo espacio domina unas veces el viento polar y otras el viento tropical; pero no deja de haber nunca una compensacion entre estas corrientes atmósféricas, y el viento neutralizado ó rechazado en una parte del hemisferio no tarda mucho en hacerse sentir en otra. Mientras que existe lucha entre estas dos masas de aire, animadas de movimientos contrarios, las vicisitudes del choque y la preponderancia gradual de uno de los vientos modifican temporalmente la marcha del aire y hacen que la veleta se vuelva sucesivamente hácia todos los puntos del horizonte: del choque de dos vientos regulares procede entonces la

irregularidad aparente de todo el sistema atmosférico.

A pesar de que nunca deja de establecerse, ya en uno ya en otro punto, la lucha entre los dos rios aéreos, como no tienen la misma fuerza uno de ellos termina siempre por vencer despues de un periodo mas ó menos largo de resistencia. Fuera de la zona de los alísios, el viento de mayor empuje es la corriente de retorno, que desciende de las alturas del espacio para bajar al nivel del suelo.

Las corrientes atmosféricas que llegan del ecuador se inclinan naturalmente hácia el E; y resulta que en el hemisferio Norte, la mayoría de los vientos soplan del Oeste.

Hace ya siglos, habian demostrado los sábios que en el hemisferio septentrional la sucesion de los vientos se verifica de una manera normal en el sentido del Sudoeste al Nordeste por el Oeste y el Norte y del Nordeste al Sudoeste por el Este y el Sur: es un movimiento de rotacion análogo al que aparentemente describe el Sol en el cielo, cuando despues de haber salido por Oriente se dirige hácia el Poniente describiendo su estensa curva alrededor del zenit. Aristóteles habia hecho, desde hace ya mas de 2000 años, la observacion siguiente: «Cuando cesa un viento para ser sustituido por otro de una direccion próxima, dice en su Meteorología, el cambio se verifica en el sentido de la marcha del Sol.» Desde la época del gran naturalista griego, otros muchos autores que Dove ha tenido cuidado de enumerar, han afirmado nuevamente este hecho de la rotacion regular de los vientos, que tambien conocian los marinos desde tiempo inmemorial. Dove fue el primero que reunió los testimonios dispersos que confirman la idea popular y transforman la antigua hipótesis, en certeza científica. Ademas está ya fuera de toda duda, que en el hemisferio Norte los vientos se suceden con la mayor frecuencia en el siguiente órden regular.

S.O.—O.—N.O.—N.—N.E.—E.—S.E.—S.—S.O.

En el hemisferio meridional la rotacion, normal de las corrientes aéreas se verifica en sentido inverso. Así es, dice É. Reclus, que en cada uno de los hemisferios opues-

tos la sucesion de los vientos coincide con la marcha aparente del Sol que para los Europeos describe su curso diario al Sur del zenit y para los australianos al N. del mismo punto. Tal es el órden regular llamado por Dove *ley de*

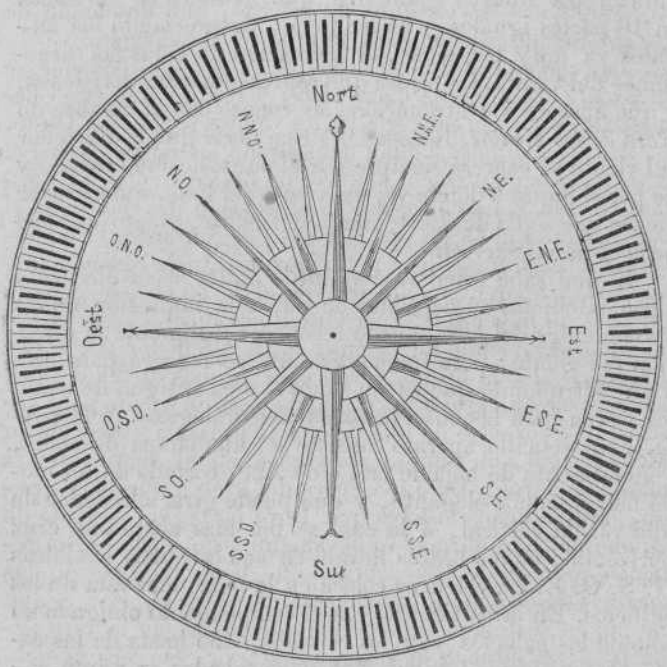


Fig. 7.—Rosa de los vientos.

giro, pero que se conoce generalmente por el nombre mismo de este sábio (1).

La direccion del viento es su carácter mas marcado y mas fácil de observar. Para determinarle se supone el horizonte dividido en cuatro arcos iguales por dos diámetros

(1) Véase el Apéndice.

perpendiculares entre sí, dirigido uno del Sur al Norte y el otro del Este al Oeste. Los puntos en que estos diámetros cortan al horizonte, son los cuatro puntos cardinales. Pero estos puntos serian insuficientes porque el viento puede tomar una porcion de direcciones intermedias. Estas se indican por nuevos diámetros que dividen el horizonte en 16 partes iguales y así se tiene, despreciando los ángulos ya muy pequeños, la indicacion de todas las direcciones del viento. La figura que representa estas divisiones, y que aparece á continuacion, se conoce con el nombre de *Rosa de los vientos*. Escusado es casi decir que la direccion del viento se espresa siempre por el punto de donde viene y no por el punto á donde vá; así viento del Este, quiere decir viento que sopla del Este; viento del Norte, viento que impele hácia el Sur. etc.

El que sabe orientarse y puede hallar á su alrededor algunos objetos susceptibles de sufrir la impresion de los movimientos del aire, puede reconocer fácilmente la direccion del viento; pero frecuentemente se recurre para esto á un instrumento que es sin duda el mas antiguo de cuantos sirven para las observaciones meteorológicas, á la *veleta*. Este sencillo aparato consiste en una chapa de metal, generalmente de hoja de lata ó de zinc, cortada de un modo mas ó menos elegante, y que puede girar alrededor de una varilla vertical, á la cual se fija mas abajo una cruz horizontal, cuyos brazos llevan en sus estremos las letras N. S. O. E. La veleta se coloca en la parte mas alta de los edificios. En otros tiempos era el complemento obligado no sólo de los palacios y de los castillos, sino hasta de las casas mas modestas, cuyas fachadas acabadas en punta parecian hechas á propósito para colocarla.

Siempre se ha hablado del tiempo, dice con este motivo A. Laugel' aunque no siempre se ha hablado de la meteorología, y aunque este nombre es moderno me inclino á creer que nuestros abuelos se preocupaban mas que nosotros de lo que representa. ¿Se quiere una prueba? Hoy se construyen muchas hermosas quintas y casas de campo, en que el arquitecto olvida la veleta; en otro tiempo dibujada con mas ó menos gusto y con formas originales, adornaba siempre los tejados de las casas. Y ciertamente que hay algo de poético en este conjunto de la fijeza y de la volubilidad en un solo objeto. ¿No es acaso la imágen de nuestra po-

bre vida con tantos esfuerzos, tantos disgustos, tantas luchas en el breve espacio en que se nace y en que hay necesidad de morir? La veleta domina la casa, marca fielmente todas las incertidumbres, todas las tempestades del cielo: debajo de ella se agitan todas las pasiones humanas. Aun rechina, medio oxidada sobre las antiguas viviendas desiertas que ya no tienen animacion alguna interior, y sus bruscos movimientos forman un lúgubre contraste con la calma y el silencio que el olvido y la muerte han dejado tras de sí.

Espuesta á la intemperie se enmohece y se deteriora, se mueve con dificultad y no obedece á la impulsion del viento. Sucede tambien que se tuerce su vástago, y entonces desviada de su posicion de equilibrio, queda siempre hácia un mismo lado. Sus indicaciones no merecen fé sino se reconoce de cuando en cuando, y sino está colocada á una altura que la ponga fuera del alcance de las inflexiones del viento causadas por los obstáculos inferiores. No es raro que la Atmósfera esté recorrida por varias corrientes superpuestas y que se crucen. En este caso la corriente principal, la que puede decirse que decide el tiempo, está colocada por lo general á una gran altura, sino es la mas elevada de todas. Entonces se reconoce por la marcha de las nubes que son el indicio mejor y mas seguro de la direccion del viento.

No variando la masa ó la densidad del aire mas que entre límites muy estrechos, la fuerza del viento depende casi esclusivamente de su velocidad, y crece con el cuadrado de esta. Las espresiones «fuerza del viento» y «velocidad del viento» son, pues, casi idénticas. Para medir esta velocidad, se emplean aparatos designados con el nombre de *anemómetros*.

Uno de los mas usados en los Observatorios, es el inventado por el doctor Robinson, del Observatorio de Armagh (Irlanda). Este instrumento se compone de un eje vertical, que sostiene cuatro radios horizontales iguales en longitud, y que se cortan á ángulos rectos. En los estremos de estos hay cuatro *hemisferios huecos*, soldados de manera que el círculo máximo que termina cada uno de ellos esté siempre en un plano vertical, y que la parte cóncava de uno, mire á la parte convexa del siguiente.

Basta reflexionar un momento para comprender que el

viento encuentra siempre dos esferas cóncavas y dos convexas: como ejerce mayor accion sobre las primeras que sobre las segundas, imprime á todo el sistema un movimiento de rotacion, y el número de vueltas de este molinete es siempre proporcional á la velocidad del viento. El número tres, representa bastante bien la relacion que existe entre una y otra. Así, midiendo la circunferencia del círculo que describe el centro de uno de los hemisferios, y multiplicando su longitud por tres, se tiene el camino recorrido por el viento en cada revolucion del molinete.

En el Observatorio de París, la seccion meteorológica, instalada primeramente bajo los auspicios de Arago, y completada hace algunos años por M. Marié-Davy, se compone de diversos instrumentos, la mayor parte de los cuales han sido ya descritos. El viento inferior manifiesta su direccion por la *veleta*, bastante pesada y cortada en forma de cola de cometa; la velocidad la indica el anemómetro de Robinson. El viento superior se conoce por la direccion de las nubes, que se observa ya directamente ya por medio de un espejo en que están grabadas las direcciones. Hay tambien un termómetro eléctrico colocado á 5 metros, (es decir, á 23 metros sobre el suelo) cuyas indicaciones se trasmiten al piso inferior; estas son las *temperaturas del aire*. Esta misma temperatura del aire la señala tambien un termómetro colocado al Norte de la Sala meridiana, bajo un triple cono de metal, lo mismo que los del jardin que marcan la máxima y la mínima. Cerca de la cúpula existe un antiguo *pluvímetro*, que está reemplazado hoy por la techumbre cónica de un pequeño edificio circular, cuyo interior forma una especie de embudo y recoge el agua que cae.

En el nuevo Observatorio meteorológico de Montsouris, con el cual hemos trabado ya conocimiento y sobre el que nos estenderemos especialmente mas adelante, la veleta es una placa cuadrada de hoja de lata, cuyo movimiento se observa con la mayor facilidad desde el patio interior cubierto de cristales, por medio de un espejo orientado. El anemómetro colocado sobre un poste de 20 metros, tras-

mite automáticamente sus indicaciones por un circuito eléctrico (1).

Es muy interesante para nosotros haber adquirido, como acabamos de hacerlo, una idea general de la distribucion del viento en nuestros climas. Pero lo seria mas todavía poder representarnos la marcha del viento segun los diferentes meses del año, segun las estaciones, para los diferentes puntos de Europa. No podemos, pues, pasar sobre este punto, sin aprovecharnos de todas las observaciones meteorológicas hechas en París, para darnos cuenta del modo con que varía el viento, y conocer su régimen en este punto principal de Francia. Seria preciso tambien que pudiéramos ver qué influencias dominan sobre la Francia entera, y sobre las ciudades importantes, sobre las capitales de las demás naciones de Europa. Esto es lo que procuraremos hacer, aprovechándonos de todos los documentos meteorológicos que infatigables y desinteresados observadores han reunido con ventaja de la ciencia en muchos puntos especiales.

Empecemos primeramente por París.

El Observatorio de París, fundado hace dos siglos justos por la Academia de Ciencias, Colbert y Luis XIV, ha inscrito desde un principio en su programa el estudio de los fenómenos atmosféricos como complemento indispensable al de los fenómenos celestes. Ya hemos visto (tomo I, pág. 42), que el barómetro se habia inventado en 1643 y el termómetro (pág. 296) hácia 1660. Desde su entrada en el establecimiento Cassini I (2) organizó la observacion cuoti-

(1) Véase la nota histórico-descriptiva del Observatorio meteorológico de Madrid al fin del capítulo.

(*N. del T.*)

(2) El autor supone sin duda alguna que en Francia son perfectamente conocidos estos Cassini, designados por números como los reyes; y por esta razon se abstiene de hacer indicacion alguna acerca de ellos. Como en España es muy probable que muchas personas ignoren por completo quienes sean, me parece oportuno indicarlo en cuatro palabras. El año 1667 se comenzó la construccion del edificio del Observatorio de Paris, encargada por Colbert al célebre médico y arquitecto Claudio Perrault, que se terminó en 1672. Antes de concluirse la obra, en el año 1669, llamó Colbert á Francia á Juan Domingo Cassini, natural de Perinaldo en el condado de Niza, que habia adquirido ya en aquella

diana de estos dos instrumentos fundamentales; la del viento y la lluvia vino despues. Tenemos por esta razon en París una respetable série de cerca de dos siglos de observaciones meteorológicas, que cada vez han sido mas y mas precisas, con los años y con la discusion crítica, sin la cual no existe la ciencia.

Hemos visto en el libro precedente cuáles son los promedios de temperatura mensuales y diurnos, que se han deducido de las observaciones regulares. Se ha podido llegar tambien á comparar entre sí los mismos meses de cada año, con relacion á los vientos anotados, y ver de esta manera cuáles son las direcciones mas frecuentes del viento en enero, en febrero y asi sucesivamente. El promedio de sesenta años de observaciones (1806–1866), arroja los diversos resultados siguientes:

REPARTICION ANUAL DE LOS VIENTOS EN PARIS.

Proporcion para 10 000 *vientos.*

Norte.	1 039
Noroeste.	1 084
Oeste.	1 782
Sudoeste.	1 935
Sur..	1 476
Sudeste.	799
Este.	694
Nordeste.	1 191

Se ve, pues, como los vientos S. O. y O. dominan sobre tsdos los demas.

Para apreciar mejor las direcciones de los vientos repre-

época una gran celebridad esplicando astronomía en Bolonia, y desempeñando algunas misiones científicas y políticas del Senado y del Papa. Naturalizado en Francia, fue nombrado director del Observatorio, en el cual llevó á cabo trabajos de una gran importancia hasta el año 1693 en que murió. Su hijo Santiago, jóven cuyo talento preciosísimo y rara instruccion hicieron que se le nombrara individuo de la Academia de Ciencias á la edad de 17 años, fue tambien director del Observatorio, y tambien lo fueron César Francisco, hijo del anterior, y Alejandro Enrique Gabriel, hermano de Santiago. Estos cuatro directores del mismo apellido, se conocen ordinariamente en Francia con los nombres de Cassini I, II, III y IV, lo cual es mucho menos espuesto á confundirlos que si se designaran por sus nombres.

(N. del T.)

sentados por estos números, se traducen en figuras geométricas. A partir de un punto central se trazan líneas rectas en direccion de los puntos cardinales N. E. S. y O. y de los rumbos intermedios N.E. S.E. S.O. y N.O. y despues se marcan sobre estas rectas, longitudes proporcionales al número de veces que ha soplado el viento correspondiente; se terminan las líneas en estos puntos, y todos los estremos se unen por medio de una curva contínua.

Si por ejemplo, el viento N. soplara todo el año con detrimento de los demas, la figura seria muy alta y se pareceria á la letra A, no quedando apenas en ella sitio para los otros vientos, que serian raros en aquella hipótesis. Si

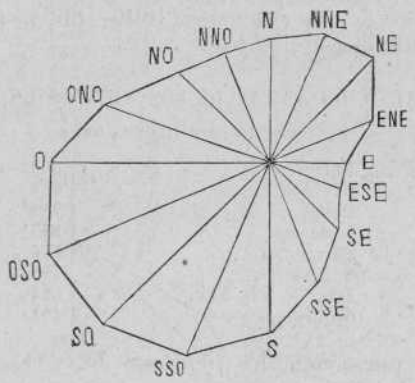


Fig. 8.—Rosa del promedio anual de los vientos de París.

por el contrario fuera el viento Sur el único que predominase, la figura se pareceria á la letra V. Si los vientos soplaran con igualdad en todas direcciones, la figura se convertiria en un círculo. Se comprende fácilmente esta manera de representar los vientos. Tambien se pueden tirar las líneas, no en la direccion de donde viene el viento, sino en aquella á donde va; la figura toma entonces una forma simétricamente opuesta. Ambos modos son escelentes; el primero es mas *directo*; el segundo representa el efecto del viento por ejemplo, sobre una llama. Yo emplea-

ré aquí el primero; para obtener el segundo no habria mas que volver el libro poniendo la S hácia arriba y la O á la derecha.

La curva precedente representa el estado general del viento en París, sacada de un promedio de sesenta años. Se vé al primer golpe de vista que la figura tiene mucha amplitud hácia el S.O. el O. y el S. amplitud correspondiente á los números del cuadro anterior (1).

(1) Hé aquí el cuadro y la figura correspondientes formados para los vientos reinantes en Madrid.

REPARTICION ANUAL DE LOS VIENTOS EN MADRID.

Proporcion para 10 000 *horas de viento.*

N.	573
N. E.	1837
E.	668
S. E.	814
S.	722
S. O.	1546
O.	819
N. O.	1014

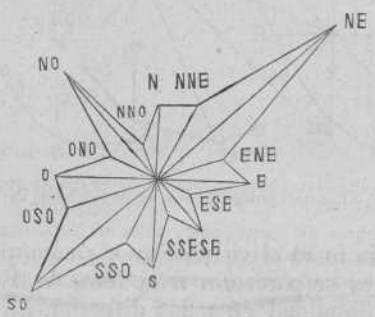


Fig. 1.—Rosa media anual de los vientos de Madrid.

El viento dominante es, pues, en Madrid el N. E., y despues reina con mayor frecuencia que los demás el S. O. Las rosas de los vientos por estaciones que aparecen á continuacion, demuestran tambien que no en todas ellas es el mismo el régimen de los vientos, por mas que los dos que se han citado dominen en todas muy notablemente sobre los demás. En la primavera y el verano reina mas tiempo el S. O. que

La misma série de sesenta años de observaciones cuotidianas regulares, nos dá las cifras siguientes para la

el N. E., mientras que en invierno y en otoño es por el contrario el N. E. el predominante.

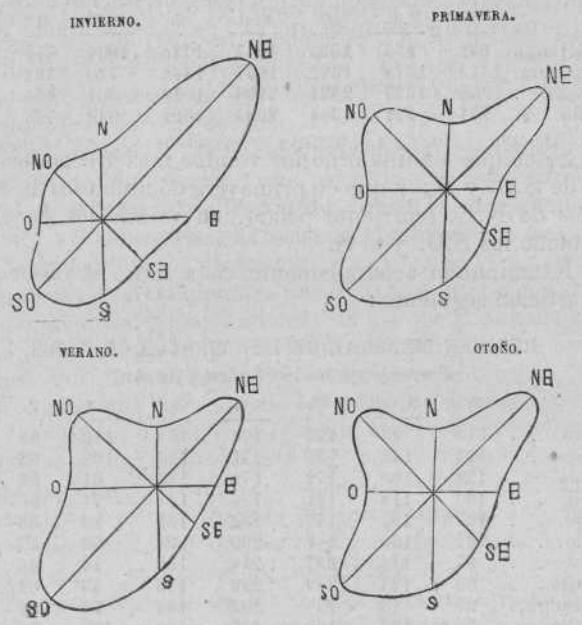


Fig. 2.—Rosas medias estacionales de los vientos de Madrid.

Para 10 000 horas de viento observadas en cada estacion, la reparticion de los vientos en Madrid es la que aparece del siguiente cuadro:

REPARTICION DE LOS VIENTOS EN MADRID POR ESTACIONES.

	N.	N. E.	E.	S. E.	S.	S. O.	O.	N. O.
Invierno. .	998	2967	1197	771	1100	1269	777	921
Primavera.	862	1870	746	763	1250	1946	1064	1499
Verano. .	852	1611	829	703	1199	2095	1221	1490
Otoño. . .	837	1840	892	879	1316	1801	897	1520

(N. del T.)

direccion dominante de los vientos, segun las *estaciones*.

REPARTICION DE LOS VIENTOS EN PARIS POR ESTACIONES.

(*Proporcion de* 10 000 *vientos por estacion.*)

	N.	N. O.	O.	S. O.	S.	S. E.	E.	N. E.
Invierno. .	962	955	1599	1917	1725	1034	676	1132
Primavera.	1343	1078	1542	1637	1312	729	792	1567
Verano. .	1055	1327	2394	2103	1070	501	635	1015
Otoño. . .	791	971	1586	2083	1809	940	775	1045

Se vé que en invierno los vientos mas frecuentes son los de S.O. y S.; y que en primavera dominan los de S. O. y los de N.E. (corriente polar), en verano los de O. y en otoño los S.O. y el S.

Examinando separadamente cada mes, se observa la reparticion siguiente:

REGIMEN MENSUAL DE LOS VIENTOS EN PARIS.

Proporcion sobre 1 000 *vientos por mes.*

	N.	N. O.	O.	S. O.	S.	S. E.	E.	N. E.
Enero. . .	115	95	155	176	158	110	68	123
Febrero. .	104	102	175	171	193	100	62	93
Marzo. . .	123	100	172	172	123	64	66	180
Abril. . .	153	118	141	136	141	71	86	154
Mayo. . .	127	105	149	182	131	84	86	136
Junio. . .	131	130	211	200	93	59	53	123
Julio. . .	97	144	257	210	106	49	46	91
Agosto.. .	89	124	249	220	122	43	62	91
Setiembre..	99	98	150	203	162	73	87	128
Octubre. .	77	102	160	187	198	105	78	93
Noviembre.	62	91	165	236	182	103	68	93
Diciembre..	70	90	151	226	168	100	73	122

Este es el resultado de cerca de cien mil observaciones. El viento dominante en París es exactamente O. 35.° S. Esta direccion es la mas frecuente y la mas fuerte por término medio.

Si en vez de reunir cada punto al inmediato por una línea *recta*, supusiéramos con Haeghens, que los vientos intermedios son proporcionales á los vientos observados, trazaríamos una *curva* que reuniera sin formar ángulos todas observaciones hechas. En la naturaleza no hay cam-

bios bruscos. Tomando en consideracion los puntos intermedios se han trazado las cuatro rosas de la página siguiente, una para cada estacion, con los números del cuadro en que aparece la distribucion de los vientos por estaciones.

Tomando separadamente los números del último cuadro (régimen mensual), y llevando á partir de un centro, longitudes en milímetros proporcionales á la frecuencia relativa de los diferentes vientos pueden trazarse tambien 12 rocas que representen exactamente el promedio de los vientos por cada mes del año.

El Observatorio meteorológico especial establecido en el parque de Montsourís, traza por sí mismo estas curiosas curvas de la marcha de los vientos, como las del termómetro, del barómetro etc. Este es un complemento precioso para toda publicacion meteorológica, y ya el Observatorio de Bruselas y las comparaciones de Glaisher, habian dado ejemplo de estos trabajos además de los que personalmente habia ejecutado Lalanne que fue el primero que representó la meteorología en figuras geométricas parlantes.

Comparando cada uno de los meses al anterior, se vé que el régimen de los vientos dista mucho de ser idéntico todo el año: los meses se separan mas ó menos del promedio general, y esta separacion en el régimen de los vientos, es el primer carácter distintivo de cada año, tanto bajo el aspecto de las tempestades como bajo el de las lluvias; es decir, para toda la climatología.

Tal es el régimen de los vientos en París. Si consideramos la Francia en su conjunto, observaremos que el S.O. domina en el Norte, el Nordeste y el Oeste, region que puede llamarse del Atlántico, y que decrece hácia la region del Mediterráneo, apesar de que en Marsella por ejemplo, sopla casi constantemente N.O. y que en casi todo el S. de Francia domina el viento Norte. El predominio de los vientos de N.O. se observa en esta zona, en toda la tierra.

La rosa mensual de los vientos en Marsella, es muy curiosa porque está representada casi constantemente por un trazo orientado de N.O. á S.E.: es el *mistral* (en provenzal *magistrau* ó viento-maestro), tan conocido en el li-

toral francés del Mediterráneo. En Tolon domina el O. de mayo á setiembre y el E. de octubre á enero. En Lisboa

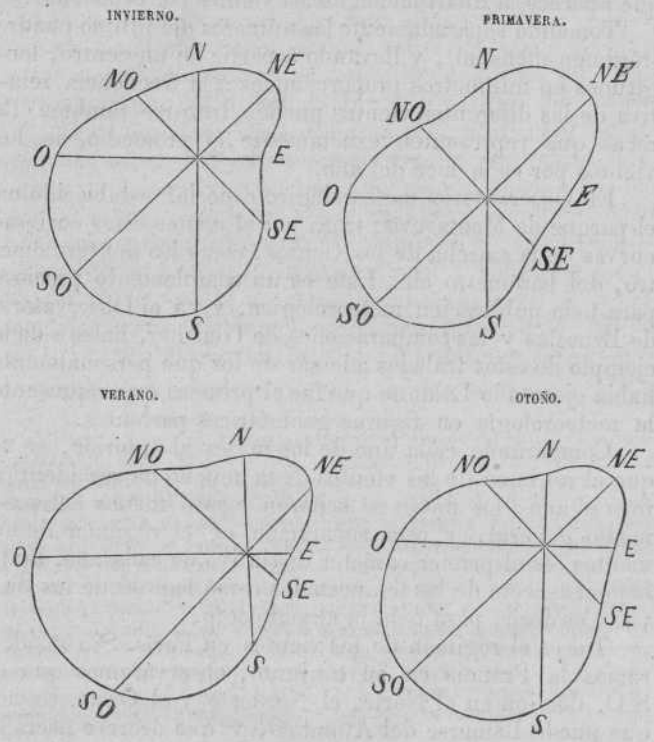


Fig. 9.—Rosas de los promedios estacionales de los vientos en Paris.

el N. y el N.O. dominan todo el año alternando con el S.O. Madrid, en donde ejercen una influencia fortuita el relieve del suelo y la configuracion de las costas de España es muy variable: su veleta gira á todos los vientos (1).

(1) Es muy sensible que una persona del talento y de la ilustracion del autor hable con tanta ligereza y con tal desconocimiento de los he chos, de todo cuanto se refiere á nuestro pais. Segun el promedio de la

Los vientos del N. soplan casi constantemente en verano sobre el archipiélago griego, y se conocen desde hace mucho tiempo con el nombre de vientos *etesios*. Empiezan despues del solsticio de verano y duran algunas veces hasta fin de otoño: se interrumpen, sobre todo hácia las épocas de los solsticios, es decir, de los dias mas largos y mas cortos, por vientos del S.E. y del S.O. que soplan con mucha frecuencia; en invierno, sin embargo, son mas terribles aun las ráfagas de viento del N. que muy á menudo van acompañadas de nieve ó de granizo. Los vientos etesios adquieren algunas veces en verano una violencia estraordinaria, y aunque son útiles á los navegantes, suelen ser malsanos y frios y cargan el horizonte de espesas nubes. A veces perjudican mucho á la vegetacion y apenas han soplado algunas horas cuando ya están cubiertas de nieve las montañas de Albania de Grecia.

observaciones que he podido procurarme, publicadas en los *Anuarios* y en los resúmenes del Observatorio, la diferencia entre el máximo anual de los vientos (que corresponde al N. E.) y el mínimo (que corresponde al E. S. E.) es de 1 768 horas para 10 000 en que se haya observado el viento; al paso que en Paris la diferencia entre el máximo y el mínimo referida al mismo número de vientos es solamente de 1 241: lo cual demuestra la mayor constancia con que reina en Madrid el viento dominante. Ademas, la sola impresion de las dos figuras 7.ª del texto y 1.ª de la nota (pág. 113), demuestra palpablemente cuanto menos redondeada es la segunda que la primera, y por lo tanto cuanto mas se hace sentir en Madrid la influencia de los vientos de N. E. y S. O. que en Paris. Esto por lo que hace al régimen anual de las corrientes atmosféricas.

En cuanto á las variaciones de las mismas, resulta tambien que segun el promedio de algunos años, hay en Madrid anualmente 62 giros completos directos y 8 retrógados; de manera que la relacion entre unos y otros, (8: 1 próximamente), es mayor que la observada en Bruselas por Mr. Quetelet, y confirma mas y mas la ley expuesta por este ilustrado meteorologista y enunciada ya por los antiguos, de la marcha del viento en la misma direccion que el Sol.

Todo el que haya vivido en Madrid algun tiempo, sabe perfectamente, por otra parte, cuanto domina el viento N. E. á todos los demás, especialmente en el invierno.

Lejos, pues, de presentar las anomalías que el autor indica, la rosa anual de los vientos de Madrid, puede servir perfectamente de apoyo á las teorías y á las leyes que él mismo enuncia.

(*N del T.*)

Cuanto mas se sube hácia el N. E. se acentúa mas y mas la tendencia que tienen á dominar los vientos del Norte. En Constantinopla reinan casi todo el año el N. y el N. E.

Los Griegos, mecidos por el Mediterráneo, habian estudiado y descrito las diversas direcciones del viento que hinchaba sus velas. En un principio solo distinguian dos: el Norte, *Boreas* y el Sur, *Notos*. Esta distincion fue bien pronto insuficiente y se completó al cabo de poco tiempo con el viento de Oeste *Zephiros*, y el viento de Este *Euros*. En tiempo de Homero habian agregado ya los intermediarios: el N. E. ó Boreas-Euros; el S. E. ó Notos-Apheliotes; el S. O. ó Argestes-Notos, y el N. E. ó Zephiros-Boreas. Puede observarse en Homero que el Zephiros ó viento de Oeste se representa con sus verdaderos caracteres; no es el viento ligero y sin fuerza que juguetea y retoza con Flora durante la primavera, en las poesías amorosas del siglo de Luis XV; es el viento *zephiros*, de soplo pernicioso y al cual no resisten los demas: el céfiro de silbido agudo que levanta ante sí la tempestad y encrespa las olas. Tales son aun los caracteres del viento de Oeste ó céfiro francés que domina en toda Europa. Hace siglos que Augusto le erigia un templo en las cercanías de Narbona, para que fuera propicio y no soplara tan fuerte en los oidos. En las costas de Bretaña, este viento desastroso pela las copas de todos los árboles á la altura de los edificios ó de las peñas que los resguardan. Todos los manzanos de Normandía tienen el tronco inclinado hácia el lado opuesto del mar, á causa de la violencia y de la continuidad de este viento. El mismo efecto se advierte en la costa de Ingouville, por cima del Havre, y buscándole con un poco de cuidado, á lo largo de casi todo nuestro magnífico litoral.

Tal es el conjunto del régimen de los vientos en nuestros paises. En suma la que domina es la corriente ecuatorial ó direccion S. O. La corriente polar ó direccion N. E., es la que viene despues. Resbalando una sobre otra estas dos corrientes generales, producen diferentes direcciones, determinadas tambien por las condiciones locales y por fenómenos atmosféricos de que hablaremos mas adelante. Si construimos la rosa de los vientos en Lóndres, demostraremos el predominio del S. O. en una forma mas marcada aun que en París. La nota de las observaciones hechas durante 20 años consecutivos (1840-1860) en el Observatorio de Greenwich, que acabo de recibir de mi corresponsal el célebre M. Glaisher, director del servicio meteorológico de este Observatorio, da los promedios siguientes para la frecuencia relativa de cada viento:

El viento del	N. sopla, término medio.	. . .	41 dias.
—	N. E. —	. . .	48 »
—	E. —	. . .	22 »
—	S. E. —	. . .	20 »
—	S. —	. . .	34 »
—	S. O. —	. . .	104 »
—	O. —	. . .	38 »
—	N. O. —	. . .	24 »
Dias de calma	—	. . .	34 »
			365 »

La rosa de los vientos de Bruselas ofrece el mismo resultado y ya hemos visto el predominio de la corriente ecuatorial en el conjunto de las observaciones hechas en Europa entera.

En Berlin empezaron á hacerse escelentes trabajos meteorológicos que podrian haber sido de grandísima utilidad para un bosquejo general de la meteorología de Europa; pero desde que allí impera el militarismo, desde el año 1863 en que la fatalidad elevó al poder á M. de Bismark, esa desventurada nacion se ha perdido completamente para las ciencias, y sobre todo para la filosofía, con la cual habia estado tan estrechamente unida en sus dias de paz y de felicidad.

Parece un hecho demostrado que el viento no se propaga solamente por *impulsion* sino por *aspiracion*. Esta segunda manera de propagarse es digna de estudio porque suministra datos importantes sobre la causa del movimiento. Franklin, que fue el primero que hizo esta observacion, refiere en sus cartas que habiendo querido observar un eclipse de luna en Filadelfia, no se lo permitió un huracan del N. E., que se declaró á las siete de la tarde, y que levantó, como sucede casi siempre, espesas nubes que cubrian todo el cielo. Algunos dias despues, supo con sorpresa que en Boston, situado á unas 400 millas al N. E. de Filadelfia, la tempestad no habia empezado hasta las once de la noche, mucho tiempo despues de haberse observado las primeras fases del eclipse; y comparando las observaciones recogidas en diferentes puntos, pudo observar constantemente que aquella tempestad del N. E. se habia verificado tanto mas tarde cuanto mas septentrional era el

punto de observacion, de manera que el viento soplaba en un sentido y avanzaba progresivamente en sentido contrario (1).

Posteriormente se han observado un gran número de huracanes que presentan este carácter particular en sus direcciones; pero sin embargo, casi siempre avanza el viento en la misma direccion en que sopla.

El terrible huracan de S. O. del 29 de noviembre de 1836 pasó por Lóndres á las diez de la mañana; por el Haya á la una; por Amsterdam á la una y media; por Emden á las cuatro; por Hamburgo á las seis; por Lubeck, Bleckede y Salzwedel á las siete; y por último, por Stettin á las nueve y media de la noche. Adelantaba, pues, en la misma direccion en que soplaba, y tardó diez horas en recorrer el espacio que separa Lóndres de Stettin. Su velocidad era de 86 metros por segundo, ó de 13 kilómetros por hora.

Tal vez empiece el viento en un punto situado en el centro de la region que ocupa, y desde él se dirija hácia atrás y hácia adelante. Las brisas de tierra y de mar, cuya causa es bien conocida, confirman esta teoría. La brisa del mar se deja sentir primero en la costa, y despues, al cabo de algunas horas, en el interior de las tierras y en alta mar. Sucederá, por lo tanto, que los vientos de este soplarán primero en Alemania y despues en Holanda y en Rusia.

(1) Es notable que el autor encuentre estraño este fenómeno. Al hablar al principio de este libro de las causas del viento, indica como la principal la elevacion de temperatura producida por la verticalidad de los rayos del Sol en el ecuador que obliga á las capas de aire á elevarse, produciendo en la proximidad del suelo un vacío relativo que tiende á llenar el aire de las regiones inmediatas lateralmente: en estas se produce por el movimiento del aire otro vacío relativo que llena el de las mas elevadas en latitud, y merced á esta trasmision *sucesiva* del movimiento se originan los dos circuitos de los alísios y los contra-alísios. Si los vientos generales reconocen por causa una verdadera *aspiracion* hecha en el ecuador, no hay, en mi concepto, motivo alguno de estrañeza en que con los vientos locales suceda lo mismo, cuando por una causa cualquiera, se puede verificar un fenómeno de elevacion de temperatura semejante al que se observa en la zona tórrida.

(N. del T.)

Hé aquí un bosquejo general de la distribucion dominante del viento sobre el conjunto del globo.

Supongamos que un buque parte del círculo polar ártico para dirigirse al ecuador, atravesarle y llegar al círculo polar antártico. La sucesion de vientos que encontrará será la siguiente:

1.° Al hacerse á la mar, navegará en la region de los vientos del S. O. ó contra-alísios del Norte, llamados así porque soplan en una direccion opuésta á los alísios de su hemisferio.

2.° Despues de haber cruzado el paralelo de 50°, y antes de llegar al de 35°, atravesará la zona de los vientos de O. en la cual dominan el S. O. y el N. E. sobre los otros vientos.

3.° Entre los 40 y 45° hay una region de vientos muy variables y de calmas. Los vientos soplan en ella durante tres meses en el año casi con la misma frecuencia, de los cuatro cuadrantes.

4.° A los vientos de Oeste, que han prevalecido hasta entonces, sucede la region de las calmas del trópico de Cáncer, y despues la de los vientos alísios, que impulsarán al buque hasta el 10° paralelo de latitud Norte, desde el cual

5.° Entrará en una zona de calmas ecuatoriales que no tiene mas que una amplitud de 5°.

6.° Desde el 5° de latitud Norte hasta el 30° de latitud Sur soplan los vientos alísios.

7.° Enseguida viene la zona de calmas del trópico de Capricornio, análoga á la que ha encontrado ya en el trópico de Cáncer.

8.° Desde el 35° al 40° Sur dominan vientos que soplan por término medio del Oeste, desviándose á veces hasta el N. O. y el S. O.

9.° El buque, por último, llegará en el grado 40 á los contra-alísios del Sur que tienen la direccion del N. O. y que siguen predominando en toda la zona en que se han podido hacer observaciones, por la parte del polo austral.

Tal es el régimen general del viento en la superficie del globo, y especialmente en nuestros paises.

Si consideramos ahora la *intensidad* del viento, observaremos que su variacion, tan irregular en apariencia, está sin embargo ligada, como todo lo demás, á los movimientos de la tierra, á las estaciones y á los dias. Segun resulta de veinte años de observaciones hechas en Bruselas, el viento es menos intenso durante los dias mas largos, y mas intenso, por el contrario, durante los dias mas cortos: en junio las indicaciones de la intensidad del viento, dan el número 0,832 y en diciembre 1,227. El mes de setiembre, sin embargo, parece formar una escepcion, porque presen-

ta evidentemente el mínimo, y no da, por término medio, mas que 0,804; pero este mes es escepcional bajo muchos aspectos en nuestros climas.

Es notable, por lo demás, que durante los seis meses en que el sol está por bajo del ecuador, la fuerza del viento sea mayor que el promedio del año, mientras que por el contrario, sea menor que el mismo promedio en cada uno de los otros seis meses.

La intensidad del viento varía tambien segun las horas del dia. El anemómetro del observatorio de Bruselas, que marca los vientos de 5 en 5 minutos, demuestra que esta variacion diurna de la intensidad del viento se eleva por término medio desde 0,15 (de media noche á las cuatro de la madrugada), á 0,21 (á las diez), 0,26 (á las doce del dia), 0,29 (á los dos), 0,28 (á las cuatro) y 0,23 (á las seis).

El viento, por lo tanto, hácia las dos de la tarde tiene una fuerza próximamente doble de la que tiene hácia la mitad de la noche.

Dia vendrá en que la marcha de los vientos variables se determine en nuestros climas como se ha determinado desde hace mucho tiempo la circulacion de los alísios y de las monzones en las regiones tropicales. Dia vendrá en que los vientos superiores revelarán al metereologista el camino invisible que siguen en los espacios aéreos, como los planetas han revelado al astrónomo la misteriosa órbita de la cual no se apartan jamás. Entonces podrá conocerse en cada país y en cada dia del año la direccion de la ola atmosférica que ha de pasar sobre nuestras cabezas. Entonces sabremos poner la proa del globo aereostático en un punto determinado de la rosa de los vientos, y viajar por los aires en alas de las suaves, ligeras y perfumadas brisas. El chirrido de la maziza locomotora no estremecerá ya los inertes caminos de hierro, porque abiertas á la industria, por medio de la ciencia, las vías aéreas, como todas las demás se han ido abriendo sucesivamente, nos ofrecerán sus imperecederos caminos para el mas sublime y el mas magnífico de los viajes.

Este progreso se realizará en el siglo XX, antes de cien años, si al fin desaparecen de Europa los soldados.

Las corrientes cuyas leyes acabamos de estudiar, representan un gran papel en la naturaleza. Favorecen la fecundacion de las flores agitando las ramas de las plantas y trasportando el polen á largas distancias. Renuevan el aire de las ciudades y templan los climas del Norte llevándoles el calor del Mediodía. Sin ellos se desconoceria la lluvia en el interior de los continentes, que se trasformarian en áridos desiertos. Sin ellos la tierra seria casi inhabitable, y paises enteros se convertirian en focos de infeccion, en estensos cementerios. Ya hemos visto en el libro I los efectos deletéreos del aire estancado. El hombre es el veneno mas temible para el hombre: las descripciones de los tifus y de las epidemias dan lamentables pruebas de ello. Los vientos, solo los vientos, pueden prevenir ó atenuar estos males, barriendo las emanaciones, diseminándolas en la inmensidad del espacio y reemplazando las atmósferas viciadas por aire nuevo y saludable. Ademas, al aire le sucede como al agua; solo el movimiento los conserva, bien porque tengan una vida propia, cuya esencia desconocemos, bien porque ciertos animalillos ó ciertos despojos animales y vegetales desarrollen en las atmósferas inmóviles sus principios deletéreos.

Los vientos no solo llevan consigo la vida, sino tambien la muerte, por los paises en que dominan. La fiebre amarilla, las pestes, el cólera se desarrollan por contagio, segun las corrientes atmosféricas particulares de ciertas regiones.

Una distancia de veinte leguas, no libra á Roma del aire mortífero que ha atravesado las Lagunas Pontinas. En París reina viento Oeste durante setenta dias al año: si hubiera un *agro romano* en Mayena, en Sarthes, en Turena, la poblacion de París se veria diezmada por las fiebres intermitentes que la arrebatarian su virilidad (1).

Ya hemos visto que para todas las latitudes iguales á

(1) Hay á veces variaciones singulares en la salud pública, que no pueden tener otra causa que el viento. Así, por ejemplo, el 26 de julio de 1871 la mitad de los habitantes de París tuvieron la colerina. No habia existido otra perturbacion meteorológica que un fuerte viento de tempestad que reinó durante toda la noche anterior.

las de Europa, y hasta para las que son un poco mas meridionales, el viento dominante es el de Oeste, que nos trae el aire cálido del Atlántico, y produce ese clima especial que permite cultivar la cebada y algunos otros cereales hasta el cabo Norte, mientras que en la Groenlandia, privada de estos vientos benéficos, no deja de helar nunca aunque se llegue casi á las latitudes del Norte de la Escocia. La hermosa, rica y sabia ciudad de Boston en los Estados-Unidos, tiene la misma latitud que las comarcas de España en que se cultiva el olivo. Y sin embargo, sufre inviernos durante los cuales en los estanques y las lagunas de los alrededores penetra el hielo á la profundidad de un metro. Los cinco grandes lagos americanos, verdaderos mares de agua dulce, se hielan hasta mucha profundidad, y en invierno se ven surcados por improvisados ferro-carriles, del mismo modo que lo son en verano por los buques. ¡Qué pobre produccion es el hielo al lado de los vinos y del aceite de olivas que los hermosos climas de Burdeos y de España ofrecen á sus indolentes cultivadores! Y, sin embargo, la inteligente actividad del ciudadano de los Estados-Unidos, ha trasformado este mismo hielo en una verdadera cosecha que se esporta á las Indias y á las regiones tropicales, y produce una cantidad muy superior sin duda á la que obtienen las Asturias de su aceite de olivas (1).

(1) Por regla general el autor de este libro prescinde de hablar de España, y desdeña ocuparse de nuestro pais en algunas cuestiones para las cuales tendria datos suficientes si hubiera querido tomarse el trabajo de buscarlos; pero realmente valiera mas que no lo citara nunca, porque las pocas veces que lo hace demuestra hasta la evidencia que le desconoce por completo. ¿Dónde habrá podido leer Flammarion que en Asturias se cultivan olivos? Allí se crian abundantes pastos, maiz, castañas, manzanas y algunas legumbres; pero olivos no lo he oido nunca. Es casi seguro que ha querido decir Andalucía; pero este error es imperdonable en quien va á criticar lo que sucede en un pais, porque mal puede criticarse aquello que no se conoce ni siquiera de nombre. Por lo demas, yo ignoro lo que produce á los norte-americanos su cosecha de hielo, pero en Andalucía la cosecha de aceite produce una cantidad de consideracion, y ciertamente se obtiene con mucho mas trabajo que el necesario en un pais frio para obtener el hielo, puesto que para este objeto basta dejar el agua espuesta á la influencia del clima. Produzca, pues, lo que produzca la cosecha obtenida por los *indolentes* españoles, les cuesta mu-

Hácia el centro de nuestro país se halla el punto que presenta el clima mas hermoso del mundo entero, de tal manera, que si se escoge una localidad cualquiera al Oriente del meridiano de París, no habrá otra localidad en el mundo entero que tenga un clima tan favorable, á igualdad de latitud. La naturaleza ha hecho, pues, mucho en

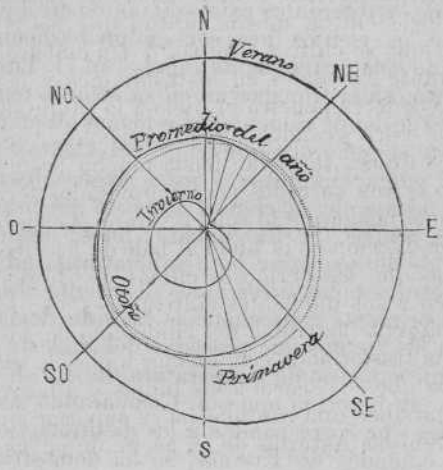


Fig.—10.—Rosa termométrica de los vientos.

favor de Francia, y los argumentos diplomáticos del otro lado del Rhin no podrán cambiar este clima que se ha hecho célebre, y este cielo, que puede causar envidia, pero al que no se puede privar de su encanto ni de su dulzura. Es necesario, pues, que hagamos un esfuerzo mas y que despertemos de nuestro pasajero sopor, para afirmar ante el mundo entero nuestra potencia intelectual, única verda-

cho mas trabajo que la que esplotan sin molestia alguna los *laboriosos* norte-americanos recogiendo el hielo que el frio forma espontáneamente, y sin que ellos intervengan para nada, en la superficie de sus cinco lagos. *(N. del T.)*

dera; porque, segun decia Napoleon, «la fuerza no funda nada».

Consideremos ahora el papel de los vientos en la climatologia.

Los vientos tienen una influencia dominante en la distribucion de las temperaturas, produciendo segun su direccion, modificaciones permanentes en el clima que hubieran tenido los diferentes paises de no existir aquellos. El régimen de los vientos lleva consigo un régimen de temperatura que está íntimamente ligado con él. Las corrientes de la atmósfera transportan en su seno la temperatura de los paises de donde vienen. Todos hemos observado que el viento Norte es generalmente frio, y el viento Sur cálido. Pero seria vulgar limitarse á estas vagas observaciones, porque la mision de la ciencia consiste precisamente en analizar los hechos. Se ha cuidado, pues, desde hace ya muchos años de comparar las temperaturas indicadas por el termometro con las direcciones del viento observado, y una de las primeras consecuencias ha sido demostrar que en Francia los vientos que proceden del Sudeste y del Sur producen un aumento de temperatura de 3 ó 4° sobre los que soplan en direccion opuesta. Comparando las temperaturas medias que corresponden á los distintos vientos para diferentes ciudades de Europa, se ha demostrado que la influencia del viento varía segun los paises. Esto se puede reconocer fácilmente en el siguiente cuadro.

INFLUENCIA DE LOS VIENTOS EN LAS TEMPERATURAS.

	N.	N. E.	E.	S. E.	S.	S. O.	O.	N O.	Diferencia.
Paris.	11°,2	11°,5	13°,2	15°,1	15°,2	14°,7	13°,4	11°,9	4°,0
Carlsruhe.	10,5	8,6	10,5	13,1	12,5	10,9	12,4	11,2	4,5
Londres.	7,7	8,1	9,6	10,6	11,4	10,8	10,2	8,7	3,7
Dublin.	7,4	8,1	9,0	9,6	10,5	10,4	8,9	7,5	3,1
Hamburgo.	8,0	7,6	8,4	9,5	10,0	10,1	9,2	8,4	2,5
Zecken (Silesia . . .	5,7	6,4	7,6	8,2	9,6	9,5	8,2	6,9	3,9
Arys (Prusia). . . .	4,1	4,4	5,4	7,9	6,5	6,4	7,0	8,1	4,7
Reykiawick (Islandia).	1,7	2,1	5,1	7,2	8,1	5,6	7,7	7,6	6,4
Moscou (1).	1,2	1,4	5,5	4,0	6,0	5,7	5,4	5,5	4,8

(1) Segun los datos que aparecen en los Resúmenes de las Observaciones hechas en el Observatorio de Madrid, puede agregarse al cuadro

Se ve que la diferencia media entre la influencia de los vientos cálidos y la de los vientos frios se eleva á 4° en París y hasta á 6° en Islandia. Frecuentemente hay diferencias mas marcadas todavía.

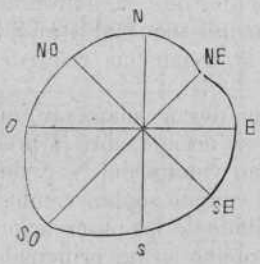
Casi en todas partes el viento mas frio sopla en una direccion comprendida entre el N. y el E. El mas cálido sopla tambien próximamente en todas partes del S. S. O. A medida que se penetra mas en el interior del continente se inclina mas hácia el O.

La fig. 10 manifiesta la influencia de los vientos sobre la temperatura media del año en París y sobre la de las estaciones. Se ha construido tomando, á partir del centro en las direcciones de cada viento, un milímetro por grado, y reuniendo por medio de una curva las cifras relativas á cada estacion. En invierno es cuando el viento S. O. eleva mas la temperatura, y cuando el N. E. es mas frio.

Lo que precede es una nueva confirmacion de que en meteorologia no hay ningun fenómeno aislado; todos accionan y reaccionan unos sobre otros. Apenas sopla en nuestros paises viento de S. O. cuando obra sobre la temperatura no solo por su calor, sino por los vapores que ar-

de las temperaturas correspondientes á los distintos vientos la línea siguiente que contiene el promedio de 13 años.

	N.	N. E.	E.	S. E.	S.	S. O.	O.	N. O.	Diferencia.
Madrid.	12°,0	10°,1	14°,5	15°,8	16°,1	16°,5	15°,2	15°,7	6°,2



La figura adjunta es la correspondiente al promedio del año en Madrid, construida del mismo modo que la del original para Paris.
(N. del T.)

rastra y por el estado del cielo que resulta de ellos. En invierno los vientos húmedos del Oeste son notablemente cálidos, porque cubren el cielo de nubes y se oponen de este modo á la radiacion terrestre; en verano son mas frescos, porque impiden que los rayos solares lleguen hasta la superficie del suelo. Así se ve que en verano el N. O. es el mas fresco y el S. E. el mas templado.

El Observatorio meteorológico de Montsouris ha tenido cuidado de hacer estas comparaciones, que interesan en tan alto grado al clima de un país. Comparando unas con otras las rosas termométricas de cada mes durante un año entero, puede observarse que en el verano los vientos mas cálidos son los del S. E. y el E. S. E.; que en Setiembre el mínimo de temperatura corresponde al viento E. y el máximo á los del S. y el S. S. E. En Octubre el máximo corresponde á los vientos del cuadrante S. E., y en Diciembre, Enero, Febrero y Marzo, se manifiestan de un modo bien sensible el aumento de temperatura, debido á los vientos de S. O. y S. S. E., y la disminucion debida á los del N. E. En Mayo el máximo corresponde á los vientos S. S. E. y E. S. E., y el mínimo al viento N.

Todas estas observaciones demuestran cuán grande es la influencia del movimiento del aire, y dan una idea de las profundas modificaciones que debe introducir necesariamente en la temperatura media de un lugar, temperatura que muchos de estos vientos elevan; al paso que otros, por el contrario, la rebajan. Estos resultados generales hacen ver suficientemente que la determinacion exacta de las temperaturas diurna, mensual y anual, está íntimamente relacionada con la frecuencia relativa de los vientos reinantes.

Los vientos no obran solamente sobre la temperatura: ejercen tambien su accion sobre la presion atmosférica.

Cuando soplan vientos del N. y del N. E., el barómetro sube, y baja cuando soplan vientos del S. y del S. O. Hé aquí el resultado de las observaciones de muchos años hechas con este objeto en las principales ciudades de Europa, que pone en evidencia lo mucho que influye el viento sobre el barómetro.

INFLUENCIA DE LOS DIFERENTES VIENTOS SOBRE EL BARÓMETRO.

VIENTOS.	PARIS.	LONDRES	COPENHAGUE.	BERLIN.	EL HAYA	VIENA.	STOKOLMO.	SAN PETERSBURGO	MOSCOU.
	m. m.	m. m.	m. m.	m. m	m m.	m. m.	m. m.	m. m.	m. m.
N.	759,09	759,20	764,32	758,68	755,61	749,88	757,91	757,72	743,07
N. E. . . .	759,49	760,71	765,13	759,36	756,00	749,14	758,88	761,97	745,06
E.	757,24	758,93	763,69	758,77	754,41	745,78	757,31	762,00	743,90
S. E. . . .	754,03	756,83	759,40	754,69	752,14	748,30	754,73	762,25	741,74
S.	753,15	754,37	759,54	751,33	751,10	747,74	753,90	759,90	740,63
S. O. . . .	753,52	755,25	759,11	752,57	751,39	745,89	754,12	759,88	740,34
O.	755,57	757,28	761,07	756,00	752.21	745,84	756,04	759,43	741,06
N. O. . . .	755,78	758,03	463,49	757,62	754,24	749,16	756,56	757,58	741,76
Promedio (1)	756,22	757,58	762,26	756,02	753,29	747,79	756,18	760,64	742,19

(1) La columna correspondiente á Madrid seria la siguiente:

N.	707,77	S. O.	705,05
N. E.	708,23	O.	704,34
E.	708,76	N. O.	705,95
S. E.	707,71		
S.	705,57	Promedio.	706,16

(*N del T.*)

El resultado general de todas estas investigaciones es que el barómetro llega á su mayor altura cuando reinan los vientos comprendidos entre el N. y el E., es decir, con las corrientes mas frias, y que está en el máximo de descenso cuando soplan los comprendidos entre el S. y el O., que son precisamente los mas cálidos (1).

En otros paises se han obtenido deducciones análogas. En la costa oriental de los Estados-Unidos y en China el

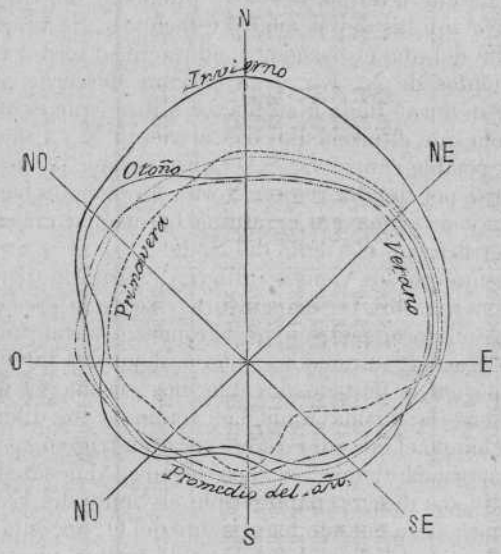


Fig. 11.—Rosa barométrica de los vientos.

barómetro está generalmente mas alto cuando hay vientos del N. O., que son los mas frios en estas regiones, y mas bajo cuando los hay del S. E., cuya temperatura es mayor.

La subida del barómetro con los vientos frios y su descenso con los vientos cálidos, es general do quiera se hayan hecho las observaciones.

(1) Y los mas húmedos. *(N. del T.)*

Se puede deducir como regla general para todo nuestro hemisferio, que *el barómetro llega á su máximo cuando los vientos soplan del Norte y del interior de los continentes, y á su mínimo cuando vienen del ecuador ó del mar.*

En Europa los vientos mas húmedos están comprendidos entre el S. y el O., y los mas secos entre el N. y el E.: por esta razon llueve con mas frecuencia cuando el barómetro está bajo que cuando está alto.

La fig. 11 reproduce la *rosa barométrica de los vientos* de París. La curva de puntos es el promedio del año: las otras cuatro son las de las cuatro estaciones. Se ve que en el promedio del año el barómetro adquiere su mayor altura con los vientos de N. E., y su máximo descenso con los del S. En invierno llega á su mayor altura (que es mucho mas elevada que el promedio) con el viento N., y desciende lo mas posible con el S. S. O. En verano la curva es muy estensa por toda la region Norte: en otoño es bastante irregular, y en primavera el mínimo barométrico mas marcado se verifica con el viento del S. E.

Lo mismo que los vientos influyen, segun la direccion de que vienen, sobre la temperatura y sobre la presion del aire, sobre el termómetro y el barómetro, obran tambien sobre la *humedad*, anuncian, traen ó alejan las lluvias.

La esperiencia de todos los dias nos enseña ya que el aire no tiene la misma humedad reinando los diferentes vientos: cuando el labrador quiere secar su trigo ó su heno, cuando la criada tiende su ropa lavada, ven satisfechos muy pronto sus deseos cuando sopla el viento del Este sin interrupcion; pero cuando hace viento del O. necesitan mucho mas tiempo. Ciertas operaciones de tintura no se pueden hacer sino cuando hay vientos del E.; pero por instructivas que sean estas observaciones no pueden conducirnos á leyes rigorosas.

Hemos visto en el tomo I pág. 69 que existe siempre en el aire, además de los gases que le componen, cierta cantidad de *vapor de agua*, y que este elemento desempeña el principal papel en la absorcion y la distribucion del calor en la superficie del globo, en las cuales el oxígeno y el nitrógeno ejercen una accion relativamente insignifi-

cante. Seria de la mayor importancia conocer numéricamente la cantidad de vapor que existe en las diversas regiones del globo. La vida de las plantas y de los animales y el carácter de los paisajes dependen de este elemento, lo mismo que la temperatura. La sequedad ó la humedad del aire ejercen una grandísima influencia en el desarrollo de las enfermedades. Es sabido que en todos los mares el aire está saturado de vapor de agua; á medida que se aleja de las costas esta saturacion disminuye; pero aun en el interior de la tierra firme es tambien completa algunas veces despues de largas lluvias, porque el agua dulce se evapora mas fácilmente que el agua salada. En último término, la cantidad de vapor de agua contenida en el aire varía segun los paises, y hay regiones, como los desiertos del Asia y del Africa, y las estepas de la Siberia, cuyo suelo no produce la menor evaporacion, y en las cuales el aire está completamente seco. Los vientos que vienen del mar arrastran aire húmedo; los que vienen de los continentes, aire seco.

La cantidad de vapor de agua que el aire puede contener en suspension varía, segun la temperatura, en las proporciones siguientes:

A—24°	su saturacion es de.	1 gr.	A 6°	su saturacion es de	8	gr.	25
—15	—	2	10	—	10		.57
— 9	—	3	15	—	14		.17
— 5	—	4	20	—	18		.77
— 2	—	5	25	—	24		.61
0	—	5.66	30	—	32		
1	—	6	35	—	41		
4	—	7.32					

A 100° el aire puede absorber su mismo volúmen de vapor de agua; la tension de esta es igual á la del aire; el agua hierve y la presion de su vapor es de una atmósfera.

El aire, pues, puede contener tanta mas agua en estado de vapor invisible cuanto mayor es su temperatura. Supongamos 1 metro cúbico de aire saturado de vapor á 20°; contendrá 18^{gr} 77. Ahora bien; si llega una corriente de aire frio y la reduce á 0°, como á esta temperatura no puede contener mas que 5^{gr} 66, se ve obligado á dejar caer unos

13 gramos si no ha variado su volúmen. Estas condensaciones originarian lluvias cuotidianas si llegaran todos los dias corrientes de aire frio sobre otras cantidades de aire saturadas por completo; y cada bocanada de aire que se trasportara desde la superficie del suelo á algunos centenares de metros de altura, se enfriaria solo por esta causa lo bastante para que se condensaran los vapores.

La cantidad de vapor contenida en el aire, es la menor posible cuando el viento sopla entre N. y N. E.; aumenta cuando cambia al E. al S. E. y al S., y llega á su máximo entre el S. y el S. O. para disminuir de nuevo al pasar al O. y al N. O. La causa de estas diferencias es bien sencilla. Antes de llegar á nosotros los vientos del O. pasan por el Atlántico y se cargan en él de vapores, mientras que los que soplan del E. vienen del interior de los continentes, de Europa ó de Asia. Estos vapores se han resuelto ya en lluvia cuando los vientos occidentales llegan á Francia; pero el agua vuelve á evaporarse casi inmediatamente, y resulta que estos vientos continuan siempre mas cargados de vapor que los del E. Los vientos de O. S. O. que vienen á la vez del mar y de paises mas cálidos, pueden cargarse de mas vapor de agua que los vientos de O., que son mas frios. No sucede lo mismo con la humedad *relativa*.

Por esta causa, aunque con viento N. el aire contenga una proporcion de vapor de agua mucho menor que con viento S., está, sin embargo, infinitamente mas húmedo en atencion á su baja temperatura. Las estaciones modifican tambien esta regla general. En el Apéndice se puede ver la relacion que existe entre la direccion del viento, la humedad y la *lluvia*.

Ahora debemos darnos cuenta de la fuerza y de la velocidad del viento considerado en sí mismo.

Todo el mundo conoce aquel dicho sobre la ligereza de las mujeres, tan de moda en el siglo XVII.

¿Quid levius pluma? Pulvis.—¿Quid pulvere? Ventus.—¿Quid ventu? Mulier.—¿Quid muliere? Nihil.

¿Qué cosa hay mas ligera que la pluma? El polvo.—

¿Y que el polvo? El viento.—¿Y que el viento? La mujer.—¿Y que la mujer? Nada.

El satírico Bussy-Rabutin habia hecho pintar en uno de los lienzos de pared de una sala de su palacio una gran balanza, en uno de cuyos platillos habia una mariposa y en el otro una señora. ¡La balanza se inclinaba del lado de la mariposa! Pero lo mas curioso de aquel emblema era que la señora representaba á Mad. de Sévigne, la prima de Bussy... M. Babinet, que consigna el hecho, añade que se lo habia oido referir á un testigo ocular.

Sin insistir en la comparacion, podemos observar verdaderamente que el viento es á la vez estremadamente ligero y estremadamente poderoso. No hay ningun elemento que sea tan caprichoso ni tan voluble; ninguno es susceptible de prodigar tan suaves caricias ó tan espantosos rigores. La escala de sus variaciones tiene tal amplitud, que es difícil para nosotros darnos razon siquiera de toda la gradacion que puede recorrer, desde el suave ambiente que apenas riza la superficie de un lago tranquilo, hasta el huracan que desarraiga los árboles y derriba los edificios. La tabla siguiente puede dar una idea de los diferentes grados de velocidad que puede adquirir.

TABLA DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO.

	Velocidad por segundo.	Velocidad por hora.	
	Metros.	Metros.	Leguas.
Viento apenas sensible.	0,5	1,800	0,45
Viento sensible..	1,0	3,600	0,90
Brisa ligera.	2,0	7,200	1,80
Viento suave.	5,2	19,800	4,95
Buena brisa.	7,5	21,000	5,25
Viento fresco ó brisa (hincha bien las velas).	10,0	36,000	9,00
Viento mas conveniente para los molinos (1).	15,0	54,000	13,50
Viento escelente para navegar en el mar..	20,0	72,000	18,00
Brisa fuerte.	22,5	81,000	20,25
Viento muy fresco (hace cargar las velas altas.)	27,0	97,200	24,30

(1) En España parece que el viento mas á propósito para los molinos es el que tiene una velocidad de 6 metros por segundo, con la cual ejer-

	Velocidad por segundo.	Velocidad por hora.	
	Metros.	Metros.	Leguas.
Viento impetuoso.	36,0	129,600	32,40
Tempestad.	45,0	162,000	40,50
Huracan que derriba los edificios. . . .	50,0	180,000	45,00
Velocidad máxima de rotacion de los huracanes.	66,6	240,000	60,00
Id. de la rotacion sumada á la de traslacion.	83,3	300,000	75,00

No se sabe todavía á que grado de velocidad pueden llegar las masas de aire arrastradas por los huracanes, porque el punto donde los vientos de tempestad deben adquirir su mayor rapidez, es en las alturas de la atmósfera, en las cuales el medio ambiente ofrece poca resistencia á las corrientes aéreas. Asi es que no basta demostrar la marcha de las moléculas de aire al nivel del suelo ó á una pequeña altura, para formarse idea de la velocidad con que se mueve la masa atmosférica, arrastrada por un huracan. He observado en mis viajes en globo (*Actas de la Academia de Ciencias*, 1868 I pág. 1116) que la velocidad del aire aumenta generalmente con la altura. Mr. Coxwell hizo en una de sus ascensiones un viaje de 110 kilómetros en 60 minutos, cuando por debajo de la altura á que se hallaba los instrumentos indicaban una velocidad de 23 kilómetros

ce una presion de 4 kilógramos y medio sobre cada metro de superficie.

Nuestros marinos designan los vientos segun su velocidad con los nombres siguientes (Tuero = *Tratado de los Huracanes*):

Nombres.	Velocidad por 1″.	
Ventolina.	1m	
Galeno.	2	
Fresquito.	4	
Fresco.	6	
Frescachon. . . .	8	(No se puede navegar con él de bolina).
Duro.	10	(Hay que recoger muchas velas).
Muy duro.	15	
Temporal ó tormenta.	20	
Huracan.	40 ó 45	

(N. del T.)

menos en el mismo tiempo. El globo que durante el sitio de París fué transportado hasta Cristiania capital de la Noruega, recorrió 1600 kilómetros en 15 horas, es decir, mas de 26 leguas por hora. Sin embargo, en la superficie no hacia mas que un viento ordinario. El globo de la coronacion de Napoleon, que se lanzó al espacio en París el 16 de diciembre de 1804, á las 11 de la noche, voló directamente hácia Roma á llevar la noticia de la obediencia del Papa al Emperador, y cayó hácia las 7 de la mañana en las cercanias de la ciudad, haciendo pedazos contra la tumba de Neron la corona imperial que llevaba, hecha de 3000 vasos de colores. ¡Habia caminado 1300 kilómetros en 8 horas ó sea 162 kilómetros por hora! Pero todavía hay una velocidad aerostática mayor. En una ocasion el globo de Green fué arrastrado sobre Lóndres con una velocidad de 64 metros por segundo! Estos hechos pueden darnos una idea del huracan á cierta altura sobre el suelo, cuando sobre este, lleno de obstáculos, camina á razon de 45 leguas por hora, y sobre el Océano con la rapidez de 60 y 75 leguas, quintuplicando la gran velocidad de nuestras locomotoras! Esta rapidez tan formidable del aire en la superficie del Océano y el rozamiento de las moléculas aéreas, esplican el hecho indicado ya por Ciceron hace dos mil años, de que se eleve la temperatura del agua despues de las tempestades.

En cuanto á la presion ejercida por una corriente aérea que se mueve con semejante velocidad, es verdaderamente formidable. En una memoria sobre la construccion de los faros, evalúa Fresnel la mayor presion del viento en 275 kilógramos por metro cuadrado; pero es muy probable que se haya pasado de esta cifra en un gran número de huracanes. Sin mencionar los efectos producidos por los grandes huracanes de los trópicos, se han presentado en la zona templada una porcion de casos en que la presion ejercida por el viento sobre un espacio de poca estension, era muy superior á lo que habian previsto los meteorologistas. Para no citar mas que un ejemplo, la tempestad del 27 de febrero de 1860, que venia del Oeste y entraba en la llanura de Narbona, por la estrecha garganta por donde pasan

el canal y el ferro-carril del Mediodía, tuvo bastante violencia para descarrilar y derribar en parte dos trenes que cogió lateralmente entre las estaciones de Sales y de Rivesaltes: la presion debió ser de 400 kilógramos!

El 14 de febrero de 1867, durante la tempestad, wagones que estaban quietos en la línea de Napoleon-Vendée á Sables d'Olonne, se pusieron en marcha por la sola impulsion del viento, y recorrieron así una distancia de 4 kilómetros próximamente. Los guarda agujas que los veian pasar, se cuadraban con sus banderolas delante de las casetas, creyendo que hacian las señales á un tren extraordinario.

Los ingenieros de la Compañía del Este, han deducido de una série de esperimentos dinamométricos, que un viento bastante fuerte produce una resistencia de 12 kilógramos para una velocidad de 46 kilómetros, lo cual dá 72 kilógramos por carruaje, y 936 para un tren de 13 carruages. Esta resistencia puede traducirse por un retraso de algo mas de una hora en la duracion del trayecto de París á Strasburgo.

La fuerza mecánica del viento es proporcional á la superficie del objeto que está espuesto á él, en razon directa del cuadrado de la velocidad; para una velocidad de 1 metro por segundo, el efecto equivale á 125 gramos próximamente por metro cuadrado. Con esta velocidad de 1 metro por segundo, es de medio kilógramo para 4 metros de superficie. En los vientos fuertes cuya velocidad es de 20 metros por segundo, habrá un efecto de 50 kilógramos sobre cada metro cuadrado y cuando en los huracanes, la velocidad es de 40 metros, la presion se cuadruplica y llega á 200 kilógramos; se concibe por lo tanto que puede derribar los árboles y los edificios.

La fuerza que falta á las moléculas del aire por su masa la tienen en virtud de su velocidad, y llegan á ser capaces de producir efectos que parecen increibles y que están, sin embargo, conformes con las leyes de la mecánica.

Para dar una idea exacta de estos efectos, anticiparemos aquí algo de lo relativo á los huracanes y citaremos parte de los inolvidables desastres causados por algunos de ellos que se han hecho célebres.

En la isla de Guadalupe el 25 de julio de 1825, fueron demolidas casas de buena construccion y se arrasó completamente una de las alas de un edificio del Estado, construido recientemente y con la mayor solidez. El viento comunicó á las tejas tan grande velocidad que muchas de ellas penetraron en los almacenes rompiendo gruesas puertas.

Una tabla de pino de un metro de largo, 2 decímetros y medio de ancho y 23 milímetros de espesor, se movia en el aire con tal velocidad que atravesó de parte á parte el tronco de una palmera de 45 centímetros de diámetro.

Un madero de 20 centímetros de escuadría y de 4 á 5 metros de largo, proyectado por el viento sobre un camino de buen firme y muy transitado, penetró en el suelo cerca de 1 metro.

Una hermosa verja de hierro, establecida delante del palacio del gobernador, se hizo pedazos. Tres cañones de 24 fueron marchando hasta el fin de la batería.

En 1823 un torbellino, cuyo diámetro no escedia de 1 kilómetro, pasó próximo á Calcuta, mató en 4 horas 215 personas; hirió á 223; derribó 1239 cabañas de pescadores, é hizo á un bambú atravesar de parte á parte un muro de metro y medio de espesor; es decir, que el aire en movimiento tiene la misma fuerza que un cañon de á 6.

La fortaleza que defiende la entrada del puerto de San-Thomas, fué demolida en 1837 como si hubiera sufrido un bombardeo. A 10 y 12 metros de profundidad bajo del agua se desprendieron trozos de las rocas que el viento arrojó á la playa. En otras partes, sólidos edificios arrancados de sus cimientos por la tempestad, han resbalado sobre el suelo, como si huyeran ante ella. En las orillas del Ganges, en las costas de las Antillas, en Charleston, se han visto en algunas ocasiones buques encallados lejos del mar, en los campos ó en los bosques. En 1681 un buque de Antigua, fué arrojado por la tempestad sobre las rocas de la costa á mas de 3 metros de elevacion sobre las mareas mas altas, y quedó colocado como un puente uniendo dos peñas. En 1825 desaparecieron los barcos que se hallaban en la rada de Tierra-Baja, y uno de los capitanes mi-

lagrosamente salvado de la muerte, refirió que su bergantin habia sido levantado por el huracan fuera del agua, y que por decirlo así, habia «naufragado en el aire.» Una porcion de muebles rotos y de restos de las casas de la Guadalupe, fueron transportados á Montserrat por cima de un brazo de mar de 80 kilómetros de anchura, etc. En la tempestad que estalló en el canal de la Mancha el 11 de enero de 1866, algunas piedras de 2 á 3 kilógramos que formaban la parte esterior del escarpe del dique de Cherburgo, fueron arrancadas de su sitio por las olas, y lanzadas á mas de 8 metros por cima del parapeto. Enfurecido por los vientos que le agitaban, dice el vice-almirante La Rousierè le Noury, levantaba el mar algunas olas que al romperse contra el fuerte, se elevaban á 60 metros de altura. En el capítulo de los huracanes desarrollaremos estos espantosos efectos.

Para esplicar estos fenómenos, no hay mas que una dificultad; la de saber cómo ha podido el aire adquirir en la atmósfera tan prodigiosa velocidad, porque una vez adquida esta, las acciones mecánicas mas asombrosas, son sus inevitables consecuencias. Un gas en movimiento es la fuerza que despide las balas de cañon y la que lanza por el aire tremendos pedazos de rocas, cuando estalla una mina. Se puede atravesar una tabla de encina de 2 centímetros de grueso, con un cabo de vela puesto en lugar de bala en el cañon de un fusil: la fuerza del proyectil, solo se debe en este caso á su velocidad: es un esperimento que he hecho muchas veces: hay que disparar en direccion perpendicular á la tabla y casi á boca de jarro.

NOTICIA HISTORICO-DESCRIPTIVA

DEL

OBSERVATORIO ASTRONOMICO Y METEOROLOGICO

DE MADRID.

La idea de construir en Madrid un Observatorio astronómico se debe al ilustre marino D. Jorge Juan, quien la propuso al rey Cárlos III. Este monarca, protector constante de las ciencias y de las artes, encomendó la formacion de los planos al célebre arquitecto D. Juan de Villanueva, que tantas y tan bellas obras ha dejado en la Córte, y pensionó al P. Escolapio D. Salvador Ximenez Coronado para que fuese al estranjero á perfeccionarse en el estudio de la astronomía. No obstante, todo lo que se hizo en aquella época quedó reducido á la visita de Coronado á los principales Observatorios de Europa, especialmente al de París, en cuya ciudad permaneció durante mucho tiempo. La olvidada idea cobró nueva vida en 1789 bajo el reinado de Cárlos IV, y entonces ya se designó sitio en el Buen-Retiro para construir el edificio, hizo los planos Villanueva y se comenzó la obra en 1790, creándose al propio tiempo una cátedra de astronomía que fuese plantel para el personal del futuro establecimiento.

La obra se hacia con tanta lentitud, que en 1799 aun faltaba muchísimo para terminarla; y como ya por entonces se habian comprado y reunido gran número de escelentes instrumentos, se levantó á instancias del P. Coronado—que habia vuelto de París y obtenido el cargo de Director del Observatorio—un edificio provisional donde aquellos se instalaran y pudieran hacerse algunas observaciones que sirviesen por lo menos para adiestrar á los alumnos en su manejo. Entre aquellos instrumentos figuraba un magnífico telescopio de Herschell, de 25 pies (6m,96) de longitud, cuyo precio se ignora, pero cuya sola traslacion á Madrid habia costado 85 000 rs.

El año 1804 se dió al Observatorio nueva organizacion, y se agregó al programa de sus trabajos una série de observaciones meteorológicas. En aquella época estaba ya muy adelantada la construccion del edificio; y faltaba poquísimo para terminarle cuando la invasion de los franceses vino á destruirlo todo, casi por completo. La soldadesca ocupó militarmente el Retiro, convirtiéndole en campamento; se alojó en las dependencias del Observatorio, tiró los libros, rompió los papeles, quemó el gran telescopio y apenas pudieron salvarse de tales actos de barbarie y vandalismo algunos pocos instrumentos que conservó Coronado y que existen hoy en el Observatorio, no en uso—como es fácil comprender—sino formando una coleccion que pone de manifiesto los adelantos de la ciencia. En cuanto al edificio, abandonado antes de su conclusion, em-

Observatorio astronómico y meteorológico de Madrid.

pezó á derruirse, y fortuna grande fué que no se arruinara por completo despues de haberse gastado en él cerca de 2 millones de reales.

Pasaron muchos años antes de que pudiera instalarse el servicio en aquel establecimiento, donde no fue posible hacer cosa alguna hasta 1841; y pronto se vió entonces que, atendiendo el arquitecto Villanueva mas á la belleza artística que al objeto científico del edificio cuya construccion le habian encargado, habia construido un monumento muy poco á propósito para el servicio que debia prestar. Su planta no está orientada como debia estarlo la de un establecimiento de esta especie; el bellísimo templete que le corona, sostenido por columnas de piedras fijas, impide que pueda seguirse con los instrumentos la marcha de los astros; la cúpula no permite dirigir visuales muy inclinadas y menos mirar al zénit; y en una palabra, faltan en el edificio la mayor parte de las condiciones que necesitaba para su primitivo objeto de Observatorio astronómico. En este concepto se utiliza, sin embargo, siquiera sea con dificultad hasta donde es posible utilizarle; pero mas especialmente todavía como observatorio meteorológico, y oficina de cálculo ó de coordinacion y análisis de las observaciones de uno y otro nombre.

La lámina que acompaña le representa por la parte del S. E. Colocado en una eminencia próxima al paseo de Atocha, vuelve hácia este su esbelta columnata, destacando sobre el cielo casi siempre azul de Madrid, los tonos grises y pajizos de la piedra berroqueña con que está construido y del reboque de sus fachadas, y ofreciendo á la vista el elegante conjunto de su vestíbulo corintio y su templete jónico, cuya hermosura ha sido tan exageradamente apreciada por nuestros arquitectos, que ni siquiera en favor de la ciencia á que estaba destinado, ha permitido la Academia de Nobles Artes de San Fernando que se hiciera en él la innovacion mas ligera. No obstante, el servicio se hace con gran precision, y se verifican, discuten y publican las observaciones siguientes:

La *presion atmosférica*.

La *temperatura* del aire: las máximas al sol y á la sombra, y las mínimas so techado y á cielo descubierto; y la propagacion del calor en la costra superficial terrestre hasta una profundidad de 3m 70.

La *humedad de la atmósfera* en su parte inferior; la evaporacion del agua y la lluvia caida; el estado y el aspecto del cielo.

La *direccion del viento* y su velocidad.

Para determinar la *presion atmosférica* existen en una habitacion sombría y de temperatura poco inconstante, situada en la planta baja del edificio, varios barómetros entre los cuales se distingue por el grueso calibre de su tubo y lo esmerado de su construccion, uno del fabricante inglés Newman, que desempeña las funciones de barómetro *normal*. Este barómetro de cubeta fija, ancha y profunda, tiene la escala móvil y dispuesta de manera que pueda leerse siempre en ella con suma facilidad la distancia comprendida entre la superficie del azogue de la cubeta ó depósito inferior y el vértice de la columna del mismo líquido en el tubo, que es precisamente lo que marca ó designa la presion atmosférica en el momento de la observacion.

La *temperatura* se observa por medio de seis termómetros: dos verticales, uno seco y otro húmedo, y otros cuatro horizontales, uno de mínima y tres de máxima. El primero de estos tiene el receptáculo como los termómetros comunes: el segundo le tiene ennegrecido y el tercero ennegrecido tambien y encerrado en una esfera hueca de vidrio, de la cual se ha

estraido el aire, para observar el efecto del calor solar acumulado en aquel espacio como en una estufa. Todos estos instrumentos están colgados en un facistol de madera con persianas laterales (sistema inglés), de la forma que aparece en la figura A. Cuando se termina cada una de las observaciones, que se hacen de tres en tres horas, se vuelve el aparato

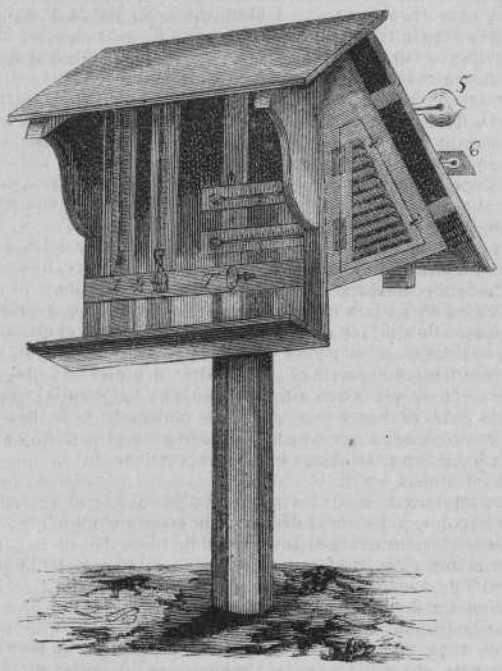


Fig. A.—Facistol de los termómetros en el Observatorio de Madrid.

de modo que los termómetros 1, 2, 3 y 4 estén siempre á la sombra, y los 5 y 6 siempre al sol. Un tornillo de presion T impide que el viento pueda hacer girar el aparato.

Y al hablar de estos dos últimos termómetros es la ocasion mas oportuna para ocuparse de un cargo dirigido por el autor á los meteorologistas en la página 118 del tomo I. El Observatorio de Madrid registra constantemente la *irradiacion solar*, es decir, la temperatura que producen los rayos directos del Sol, tal es como los reciben las plantas, que ciertamente *no tienen la costumbre de llevar quitasoles*; y no solo se anota

la irradiacion solar, sino tambien la temperatura que producen los rayos del astro, almacenados por decirlo así bajo una cubierta de cristal. Es estraño que el autor de esta obra, que ha pertenecido al Observatorio de París, á cuyo establecimiento se remiten los Anuarios y los Resúmenes de Observaciones del de Madrid, ya que censura en algunos meteorologistas la mala costumbre de anotar la accion del Sol *á medias*, no haya dicho que las personas que se ocupan de este asunto en España no siguen esa mala costumbre. Verdad es que diciendo esto, hubiera hecho justicia á nuestros, casi siempre calumniados compatriotas, y hubiera destruido la unidad de su libro, en el cual aparece como inalterable sistema el de decir inexactitudes cuantas veces se habla de este, por tantos y tan variados conceptos, desdichado país.

Hay además de los termómetros indicados, otro de mínima en la parte N. O. del terrado occidental, colocado sobre un reflector metálico y que se deja por la noche espuesto á la intemperie sin cubierta alguna para que indique la irradiacion á cielo descubierto.

La propagacion de la temperatura en el interior de la costra superficial terrestre se estudia por medio de cinco termómetros cuyos depósitos están enterrados respectivamente á 6 decímetros, á 1m, 2 á 1m, 8 á 3m, 0 y á 3m, 7 y cuyas varillas groduadas sobresalen unos 20 centímetros de la superficie y están resguardadas de la lluvia—y de las roturas—por una urna de madera con rejilla de alambre en la parte anterior.

La humedad de la atmósfera se mide por medio del *psicrómetro*; es decir por la comparacion de los dos termómetros seco y húmedo del facistol.

Para determinar *la evaporacion del agua*, se usa un aparato sencillísimo (*atmómetro*) que consiste en una vasija de hierro cilíndrica de muy poca altura con su vertedero. Conocida la cantidad de agua que se deposita en ella cada 24 horas y la superficie constante de su base, no hay mas que medir el agua que queda al concluir aquel periódo de tiempo—lo cual se hace con muchísima exactitud vertiéndola en una campana graduada, ó *probeta*—y dividir luego el número que espresa su volumen por el que representa el área superior de la vasija: el cociente es, en unidades lineales, la cantidad de agua que se ha evaporado en 24 horas: cuando llueve se descuenta el agua caida de las nubes de la que se puso y se hace el mismo cálculo.—Una indicacion, bien notable por cierto, de la sequia de nuestro clima, que puede apreciarse sin hacer medidas ni operaciones aritméticas es la que dá la simple inspeccion de este aparato. La vasija evaporatoria se balla dentro de un espacio cubierto con una alambrera, cuya red, bastante ancha en un principio se ha estrechado posteriormente cruzando nuevos alambres por el centro de las mallas. ¿Qué objeto tiene ese enrejado? preguntan casi siempre los que visitan el establecimiento. He aquí la respuesta. Cuando en los meses de primavera y verano el vaso evaporatorio no tenia aquella cubierta, los sedientos pajarillos venian á beber y á bañarse en él y echaban de este modo *por tierra*, en la acepcion rigorosimima de la palabra, la exactitud de las observaciones. Púsose la primera red y apesar de ella los pobres animales semi-asfixiados por el Sol y faltos de un poco de agua en que refrescar sus enardecidos cuerpos, atravesaban los huecos de las mallas y se enjaulaban voluntariamente á trueque de batir sus alas en aquel baño que sin embargo estaba tibio y á veces casi caliente bajo el sol abrasador que derrama sus ardientes rayos sobre aquella árida colina. Hoy el canal del Lozoya ha llevado á ella un poco de la frescura que trae en sus aguas,

y á pesar de todo ha sido preciso estrechar las mallas de alambre, para impedir que los pajarillos lleguen á la vasija y tener seguridad en la exactitud de las observaciones.

La cantidad de lluvia caida se mide por un pluvímetro, que consiste en una caja de zinc cuya parte superior tiene la forma de un embudo para recoger el agua, que se mide luego en una campana graduada, como la del atmómetro. En los dias de mayo y junio en que se presentan esos abundantísimos turbiones que derraman durante algunos minutos, sobre Madrid, una cantidad de agua comparable con la precipitada en igualdad de tiempo sobre los paises tropicales — de uno y mas de un milímetro por minuto — es preciso recoger el instrumento y medirla tan luego como ha cesado, por una causa análoga á la que ha hecho poner la alambrera sobre el atmómetro; es decir por el escesivo calor y la gran sequía del clima: la tardanza no ya de unas cuantas horas sino de algunos minutos, en el centro del dia, basta para que se evapore una parte considerable y por lo tanto para que las indicaciones sean falsas.

La direccion del viento la señala una escelente veleta que comunica con un aparato automático para trazar sobre un papel la direccion del viento en cada instante. Este aparato, conocido con el nombre de su inventor (*anemógrafo de Ostler*) se vé en parte dibujado sobre la media naranja del templete. La velocidad del viento se mide por un molinete de Robinson, como el descrito por el autor, que tambien se vé en el dibujo, y cuyas indicaciones se trasmiten por medio de un alambre de hierro galvanizado á un contador eléctrico situado en la planta principal y oficina de cálculo.

Todas las observaciones hechas en Madrid con estos aparatos y las que se hacen con otros semejantes en 26 poblaciones de las provincias y en tres de Portugal (Oporto, Coimbra y Lisboa) se publican anualmente en dos tomitos en 8.° clara y correctamente impresos. Ademas aparece, periódicamente tambien, un resúmen de ellas en el *Anuario del Observatorio* en el cual las acompañan preciosos artículos sobre física, astronomía y meteorología, que en las notas á este libro hemos tenido repetidas veces ocasion de mencionar. Los tres libros se remiten tan luego como están terminados al Observatorio de París y á los demas del estranjero. ¿Por qué el autor no hace mencion de ellos y estampa en su libro datos erróneos siempre que de España se ocupa? Rubor nos causa el contestar á esta pregunta; porque ni siquiera tiene derecho para quejarse de que asi se le trate, un pais desventurado en que las revueltas políticas lo aniquilan ó lo envenenan todo, y donde en seis años hemos conocido dos repúblicas, dos monarquías y dos épocas de gobierno provisional. La fecha de 1873 lleva el último Anuario publicado; y no ha podido imprimirse otro porque las necesidades de la guerra civil hacen que se cercenen y se mutilen todos los presupuestos.

Dentro de algunos años la guerra estará concluida y casi olvidada; y los meteorologistas buscarán en valde los datos relativos á estos años, que no se publican no obstante su indiscutible importancia, por atender á las exigencias de una lucha fratricida, tan feroz como todas las de su clase, que destruye cuantos gérmenes de riqueza ha derramado el cielo sobre nuestra pátria y esteriliza lo mismo en la esfera de las ciencias que en las demas, los esfuerzos de sus hijos. Francia ha tenido una guerra con Prusia, desastrosa para ella y que la ha costado cinco millones de millones de francos; París se ha visto envuelto en las horrorosas escenas y

ha presenciado los actos salvajes de la *Commune* que se vió precisado á reprimir á sangre y fuego el ejército de Versalles; y sin embargo no falta un número en la serie de los *Anuarios de la Oficina de las longitudes*. Ya que tanto copiamos de aquel pais, en que no todo es bueno, ¿por qué no imitarle en lo que hace digno de imitacion?

(N. del T.)

CAPITULO IV.

DE ALGUNOS VIENTOS PARTICULARES.

El cierzo.--El bora.—El gallego.—El mistral.—El—Fœhn.—El harmattan.—El simoun. El khamsin.—El tebbad.—El sirocco.—El solano.—El spleen.

Despues de haber estudiado la teoría y el modo de obrar de los vientos generales, regulares é irregulares que soplan en la superficie del globo, debemos dirigir nuestra atencion á los vientos particulares que caracterizan ciertos paises, y á los movimientos atmosféricos que atraviesan á veces los mares y los continentes con la velocidad de un ave de rapiña, y que parecen formar una escepcion en el sistema orgánico de leyes que rige la naturaleza. La análisis científica se ha dedicado tambien á estos fenómenos y demuestra que obedecen, como todo en este mundo, á leyes definidas y determinadas.

Las tormentas, los huracanes y las tempestades, formarán el objeto del capítulo siguiente. Como transicion, ocupémonos un momento de ciertos vientos particulares, mas ó menos célebres, y demos una idea exacta de sus respectivos caractéres.

El clima de Francia que sonrie sobre nuestras cabezas, aleja de nosotros todos los fenómenos atmosféricos intensos que se manifiestan bajo cielos mas inhospitalarios. Los vientos y las tempestades de nuestras costas proceden de movimientos ciclónicos de que hablaremos mas adelante. Las tormentas serán objeto de un estudio ulterior. Entre los vientos propiamente dichos que se distinguen algo por

su carácter del conjunto de los vientos generales, podemos citar primeramente el *cierzo* ó viento del Norte, muy frio y á veces de una intensidad muy violenta. Es muy temido en nuestros departamentos del Este, porque llega casi en línea recta de los mares del Norte; la Bélgica y la Holanda que ha atravesado antes cubiertas de nieve, no han hecho otra cosa que enfriarlo mas aun. En Istria y Dalmacia, se conoce el cierzo con el nombre de *bora*, y su fuerza es tal, que á veces derriba los caballos y hasta las carretas. En España, este mismo viento, de N. y N.E. para este pais, se designa con el nombre de *gallego* (1).

En el Mediodía de Francia, el viento de S.O. *frio* y violento que ha pasado sobre las nieves de los Alpes y

(1) El autor padece en este punto un error que se encuentra tambien en el «Curso de Meteorologia» (Vorlesungen über Meteorologie), de Kaëmtz, del cual está tomado el párrafo auterior. En España se llama *cierzo* al viento del Norte, equivalente al que llaman en Francia *bise*. Su fuerza en algunas localidades es escesiva. Los que han estado en Zaragoza saben que en los dias en que hace *cierzo fuerte*, es peligroso atravesar el puente sobre el Ebro; y en algunas ocasiones ha arrojado el viento al rio los carros por cima de la barbacana del puente, que no es baja. Ha habido necesidad para evitar estas desgracias, de construir á la parte que mira al N. un muro de bastante altura y de mucho espesor. Un dia en que los aragoneses decian que soplaba *ciercecico* atravesé yo el Ebro por ese puente, y no solo tuve que hacerlo con los ojos cerrados porque el aire y el polvo me cegaban, sino que las faldas del gaban que tenia puesto se agitaron en tales terminos, que se salieron de los bolsillos cuantos objetos habia en ellos, incluso el pañuelo. Puede juzgarse por esta muestra de lo que sucederá en los dias que allí digan que hay *cierzo*. El viento que en España, especialmente en Castilla, se llama *gallego*, es el del N. O. y esto es natural porque el viento que viene de este rumbo es el que sopla para casi toda la península española de la parte de Galicia. Por lo general no es tan fuerte como el cierzo y suele ser muy húmedo. En las provincias del centro el viento gallego es presagio casi seguro de lluvias. El viento de S. y el de S. O. se llaman en casi todas nuestras provincias *ábrego* ó *vendabal*. En Malaga designan al viento N. con el epíteto de *terral*, sin duda porque sopla de la parte de tierra y es tal la sequedad que tiene siempre, que en los tiempos en que se tegian en aquella ciudad sus famosas sargas, los tegedores abandonaban el trabajo en cuanto empezaba á soplar, porque de tal modo influia su sequedad en el estado higrométrico y en la fragilidad consiguiente de la seda, que les era imposible continuar tegiendo; era fácil sin observar la veleta averiguar cuando reinaba *terral*, porque se veia la playa llena de tegedores paseándose ó pescando, á falta de otra ocupacion mas lucrativa.

(N. del T.)

que se ha hecho célebre con el nombre de *mistral*, merece ocupar especialmente nuestra atencion.

Durante mucho tiempo se ha ignorado su causa. Se atribuia á un enfriamiento súbito del viento que pasaba por los Pirineos ó por los Alpes. M. Marié-Davy, en muchas notas publicadas en el *Boletin del Observatorio*, en junio de 1864 demuestra que la causa de este viento no es local, y que los movimientos que le dan orígen se transportan hácia el Este como las borrascas.

Kaëmtz, en una comunicacion dirigida al Instituto, en julio de 1865, demuestra por medio de un cuadro de presiones barométricas observadas en Francia, España é Italia, antes, durante y despues del mistral, que es una verdadera tempestad que viene de lejos, y que no se debe á un enfriamiento repentino del viento que pasa sobre las montañas.

Es notable que á medida que progresan los estudios meteorológicos, se aprende á no buscar las causas de la mayor parte de los fenómenos en las localidades en que se observan, sino á referirlos á causas generales preponderantes, á las cuales se tienen que subordinar las circunstancias locales.

Siempre que sopla el mistral hay un esceso de presion atmosférica al Oeste del golfo de Lyon. Sea el que fuere el orígen de esta presion, acompaña siempre al mistral en todas estaciones. (1)

El mistral exige siempre para producirse, sea la estacion la que fuere, estas mismas circunstancias. Reine bueno ó mal tiempo en el S. O. de Europa, es preciso que haya siempre un esceso de presion al Oeste de las Cevenas.

La violencia de este viento es debida á la forma del istmo pirenáico. En cuanto la direccion general del movimiento atmosférico se inclina un poco del O. al N., la meseta central y el macizo de los Alpes desvian la corriente hácia el Golfo de Lyon. Esta corriente, comprimida entre los Alpes y los Pirineos en sentido de su anchura, y por las Cevenas en el sentido vertical, se precipita rápida sobre las costas del Languedoc; de aquí nace una de las causas de esceso de presion sobre la vertiente N.O. de las Cevenas y

(1) ¿Es que en España no soplan vientos para que tanto elucubre el cartas a este país ordenado?

la disminucion de presion en el Mediterráneo, sobre el cual conserva el viento una velocidad que no está en relacion con la amplitud del lecho en que corre.

De aquí nace tambien la violencia del viento Norte en el valle del Ródano, entre los contrafuertes de los Alpes y los de la meseta central. (1)

El mistral es el viento mas seco de estos parajes, porque se seca al pasar por las Cevenas, por lo cual es lluvioso en la vertiente N. O. de estas montañas; los vientos de las regiones E. y S. traen á ellas la lluvia, porque son vientos marinos en las costas y en la vertiente S. E. de las Cevenas; en la vertiente opuesta son secos.

El antípoda del mistral es el *Fœhn*.

Este viento cálido de Africa, al llegar sobre los Alpes, parece que ha recibido de la naturaleza el encargo de fundir las altas nieves de las montañas. Llega impetuoso durante la noche sobre los helados témpanos; despierta todas aquellas masas de agua inmóviles, que salen perezosamente y como con trabajo de su adormecimiento. Parece que este temible bienhechor va á destruir la naturaleza que viene á salvar. Rompe, confunde, destroza: lanza inmensos bloques de las alturas, arrastra gigantescos árboles al lecho de los torrentes. Arranca, quita, y se lleva á lo lejos los techos de las casitas: en los establos reina el pánico; las vacas mugen asustadas. ¡Qué va á suceder, Dios Santo!.... Lo que sucede es que llega la primavera.

El Fœhn se burla del Sol. Este necesitaria quince dias para fundir lo que el viento del Africa funde en 24 horas. La nieve no se mantiene ante él. En dos horas funde en Grindelwald una capa de 2 pies de altura. «Concluye la vida subterránea de las misteriosas plantas alpinas; concluyen su nieve y su noche de ocho meses. A la voz de aquel nigromántico, renacen y ven con alegría la luz de su corto estío, y el corazon de sus flores se regocija pensando que puede amar por un momento.

¡Qué feliz metamórfosis! ¡qué de beneficios! La vida, la fecundidad que dormian en las alturas de los Alpes, se despiertan. Mas útiles que ningun rio, sus escarchas y sus nieblas corren á regar la Europa con aquel riego delicado

(1) No hemos comprado el libro para saber solo fenomenos meteorológicos de Francia

que origina la yerba fria, y la aterciopelada y verde pradera!

Dichoso el que al empezar esa gran metamorfósis, pudiera oir en su orígen el concierto de todos aquellos manantiales, cuando comienzan á hablar, millares, millones de arroyuelos. (Michelet).

La elevada temperatura del interior del Africa es el orígen de los vientos estraordinarios que se hacen sentir en las costas de Guinea, en las de Berberia en Egipto, en Arabia, en Siria, en las estepas de la Rusia Meridional y hasta en Italia. Estos vientos llamados *harmattan*, *simoun*, *khamsin* van acompañados de circunstancias estrañas acerca de las cuales es útil dar algunos detalles; son muy cálidos y muy secos y arrastran consigo torbellinos de polvo.

Se llama *harmattan* un viento que sopla tres ó cuatro veces en cada estacion, desde el interior del Africa hácia el Océano Atlántico, en la parte de costa comprendida entre el cabo Verde (latitud 15° N) y el cabo Lopez (latitud 0° 30′ S). El harmattan se hace sentir principalmente en los meses de diciembre, enero y febrero: su direccion está comprendida entre el E. S. E. y el N. N. E. Ordinariamente dura uno ó dos dias y algunas veces cinco ó seis. No tiene mas que una fuerza moderada.

Cuando reina el harmattan se levanta siempre una niebla de una especie particular, bastante densa para no dar paso mas que á algunos rayos rojos del Sol, al medio dia. Las partículas que constituyen esta niebla se depositan sobre la yerba, sobre las hojas de los árboles y sobre la piel de los negros de tal manera que entonces todo parece blanco. No se conoce la naturaleza de estas partículas; solo se sabe que el viento no las arrastra sobre el Océano mas que á corta distancia de las costas: á una legua mar adentro la niebla se ha debilitado ya mucho: á tres leguas no quedan ni señales, aun cuando el harmattan siga soplando con toda sufuerza.

La escesiva sequedad de harmattan es uno de sus caracteres mas marcados. Si dura un poco de tiempo este viento, se secan y mueren las ramas de los naranjos limoneros etc. Las pastas de los libros, (sin esceptuar los que

están guardados en baules bien cerrados y entre ropa blanca) se comban como si hubieran estado espuestas á un fuego fuerte. Las maderas de puertas y ventanas, y los muebles de las habitaciones crugen y muchas veces se grietean. Los efectos de este viento sobre el cuerpo humano no son ménos evidentes: los ojos y los labios se resecan y duelen : si el harmattan dura cuatro ó cinco dias consecutivos se pelan la cara y las manos ; á no ser que para evitarlo se haya frotado todo el cuerpo con grasa.

De todos los desagradables efectos que acabamos de decir produce el harmattan sobre los vegetales, podria deducirse que era un viento muy insalubre y no es así : se ha observado todo lo contrario. Las fiebres intermitentes por ejemplo, se curan en cuanto empieza á soplar el harmattan. Aquellos á quienes ha debilitado el uso excesivo que se hace de las sangrias en aquellos paises, recobran muy pronto sus perdidas fuerzas ; las fiebres remitentes y epidémicas desaparecen tambien, como por encanto. Tan saludable es, en fin, la influencia de este viento, que mientras dura no puede comunicarse la infeccion ni áun artificialmente, y segun parece no prende la vacuna cuando sopla.

Sus propiedades dañinas son puramente imaginárias. Y no seria imposible que las hubieran inventado los Arabes para asustar á los viajeros que pretenden internarse en lo que ellos consideran como sus dominios.

«En todos tiempos dice Kaëmtz, los Arabes del desierto, nómadas y pobres han aborrecido á los habitantes de las ciudades que llevan una vida cómoda y tranquila. Asi es que cuando los mercaderes tienen que atravesar el desierto, los Beduinos los venden su proteccion á peso de oro... Para los habitantes de las ciudades el desierto era siempre teatro de las escenas horribles mas exageradas. Todas las maravillosas relaciones de aventuras estraordinarias encontraban en ellos oyentes crédulos y predispuestos, lo mismo que en nuestros dias lo están los Turcos á formarse de Europa las ideas mas falsas y mas ridículas. Los habitantes del desierto se cuidaban muy bien de no destruir aquellos errores que constituian su fuerza ; al contrario los apoyaban siempre que iban á las ciudades; los

negociantes que habian atravesado el desierto eran los únicos que sabian la verdad; pero estos eran muy pocos, realizaban grandes beneficios en sus viajes y procuraban tambien intimidar á los que hubieran querido imitarlos. Así ha sido como han podido esparcirse esas creencias.»

Los escritores árabes merecen muy poca fe en todo lo que dicen con relacion al desierto: los viajeros europeos han mentido mas que ellos aun. El musulman cree hacer una obra meritoria engañando al infiel y cerrándole la entrada del desierto; pero todos los que han ido allá han despreciado esos temores ridículos, cuya exageracion les han confesado los mismos árabes. L. Burckhardt, de Basilea, es el primero que nos ha suministrado noticias positivas sobre los fenómenos del desierto y en particular sobre los vientos que reinan. De este modo ha reducido á su justo valor las fantásticas relaciones de sus predecesores, Beauchamp, Bruce, y Niebuhr.

Burckhardt cuenta, en efecto, que este viento del desierto le sorprendió entre Siout y Esné.

«Cuando empezó el viento, dice, me hallaba solo, montado en mi dromedario, lejos de los árboles y de las casas. Traté de librar mi rostro envolviéndole con un pañuelo. Durante este tiempo, el dromedario, al cual cegaba la arena que levantaba el viento, se inquietó y se puso á galopar, arrojándome de la silla. Estuve algun tiempo echado en el suelo, sin moverme, porque no veia á la distancia de 10 metros, y arropándome con mis vestidos esperé á que el viento se apaciguara. Cuando sucedió esto, fuí á buscar mi dromedario y le encontré á bastante distancia, echado cerca de un matorral que defendia su cabeza de los torbellinos de arena.» Malcolm y Morier que han atravesado los desiertos de Persia, Ker-Poster que ha visitado el que se encuentra al Este del Eufrates, están de acuerdo con Burckhardt, y manifiestan que cuando han estado espuestos al Simoun han esperimentado una sensacion muy desagradable y hasta muy penosa; pero que su salud no se ha alterado lo mas mínimo.

No es solamente en los desiertos del Africa y del Asia donde son temidos los vientos cálidos, sino tambien en todos los paises continentales próximos á los trópicos. En la India se conocen estos vientos con el nombre de *soplos del diablo*. Atormentan cruelmente aquellas comarcas durante la estacion seca, llevando no solo á los campos, sino á las ciudades el espanto y la devastacion. Sin necesidad de que sean venenosos, es admisible que estos vientos dotados de una gran velocidad, que arrastran consigo torbellinos de arena, y cuya temperatura se eleva á 40 y mas grados, puedan ejercer en los paises que recorren una accion nociva, y ser funestos sobre todo á los europeos, que apenas saben preservarse de ellos.

Hácia la época del equinoccio, las tempestades son terribles en el desierto. Todo el mundo ha oido hablar del viento abrasador llamado *Simoun*, (en árabe, Semoun: envenenado). Este viento terrible sopla tambien en Egipto donde se llama *Khamsin* (cincuenta) á causa de que reina durante cincuenta dias: veinticinco antes y veinticinco despues del equinoccio de primavera. Tambien le llaman Rih'-el-Yoble, viento del Sur.

El *Simoun* se anuncia en el desierto por un punto negro que aparece en el horizonte. Este punto negro crece con rapidez: un velo pálido se estiende por el cielo, torbellinos de arena oscurecen el Sol y secan toda señal de verdura. Apenas sopla, los pájaros asustados huyen, el dromedario busca un matorral que pueda preservar sus ojos, su boca y sus narices de las nubes de arena: el Arabe se cubre la cara, se unta el cuerpo de grasa, de aceite ó de lodo húmedo, y se echa en el suelo ó se cobija al lado de un árbol hasta que se apacigua la horrorosa borrasca. El simoun es el enemigo mas temible de las caravanas que atraviesan los desiertos arenosos de Arabia y de Africa: á este viento se atribuye la destruccion de los cincuenta mil hombres que el difunto Cambises envió para reducir á la esclavitud á los Amonitas y poner fuego en seguida al templo de Júpiter.

En 1805 un simoun mató y sepultó en las arenas toda una caravana compuesta de dos mil personas y mil ochocientos camellos. Mas de una vez han esperimentado nuestros generales sérios temores por la suerte de columnas de nuestros soldados, obligadas á internarse en el desierto y que el simoun habia sorprendido en su marcha. (1)

El polvo impalpable que el viento acarrea formando espesas nubes, penetra en las narices, en los ojos, en la boca y en los pulmones y determina la asfisia. Cuando las cosas no llegan á este término fatal, la rápida evaporacion que se verifica en la superficie del cuerpo, seca la piel, inflama la garganta, acelera la respiracion, y ocasiona á los viajeros una ardiente sed. El terrible aliento del simoun absorbe al pasar la sávia de los árboles y hace desaparecer evaporándola rápidamente el agua contenida en los odres de los camelleros. La caravana es presa entonces de todos los

Si tanto odia Franco al militarismo que no manda soldados al desierto á que los manda?

horrores de una inestinguible sed que enciende la sangre. De este modo ha perecido en aquellas soledades mas de una caravana; y por esto se ven los caminos habitualmente recorridos por ellas cubiertos de esqueletos de hombres y de animales calcinados por el sol y el tiempo: estos son los hitos que marcan aquellos siniestros senderos.

Arminio Vambéry sábio hungaro, observó en el viaje que hizo al Asia Central disfrazado de dervis, el huracan de arena y la terrible influencia del calor sobre el organismo humano al atravesar el desierto entre Khiva y Bokhara (longitud 60°; latitud 40°). Despues de salir del pais de los Turkomanes y del Oxus, su caravana penetró en los arenales...

Nuestra estacion matinal, dice, tenia el delicioso nombre de Adamkyrylgan (traducido: sitio donde perecen los hombres), y bastaba arrojar una mirada al horizonte para convencerse de que no se le habia puesto caprichosamente aquel trágico epíteto. Figuraos un océano de arenas, que se estiende hasta perderse de vista; por un lado, altas colinas semejantes á olas, formadas á impulsos del furioso soplo de los huracanes; por el otro en cambio el aspecto de un apacible lago rizado apenas por la brisa del poniente. Ni un pájaro en el aire, ni un animal viviente en el suelo: ni un gusano, ni siquiera un grillo. Los únicos vestigios que se conservan son los que la muerte ha dejado en aquellos estensos espacios: montones de huesos calcinados por el Sol, que cada viajero recoge y reune para que sirvan de jalones á la marcha de los que han de venir tras el. Examinamos nuestros odres, y calculamos que tendriamos agua para mas de un dia; pero se evaporaba con una rapidez sorprendente. Este hecho me hizo redoblar la vigilancia con que cuidaba de mis provisiones. Los otros viajeros se dieron por advertidos é hicieron lo mismo, á pesar de nuestras inquietudes, sonreíamos á veces al ver algunos de nuestros compañeros que vencidos por el sueño se habian dormido tiernamente abrazados á sus odres. A pesar de que hacia un calor capaz de fundir las piedras, teníamos que hacer tanto de dia como de noche jornadas de cinco á seis horas. En efecto, cuanto antes saliéramos de los arenales menos tendriamos que temer los desastrosos efectos del Tebbad (viento de fiebre) que podia sepultarnos entre el polvo si nos sorprendiera en medio de aquellos climas.

Al aproximarnos á las montañas, el Kervanbashi y sus gentes, nos señalaron una nube de polvo que parecia venir hacia nosotros, y nos advirtieron que era preciso sin demora echar pie á tierra. Nuestros pobres camellos, mas esperimentados que nosotros, habian desconocido ya que se aproximaba el Tebbad; despues de un quejido desesperado cayeron de rodillas, tendiendo sus cuellos sobre el suelo y esforzándose para ocultar sus cabezas entre la arena. Apenas habíamos tenido tiempo de arrodillarnos á su lado, y protegidos por sus cuerpos como por un reducto, cuando ya pasó el viento sobre nosotros con un gemido sordo, cubrién-

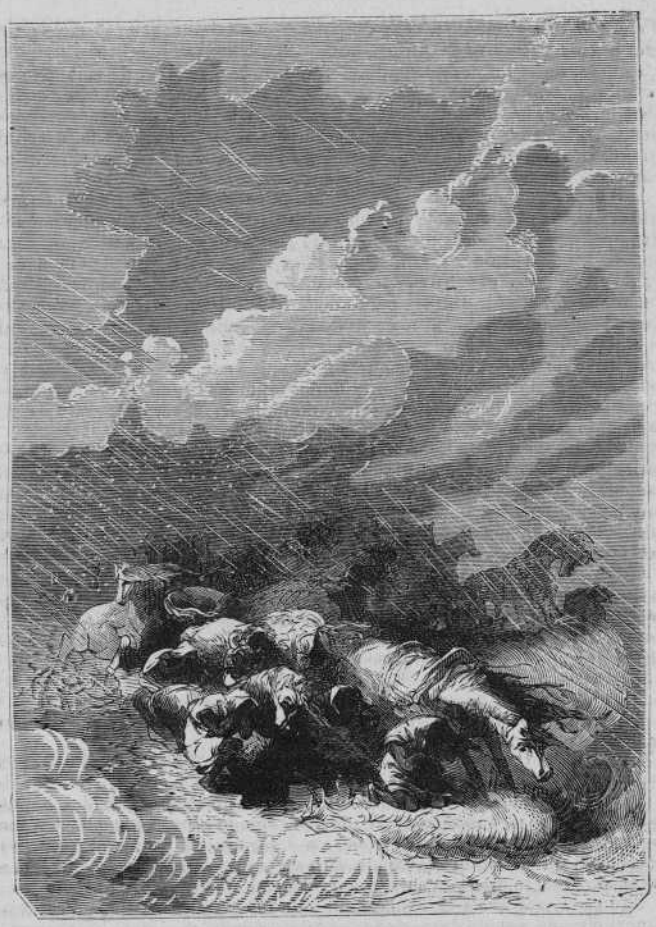


Fig. 12.—El «Tebbad».

donos de una capa de arena de mas de dos dedos de grueso. Los primeros granos que me tocaron produjeron en mí el efecto de una lluvia de fuego. Si hubiéramos sufrido el choque del Tebbad, algunas millas mas abajo en la profundidad del desierto, hubiéramos perecido todos indudablemente. No tuve ocasion de observar la tendencia á la fiebre y las náuseas que

dicen produce el viento; pero despues que pasó, la atmósfera se puso mas pesada y mas sofocante.

Aun sin que hubiera soplado el Tebbad, la elevacion de la temperatura diurna aniquilaba nuestras fuerzas, y dos de nuestros pobres asociados que se arrastraban del modo que podian al lado de sus escuálidas bestias, se pusieron tan enfermos en una ocasion en que les faltó agua, que hubo necesidad de atarlos tendidos sobre los camellos, porque estaban en la imposibilidad de tenerse sentados.

Mientras que pudieron articular alguna palabra no oíamos salir de sus labios resecos mas que esta esclamacion monótona: ¡Agua, agua; por favor, por piedad, unas gotas de agua! ¡Ay! sus mas íntimos amigos se negaban impiamente á sacrificar por ellos la menor bocanada de aquel líquido que para nosotros representaba la vida; y cuando al cuarto dia llegamos á Medernin-Bulag, á uno de aquellos desgraciados le habia arrancado ya la muerte á las torturas de la sed. Asistí á la agonía de aquel infeliz. Su lengua se habia puesto negra; la bóveda palatina de un color gris azulado; sus labios parecian de pergamino; su boca estaba abierta y los dientes al descubierto. Es muy dudoso que en aquellas terribles postrimerías se le hubiera podido salvar dándole de beber; pero aparte de todo, ninguno de nosotros pensaba en hacerlo.

Es una cosa horrible ver á un padre ocultando á su hijo, á un hermano ocultando á su hermano, el agua de que ha podido proveerse; pero lo repito, cada gota representa una hora de vida, y cuando se combate con las angustias de la sed, los instintos generosos, la intencion de sacrificarse que se manifiestan frecuentemente en otras ocasiones tan críticas como estas, pierden toda su influencia sobre el corazon humano.

Pero seria inútil que yo tratase de dar la menor idea del martirio causado por la sed: la misma muerte creo que no puede ir acompañada de sufrimientos tan espantosos. En otros terribles momentos no he creido que me faltaria valor para luchar; pero en aquel caso me sentia despedazado, abatido, aniquilado, y pensaba que iba á terminar mi existencia.

Tomás Guillermo Atkinson fue testigo en 1850 de los rápidos huracanes que recorren las estepas mongolas.

Un silencio solemne, dice, reina en aquellas estensas y áridas llanuras, abandonadas igualmente por los hombres, por los cuadrúpedos y por las aves. Se habla de la soledad de los bosques: he cabalgado muchas veces bajo sus sombrías bóvedas durante dias enteros; pero allí oia los suspiros de la brisa, el susurro de las ojas, el chasquido de las ramas; y algunas veces hasta la caida de uno de los gigantes del bosque, desplomándose de vegez, despertaba los lejanos ecos, espantaba en sus guaridas á los asustadizos huéspedes de la selva, y arrancaba gritos de terror á los asombrados pájaros. Aquello no era soledad: las hojas y los árboles tienen un lenguage que el hombre conoce de lejos; pero en estos secos desiertos no se siente el menor ruido que rompa el silencio de muerte que se cierne siempre sobre su calcinado suelo.

La arena estaba arremolinada formando montones circulares algunos de los cuales tenian de 15 á 20 pies de altura; los habia de todos tamaños en el espacio del desierto que podia alcanzar la vista. Mirados desde la

cúspide de uno de los mayores, presentaban el singular aspecto de una inmensa necrópolis, sembrada de innumerables *túmuli*.

Mientras que bosquejaba este cuadro; fuí testigo de la formacion de un huracan por cima de las aguas. Venia del Norte hácia nosotros. Los Cosacos corrieron á poner sus caballos al abrigo de los cañaverales, dejando á mi lado dos de sus compañeros. La tempestad llegaba con una furiosa rapidez lanzando olas inmensas al espacio y derribando á su paso la vegetacion. Se veia un surco blanco avanzar hácia el lago. Cuando llegó á media wersta (1), le oimos rugir. Mis compañeros me decian que me alejara corriendo, tomé mis apuntes y algunos otros objetos y corrí á unirme con el grueso de la gente bajo los cañaverales. Apenas habia llegado á la entrada de aquel movedizo parapeto, cuando estalló el huracan encorbando hasta el suelo los arbustos y las cañas. Cuando entró en los arenales de la estepa, empezó á girar en círculo, arrojando al espacio montículos enteros y elevando otros donde no los habia; era bien fácil comprender entonces el orígen de los presuntos túmuli. La tempestad duró poco : en un cuarto de hora habia terminado y todo quedó tan tranquilo como antes.

No hay nada mas peligroso que verse sorprendido en la llanura por esta especie de tifon. Los he visto mas tarde bajar de las montañas, ó elevarse del fondo de una profunda garganta, bajo la forma de una masa negra, compacta, de un diámetro de mil y mas metros que se arroja sobre la estepa con la velocidad de un caballo de carrera. Todos los animales salvajes ó domésticos, huyen espantados ante ellos; porque una vez alcanzados por su esfera de accion, son irremisiblemente perdidos. Las admirables manadas de caballos libres, huyen al galope ante la tormenta que los persigue con furia.....

En Europa se conocen el *sirocco* de Italia y el *solano* de España, que hacen languidecer muchísimo á los habitantes por el calor enervante que llevan consigo (2).

(1) La wersta, medida itineraria rusa, equivale á 1067 metros.
(*N. del T.*)

(2) El *Levante* ó *Solano* que se llama así porque sopla del mismo rumbo por donde sale el Sol y que se hace sentir con frecuencia en muchos de los puertos de España, es efectivamente un viento cuyas condiciones merecen indicarse. Por lo general es muy seco y muy cálido. En casi todo el litoral son los vientos del E. sumamente fuertes, hasta tal punto que en Cádiz hacen algunas veces garrear los barcos de sus amarras y tronchan y arrancan de cuajo los árboles. Por lo general, en este último punto reinan muchos dias seguidos durante el verano y ejercen una perniciosa influencia sobre los nervios, causando molestias que reconocen por causa exclusiva el viento: casi todas las señoras de Cádiz se ponen malas cuando sopla el solano. La mayor fuerza se presenta al medio dia y vá decreciendo poco á poco hasta la madrugada en que presenta el mínimo. Segun una erudita memoria publicada por D. J. Mac-Pherson y titulada «*Bosquejo geológico de la provincia de Cádiz*, el *solano* ó *levante* es el mismo alisio del N. E. desviado de su direccion por la doble llamada que ejerce sobre

El 8 de julio de 1770, hallándose Brydone en Palermo empezó á soplar el *sirocco*. «A las 8 de la mañana, dice, abrí el balcon sin sospechar el cambio de temperatura y esperimenté el mayor asombro que he esperimentado en mi vida. De repente sentí en la cara una impresion seme-

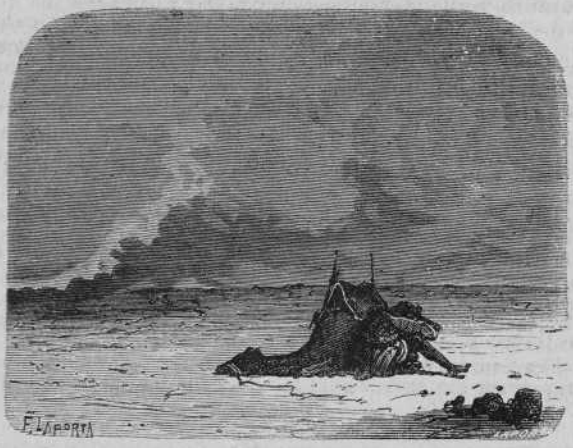


Fig. 13 — El Simoum.

jante á la que me hubiera producido un vapor inflamado que saliera de la boca de un horno: me retiré y cerré el balcon gritando á Fullarton que la Atmósfera toda estaba ardiendo.» En este momento el termómetro al aire se elevaba á 44°.

Hé aquí los términos en que un cirujano del ejército de Africa da cuenta de los efectos del *Sirocco*, durante una marcha entre Oran y Tremecen en el desierto: «Era á fines de julio de 1846: muchos soldados habian sucumbido, abrasados en cierto modo por aquel calor. El Sirocco se ar-

él la aspiracion producida por el calor de los terrenos en el desierto de Sahara y en la meseta central española; y esta esplicacion es bastante plausible y resulta comprobada por las observaciones.

(*N. del T.*)

rojó sobre nuestra pequeña columna. Bajo la influencia de aquel aire seco, pesado y enervante, la respiracion se hace sobresaltada y sonora: teníamos los lábios y las narices grieteados por el ardiente polvo que levantaba el viento del desierto, doloridos y resecos: una fuerte presion apretaba la garganta, y sentíamos sobre el epigastrio una especie de opresion molestísima. Nos abofeteaban el rostro bocanadas de calor, seguidas algunas veces de fugaces calofríos y de una laxitud próxima al desmayo. Sudábamos á chorros y el agua que bebíamos en mucha cantidad, sin apagar nuestra insaciable sed, aumentaba mas y mas la disp-nea y la ansiedad epigástrica. Repugnaba el movimiento y llevados de una agitacion invencible nos revolvíamos en todos sentidos: en la tienda nos ahogábamos y al aire libre nos sofocaban las abrasadoras ráfagas..... Ni uno solo hubiera quedado de toda la columna si nos hubiera faltado el agua.»

En Inglaterra el viento del Este es un temible azote que lleva en sí el malestar y el spleen, del cual nos reimos en Francia, pero que es en Inglaterra una cosa tan séria como el Khamsin en Arabia, y el Sirocco en Italia (1).

(1) Véase la nota anterior, pág. 158.

CAPITULO V.

LOS COLOSOS DEL AIRE.

La borrasca.—El huracan.—La tormenta.

Las dos grandes corrientes generales que hemos estudiado anteriormente, una dirigida del ecuador hácia los polos y otra de los polos al ecuador, no circulan sin chocar una con otra sobre todo en la region en que se reunen; en la zona intertropical. Hay diversas causas que contrabalancean la accion general periódica de los rayos solares y ponen obstáculos á la marcha ordinaria de los movimientos aéreos. La diferencia de temperatura de los continentes y de los mares hace variar por una parte la direccion normal y la intensidad de las corrientes: el estado del cielo entre los trópicos cuando se mantiene durante mucho tiempo nublado ó sereno, condensa el calor como en un foco de absorcion ó lo disemina en estensas comarcas. El relieve del suelo, las altas cordilleras y su temperatura, las mesetas menos elevadas y hasta los mismos valles intermedios, determinan en una parte la detencion y el reposo de las masas de aire, en otra su movimiento con diferentes inclinaciones; y en otras, por fin, este mismo relieve obliga á las corrientes á inclinarse á derecha ó izquierda, á hacer remolinos como las aguas de un rio, ó á lanzarse furiosas por cima de los obstáculos cuya contrariedad las ha irritado. Las ráfagas de aire que se encuentran pueden luchar

ó reunirse: sumar sus potencias ó destruirlas. Asi es como nacen los vientos fuertes, los huracanes, las tempestades.

Estos combates atmosféricos, que adquieren á veces proporciones gigantescas, subvierten la naturaleza por completo. El estudio paciente y laborioso de los meteorologistas y de los marinos, ha llegado ya á analizarlos y á descubrir las principales leyes que al parecer los rigen. Los americanos Redfield y Reid, el profesor Dove, de Berlin, el almirante inglés Fitz-Roy, han formado á costa de inmensos trabajos una teoría de las tempestades que da á conocer, y esplica al mismo tiempo los movimientos mas violentos de que puede ser teatro la Atmósfera. Sus trabajos serán los que nos sirvan de guia para apreciar el valor de estos poderosos efectos.

Uno de los resultados capitales de estas observaciones, consiste en haber demostrado que los huracanes no marchan en línea recta, sino que siguen una curva parabólica, girando al mismo tiempo sobre sí mismos con un rápido movimiento de rotacion.

Este movimiento característico de rotacion horizontal ha hecho que se dé en francés á estos gigantescos remolinos el nombre de *ciclones*, de la palabra griega κυκλος, que quiere decir círculo (1). Estos son los verdaderos huracanes generales, que no son ya pequeñas tormentas locales que resultan de la desviacion del viento por la configuracion del suelo ó por el choque de varias corrientes ordinarias, sino que estienden su esfera de accion á muchos centenares de leguas cuadradas, y recorren muchos millares de ellas.

Los huracanes son grandes torbellinos de mayor ó menor

(1) En castellano no está admitida la palabra *ciclon* para designar estos meteoros que aun despues de conocido su doble movimiento curvilíneo se han seguido llamando *huracanes*, palabra derivada de la india *aracan*, ó de las dos *Huiran vucan*. Por esta razon, les conservo la denominacion adoptada por los físicos españoles, y especialmente por el señor don Manuel Rico y Sinobas, que ha escrito sobre ellos una luminosa memoria publicada en el tomo III de las de la Academia de Ciencias de Madrid.

(*N. del T.*)

diámetro, en los cuales la fuerza del viento aumenta desde todos los puntos de la circunferencia hasta la proximidad del centro, en el cual, sin embargo, reina una calma de una estension variable. En este centro el mar está sensiblemente agitado, pero el cielo se muestra tranquilo y no hay nubes: el Sol resplandece, brillan los astros y los que por todas partes están rodeados de un estenso circuito de tempestades y de terribles ráfagas cuyos efectos no pueden menos de sufrir otra vez, piensan con mucha seguridad en la vuelta del buen tiempo.

Alrededor de este espacio central, tranquilo, el movimiento rotatorio tiene una gran energía, y esta energía se eleva hasta su límite superior: en ninguna parte del huracan es tan fuerte. Por consiguiente cuando se llega á esta region del centro, se pasa desde la tempestad mas furiosa á la calma mas completa, y recíprocamente cuando se sale de ella se pasa de la calma mas completa á lo mas terrible de la tempestad. Pero entonces las ráfagas soplan en una direccion diametralmente opuesta á la que tenian las que precedieron á la calma: y esto es lo que debe suceder puesto que el movimiento es circular.

La primera zona central, que constituye verdaderamente el huracan, y á cuyo paso se verifican todos los desastres, mide en general 100 á 120 leguas de diámetro, cualesquiera que sean los límites estremos á que alcance el fenómeno, porque su potencia no es proporcional á su estension.

La velocidad rotatoria que tienen los huracanes es muy variable: esta es la que constituye principalmente la violencia del torbellino y la que hace se presenten en los lugares sobre que pasan y para los buques que los encuentran, como huracanes, como golpes de viento ó como simples borrascas. En las tempestades violentas se cree que las moléculas de aire giran alrededor del centro con una velocidad de rotacion de 60 leguas por hora, velocidad que esplica los estragos y los desastres producidos por el paso de este terrible meteoro.

El huracan se engendra generalmente en las latitudes de 5 á 10°; apenas formado se pone en movimiento para

nuestro hemisferio en direccion N. O., continuando la misma marcha hasta que ha llegado á cierta latitud en la cual se inclina al N. E. y forma así una parábola cuyas ramas están mas ó menos separadas una de otra.

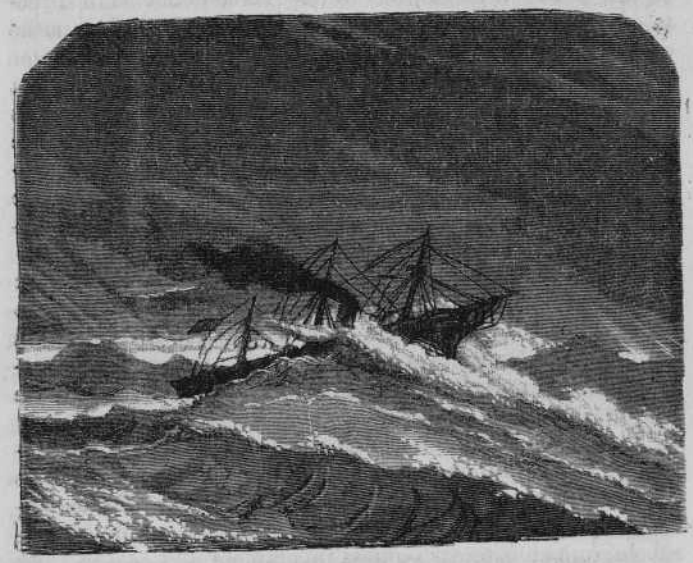


Fig. 14.—La borrasca.

La diferencia de densidad de las diversas capas atmosféricas que encuentra en su trayecto, y su mismo movimiento rotatorio, deben imprimir al huracan un movimiento oscilante, de modo que en vez de describir una parábola regular, su trayecto es mas bien una espiral que se arrolla alrededor de la parábola.

Los buques que se encuentran próximos al centro del meteoro se vén sometidos á su accion oscilante: de aquí esas ráfagas terribles á las cuales sucede una calma mas ó menos completa; de aquí esas situaciones dramáticas en

que el buque náufrago vé que el viento da muchas veces y con mucha rapidez la vuelta entera á la brújula.

Los saltos súbitos y terroríficos del viento que se consideraban en otro tiempo como la esencia de los huracanes, tífones, tornados, etc., no pueden, pues, presentarse, y no se presentan en efecto, sino á los que se encuentran directa ó aproximadamente en el trayecto del centro de uno de estos movimientos vortiginosos.

El huracan lleva en sí mismo el gérmen de su próxima destruccion: á medida que avanza, corre hácia regiones mas frias que la del punto en que ha nacido; los vapores que arrastra se condensan en lluvias torrenciales: la electricidad se desprende en grandes corrientes; el equilibrio que existia se rompe y la fuerza centrífuga sin contrapeso, permite al meteoro estenderse en inmensas proporciones.

Entonces pierde en violencia lo que gana en estension: en el punto de partida no tiene mas que algunas leguas; pero abarca centenares de millas en el momento en que roto el equilibrio de las fuerzas el meteoro se abate sobre sí mismo, efecto que se produce ordinariamente á 40 ó 45° de latitud.

Cuanto mas rápidos son los desprendimientos eléctricos, mas pronto desaparece el meteoro; asi es que algunas veces un huracan termina su marcha sin llegar á esas elevadas latitudes y sin empezar la segunda rama de su parábola, que en este caso queda incompleta.

Entre 5 y 10° de latitud y 45 y 60° de longitud, se ha observado que cuando un huracan está muy próximo al punto de su orígen, la velocidad de traslacion es bastante pequeña y varia de 2 á 9 km. por hora, aumentando á medida que la latitud aumenta y la longitud disminuye, es decir, á medida que el huracan marcha hácia el Oeste.

De 35 á 45° de latitud y de 50 á 30° de longitud la velocidad de traslacion varia entre 10 y 20 km.

En latitudes mas elevadas la velocidad de traslacion aumenta todavía, y se ha observado de 20 á 33 km. por hora.

La velocidad de *traslacion* mas considerable que se ha observado, es la del huracan del mes de agosto de 1853,

que llegó de las Antillas al Banco de Terra-Nova, con una velocidad de 50 km. por hora, velocidad que aumentaba todavía con gran rapidez y que llegó á las cifras de 60, 70, 80 y hasta 90 km. por hora, sin perjuicio de la velocidad de *rotacion* que se elevó hasta 60 leguas en el mismo tiempo. De modo que el viento sobre la superficie del mar, puede llegar á adquirir una velocidad de 75 leguas por hora, y acaso mas aun!

El orígen de los huracanes se debe segun todas las probabilidades y segun todas las comparaciones que se han hecho, al choque de dos corrientes de aire que circulan en sentido inverso. El punto medio de la línea en que estas dos corrientes se encuentran, forma un punto neutro en que el aire recibe un movimiento de rotacion de las dos corrientes que se impulsan mútuamente en direcciones opuestas: es como un remolino en un rio, y cualquiera puede darse cuenta de él y figurársele exactamente con un solo momento de reflexion.

Estos inmensos torbellinos nacen todos á uno y otro lado del ecuador, en los sitios y en las épocas de inversion de los vientos regulares. Mi ilustrado amigo el astrónomo Poey, director del Observatorio de la Habana, ha demostrado por los laboriosos trabajos que ha hecho, sobre los huracanes que han azotado las Indias occidentales desde el año 1493 (descubrimiento de la América) hasta nuestros dias, que de 365 grandes huracanes, 245 es decir, mas de los $^2/_3$ se han originado desde agosto hasta octubre, es decir durante los meses en que las costas fuertemente caldeadas de la América del Sur empiezan á aspirar el aire mas frio y mas denso del continente septentrional. En el mar de las Indias los huracanes son mas numerosos en la época del cambio de la monzon y despues del verano. En el trabajo sobre los huracanes del hemisferio meridional, empezado por Piddington y completado por Bridet, no se menciona un solo huracan en los meses de julio y agosto: mas de los $^3/_5$ de estos meteoros se han verificado durante los tres primeros meses de. año. En esta época del cambio de las estaciones es cuando las potentes masas aéreas cargadas de electricidad, luchan por la supremacía y dan orí-

gen por sus choques á esos grandes remolinos que desarrollan sus enormes espirales á través de los mares y de los continentes. Sin embargo el torbellino no ocupa nunca en altura mas que una pequeña parte del océano de los aires. Segun Bridet, la altura media de los huracanes en el mar de las Indias es de unos 3 000 metros: segun Redfield no pasa de 1 800: ordinariamente la capa de aire que gira es mucho mas delgada, y á veces llega á tal estremo que los marineros de un navío envueltos por un huracan ven sobre sus cabezas el limpio azul del cielo ó las estrellas. Por cima del meteoro siguen los vientos su marcha regular.

La análisis de los huracanes se debe á Redfield. La posicion de un observador en América es muy favorable para la solucion de esta parte del problema puesto que los huracanes que bordean las costas de los Estados-Unidos, pasan en la parte tropical de su camino sobre las islas de las Indias occidentales, en las que su estraordinaria naturaleza les ha hecho llamar «huracanes de las Indias occidentales». En cuanto á los huracanes que se sienten en la Europa central, raras veces puede conocerse la parte tropical de su camino, y esto nos prueba suficientemente que cuanto mas estenso sea el espacio comprendido en nuestras observaciones, mejor podremos evitar la formacion de juicios erróneos en el exámen de estos fenómenos naturales.

El laborioso meteorologista Dove, asienta en su obra sobre la ley de las tempestades (edicion de Paris, pág. 173), que se produce uno de estos movimientos vortiginosos siempre que un obstáculo cualquiera se opone al cambio regular de la direccion del viento, debido á la rotacion de la Tierra, y contraría por consiguiente la rotacion regular de la veleta en cualquiera estacion.

«Los huracanes de las Indias Occidentales, dice, nacen en el límite inferior de la zona de los vientos alísios ó sea en la region de las calmas en que el aire sube y se estiende en las capas superiores de la Atmósfera, en una direccion contraria á la de los vientos alísios: es probable, segun esto, que la causa primordial de los huracanes sea la intrusion de una parte de esta corriente superior en la que marcha por debajo.

»Imaginemos tambien que el aire sube en el Asia y el Africa y corre lateralmente en las capas superiores de la Atmósfera, hecho que evidencian las arenas que caen en el norte del Océano Atlántico, y que se elevan á tanta altura que nublan el cielo á veces sobre el pico de Tenerife. Una corriente de esta clase debe tener tendencia á oponerse al paso libre del contra-alísio superior y obligarle á encontrarse con la corriente inferior ó viento alísio directo. El punto en que la intrusion se verifica debe avanzar con la misma velocidad que la corriente superior oblícua que le produce. La interposicion de una corriente que camina de E. á O. con otra que va de S. O. á N. E. debe originar con precision un movimiento giratorio en una direccion contraria á la marcha de las agujas de un reló. Segun esto el huracan que avanza del S. O. hácia el N. E. en el alísio inferior, representa el punto variable de contacto de las otras dos corrientes, que en las capas superiores marchan perpendicularmente una á otra. Este es el orígen del momiento giratorio y la marcha ulterior del huracan obedecerá necesariamente á los mismos principios. Concentrado así el huracan como el resultado del choque sucesivo de dos corrientes en diferentes puntos, puede conservar su diámetro invariable durante mucho tiempo, y hasta disminuir de dimensiones; aun cuando lo mas frecuente será que se haga mayor.

»Resulta tambien perfectamente claro que, si la esplicacion que acabamos de dar relativamente al orígen del movimiento vortiginoso es exacta, pueden engendrarse diversos huracanes que giren en el mismo sentido por la interposicion de los diferentes obstáculos con que choque una corriente que camine hácia las elevadas latitudes del Norte; obstáculos que obliguen á esta corriente á fraccionarse y á que su lado E. tome una direccion mas meridional (por el choque con un viento S. por ejemplo), de la que toma su lado O, en el cual queda siempre dirigida próximamente á este último rumbo. Tal es el caso que se presentó, entre otros, en el huracan de la bahía de Bengala los dias 3, 4 y 5 de junio de 1839.»

El nombre francés de *ciclon* es en cierto modo la sus-

titucion geométrica de la palabra mas antigua *huracan* (*hurrican* en las geografías antiguas), de las *tornadas* que caracterizan las costas de Africa y de los *tifones* (ti-foong) de los mares de la China. Las grandes tempestades observadas en estos sitios son del mismo género que los huracanes del Atlántico. Dampier, el príncipe de los navegantes, describe la aproximacion de los tifones con aquella exactitud especial que hace tan notables sus obras.

Dice en sus *Viajes* (II, 26):

Los tifones son una especie particular de tempestades violentas que soplan en la costa de Tonquin y en las inmediatas, durante los meses de julio, agosto y setiembre; generalmente se verifican en las épocas de los plenilunios, y van precedidas de buen tiempo, con brisas ligeras y cielo despejado. Estas brisas ligeras son el alisio ordinario, que sopla del S. O. en esta estacion, y que se inclina al N. y casi al N. E. Antes de comenzar la tempestad se forma una nube espesa al N. E. muy oscura cerca del horizonte, y que en la parte alta tiene un color cobrizo, cada vez mas claro conforme se aproxima al borde superior, que es de un blanco muy vivo. Es muy raro y muy aterrador el aspecto de esta nube, que á veces se forma doce horas antes de que estalle la tempestad. Cuando empieza á marchar con rapidez, se levanta casi inmediatamente el viento y sopla violentísimamente al N. E. durante 12 horas poco mas ó menos. Con gran frecuencia va acompañado de horribles truenos, grandes y frecuentes relámpagos y copiosa lluvia. Cuando empieza á ceder el viento, cesa de repente y le sucede una calma completa que dura una hora, pasada la cual vuelve á levantarse viento del S. O. (que dura tanto como habia durado el del N. E), y á llover lo mismo que antes.»

La trayectoria que debe seguir el centro divide el huracan en dos partes iguales en estension, pero que se diferencian muchísimo una de otra. En una de ellas en efecto el movimiento de rotacion y el de traslacion van en el mismo sentido; en la otra por el contrario, la direccion del movimiento giratorio es opuesta á la del movimiento de traslacion. Resulta de aquí que á igual distancia del centro hace mucho mas viento en el primer hemiciclo que en el segundo. Por esta razon el primero se llama *hemiciclo peligroso* y el segundo *hemiciclo benigno* ó *manejable*.

En el hemisferio Norte el huracan gira de derecha á izquierda: es decir que un observador colocado en el centro del torbellino veria pasar el viento por delante de él, de derecha á izquierda. El hemiciclo peligroso estará á la

derecha del observador, si va en la misma direccion que el huracan y el hemiciclo benigno á la izquierda.

En el hemisferio Sur al contrario, el huracan gira de izquierda á derecha: el hemiciclo peligroso está á la izquierda y el benigno á la derecha de la línea que recorre el centro, caminando en el mismo sentido que el huracan.

La direccion del viento observada en un punto cualquiera del meteoro se separa poco de la tangente tirada por aquel punto al círculo concéntrico, en cuya circunferencia se encuentra el observador. Es siempre por lo tanto casi perpendicular al radio que desde este punto va al centro del círculo concéntrico ó del huracan. Ahora bien, el sentido del giro indica que poniéndose de frente al viento, estará forzosamente el centro á la derecha en el hemisferio Norte, y á la izquierda en el hemisferio Sur, pero siempre en ángulo recto con la direccion del viento.

Sobre este último hecho, indiscutible hoy segun las numerosas observaciones recogidas, están basadas todas las teorías sobre los medios de evitar el centro de un huracan, alejándose de la línea que debe recorrer. Cuanto mas próxima al centro, es mas violenta la corriente y mas fuertes y mas bruscas sus variaciones. El centro es por consiguiente el punto en que el mar estará mas malo, punto que sufre con cortos intervalos vientos muy distintos y todos ellos estremadamente fuertes, despues de haberse visto agitado por otros relativamente constantes, que han tenido tiempo de levantar gran oleaje, dándole una direccion que no es ya la del viento. De aquí resulta una espantosa confusion de las olas cortas, rotas, enormes, locas, que vienen de todas partes y que fatigan horriblemente al pobre buque sometido á sus sacudimientos.

Lo que hay que evitar, pues, sobre todo, es hallarse en el camino del centro del huracan, y esto es fácil.

Supongamos que el centro de un huracan se dirija hácia un buque. Inevitablemente habrá de pasar ó sobre este buque, ó á su derecha ó á su izquierda. Si debe pasar por cima su direccion respecto de él no variará, pero entonces la direccion del viento que siempre es perpendicular, no

variará tampoco y en el buque se verá aumentar la violencia del viento, sin que su direccion varie.

Si el centro debe pasar á la derecha del buque cambiará de direccion inclinándose hácia la derecha. Su direccion variará de izquierda á derecha; y la del viento, que está

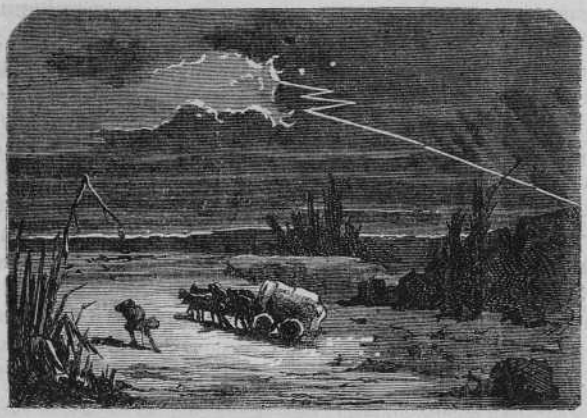


Fig. 15.—La tempestad.

íntimamente ligada con ella, variará en el mismo sentido, es decir de izquierda á derecha.

Si el centro debe pasar por la izquierda del buque, sucederá lo contrario.

Por consiguiente si el viento aumenta sin cambiar de direccion, se halla el buque en la línea que recorre el centro; si gira de izquierda á derecha, el buque estará á la izquierda de esta línea, y por último si el viento gira de derecha á izquierda estará el buque á la derecha de la línea del centro.

Es evidente segun la ley de los huracanes que acabamos de esponer, que la posicion mas peligrosa para un buque con relacion al huracan, es la que le conduce al cen-

tro, y por consiguiente á separarse de esta línea es á lo que deben tender todos los esfuerzos de los capitanes.

Nada mas fácil que reconocer este centro. Hay muchos medios para, ello y vamos á esponer el mas sencillo tomándole de nuestro erudito compañero M. Rambosson.

Colocado el observador en la direccion del viento reinante, de manera gue le azote bien de frente la cara, segun las leyes de los huracanes, el centro debe estar siempre á la derecha á 90° de la direccion del viento. Es indudable por lo tanto que estendiendo horizontalmente el brazo izquierdo, sin desviarle del plano general de la superficie del cuerpo, se indicará inmediatamente la posicion del centro.

Este método práctico, y que no presenta ninguna escepcion, es tan fácil de recordar y de poner por obra, que es imposible que un marino ignore dónde se halla el centro fatal *que es necesario evitar á toda costa.*

La ciencia ha llegado, pues, hasta el punto de internarse impunemente con un buque en medio de estos terribles fenómenos, sin esponerle á averías formales.

Para un buque de vapor, dueño siempre de maniobrar á su antojo, decia muy oportunamente M. Bridet, no hay huracan posible; podrá verse envuelto en un torbellino y sufrir violentas borrascas; pero evitará esas ráfagas terribles, esos cambios súbitos del viento que le esponen con todos sus tripulantes á un naufragio casi seguro.

Para un capitan instruido un huracan no es mas que una tromba ordinaria, alrededor de la cual circula, aproximándose ó separándose de ella segun le conviene.

Todo debe tenerlo previsto; debe saber cuál ha de ser la variacion del viento, cual la violencia de las ráfagas, y está seguro de que no será nunca arrastrado fatalmente hácia aquel centro peligroso, causa siempre de inevitables desastres (1).

Las primeras señales precursoras del huracan se advierten en el estado del cielo.

Algunos dias antes en los momentos del orto y del ocaso del Sol, las nubes se tiñen de un rojo anaranjado que se

(1) Becher en su obra sobre las Tormentas, dá la misma regla para huir del *centro, focus* ó *vórtice* del huracan; pero la espresa con mas sencillez en estos términos: «Vuélvase la espalda al viento: si se estuviese en el hemisferio N. el vórtice se hallará á la izquierda; y á la derecha si se estuviera en el otro hemisferio.» Como esta regla aconseja volver la espalda y no la cara al viento, nuestro conocido marino el señor Lobo, preguntó al autor inglés porque habia hecho esa variacion á la regla dada generalmente por los marinos. Becher le contestó, «que en los grandes huracanes no era posible dar la cara al viento.» Se concibe verdaderamente que no sea posible resistir de frente vientos de tan estraordinaria violencia.

(*N. del T.*)

refleja en el mar; y esta coloracion hace presenciar esas magníficas salidas y puestas del Sol que tanto admiran á los que no sospechan la inminencia del peligro que revela aquel magnífico cuadro.

A medida que el huracan se aproxima, esta tinta rojiza toma un calor mas pronunciado, tirando á rojo de cobre: despues una faja negra y espesa estiende sobre el cielo su siniestro aspecto. Las cimas de los cúmuli son tambien rojas y comunican al mar y á todos los objetos que se divisan en tierra un reflejo análogo, que hace aparecer á la Atmósfera como inflamada y con un brillo metálico.

Las aves marinas se reunen en bandadas con gran prisa y se van á tierra á buscar un abrigo contra los furores de una tempestad que presienten, esperando escapar de este modo á la muerte que fijamente las sorprenderia en alta mar.

Pero de todos los signos precursores de la tempestad, el mas seguro y el mas fácil de interpretar, es el movimiento del *barómetro*.

Disminuyendo la presion del aire de la circunferencia al centro del torbellino, la proximidad del fenómeno se manifiesta siempre por un descenso del barómetro. Este mismo síntoma caracteriza las tempestades de nuestras regiones templadas, que no son, por decirlo así, mas que consecuencias de los huracanes oceánicos.

El barómetro empieza á bajar 12, 24 y hasta 48 horas, antes de llegar al huracan.

Una calma soporífera acompañada de un aire cálido y sofocante reina durante veinte y cuatro horas; parece que la naturaleza recoge todas sus fuerzas para la obra de devastacion que va á realizar á su paso el funesto meteoro.

Cualquiera que sea la marcha seguida por el huracan, el punto mas próximo al centro se indica cuando termina el descenso del barómetro. Entonces, durante dos ó tres horas se vé el instrumento subir y bajar cada media hora sin movimiento ninguno pronunciado.

Otro signo característico de la proximidad del centro es haberse sentido ya la mayor violencia, y que las ráfagas empiezan á disminuir; y este indicio consolador hace rena-

cer la esperanza y la confianza en todos aquellos cuyos intereses estaban tan cruelmente amenazados.

El descenso barométrico total es tanto mayor cuanto mas completo es el enrarecimiento central, y este mismo enrarecimiento, producido en gran parte por la fuerza centrífuga, aumenta en razon del crecimiento del giro, que origina la violencia de las ráfagas. El barómetro baja, pues, á medida que la violencia del viento es mas intensa, y los huracanes mas desastrosos son tambien los que mas influyen en ese descenso.

El enrarecimiento de la Atmósfera en el centro de los huracanes se pone en evidencia de un modo muy notable, por el cuadro siguiente del descenso y del ascenso subsiguiente de la columna barométrica, durante el huracan que pasó por San Thomas el 2 de Agosto de 1837, cuya calma central se verificó á las ocho de la tarde.

2 agosto á las 6h	mañana.	760		2 agosto á las 7h	tarde. .	712	Calma completa
2	noche. .	756		8,20	— ..	712	
3,20	— . .	753		8,22	— ..	721	Huracan del S. E.
4,45	— . .	749	Huracan del S. O.	8,38	— ..	726	
5,45	— . .	744		8,50	— ..	731	
6,30	— . .	740		9	noche.	735	
6,35	— . .	734		9,25	— ..	742	
7	— . .	731		9,50	— ..	747	
7,10	— . .	726		11	— ..	752	
7,22	— . .	718		3 agosto á las 2	mañ.a .	755	
7,35	— . .	714		9	— ..	760	

Variacion: 48 milímetros (1).

Estas perturbaciones del aire son, acaso, despues de las grandes erupciones volcánicas, los meteoros mas terroríficos del planeta, y no hay razon para asombrarse, dice E. Reclus en su magnífica obra sobre *La Tierra*, de que en

(1) Durante el huracan que pasó sobre la península española el 29 de octubre de 1842, se observó en Madrid una depresion barométrica de 24 milímetros y medio, desde 710,mm 00 que tenia el barómetro al finalizar el dia 30 hasta 685,mm 57 en que estuvo de las 3 á las 6 de la tarde del 29. El huracan venia del S. E., pero en los tres dias en que se hicieron las observaciones varió del N. E. al S. E. y S. O. para volver al primero de estos rumbos. Atravesó toda la parte S. O, de la península y causó en algunos puntos daños de muchísima consideracion. La velocidad de traslacion era de 33,5 kilómetros por hora; la resultante de sus

la mitología de los indios, Rudra, jefe de los vientos y de las tempestades, haya concluido por llegar á ser, bajo el nombre de Siva, el dios de la destruccion y de la muerte. Algunos dias antes que se desencadene el terrible huracan, la naturaleza triste y como velada, parece presentir un desastre. Las nubecillas blancas que viajan por el aire con los vientos alísios, se ocultan tras de un vapor amarillento ó blanco súcio; los astros se rodean de halos vagamente irisados; pesadas capas de nubes, que por la tarde ofrecen las mas magníficas tintas de púrpura y de oro se presentan á lo lejos en el horizonte, el aire es sofocante, como si acabara de pasar por la boca de un hornó inmenso. El huracan que se arremolina ya en las regiones superiores, se acerca gradualmente á la superficie del suelo y de las aguas. Girones rojizos ó negruzcos, desgarrados de las nubes, son arrastrados con furia por la tempestad que atraviesa rápida el espacio: la columna de azogue se agita locamente en el barómetro y baja muy de prisa: la aves se reunen en círculo, como para celebrar consejo, y despues huyen con raudo vuelo para poder escapar del meteoro que las persigue (1). Pronto aparece una masa oscura en la parte amenazadora del cielo; esta masa crece, se estiende poco á poco y recu-

dos velocidades era tal, que en la costa de Cádiz hizo encallar mas de 40 barcos, perdiéndose completamente dos polacras, un bergantin-goleta y un charanguero. En Sevilla arrebató á un marinero del barco en que se hallaba, haciéndole perecer estrellado contra la ribera; en Marchena levantó tambien la tempestad en el aire á dos hombres, una mujer y un niño, arrojándolos en distintas direcciones; en Estremadura los pájaros asustados, y queriendo guarecerse al abrigo de los edificios, se dejaban coger sin oponer resistencia; en Toledo desarraigó varias encinas corpulentas, alguna de las cuales tenia mas de 600 kilógramos de leña, y en Cuenca arrancò de cuajo 7 magníficos nogales. Este huracan se originó en las costas de Veracruz, desde donde pasó por la Florida por el N. de las Bermudas y por las islas de Madera y Portosanto, llegando luego á las costas de Africa y por fin á la península ibérica, donde penetró por Cádiz.

(N. del T).

(1) En muchas ocasiones no pueden conseguirlo; durante el huracan de 1842 citado en la nota procedente, se vió en Olivares (Estremadura) antes de empezarse á sentir el temporal una avutarda que á pesar de sus esfuerzos para volar hácia Levante se vió arrastrada por el viento hácia el N.

(N. del T.)

bre el azul del aire de un horrible velo de tinieblas y de un sangriento reflejo. Es el huracan que baja y toma posesion de su imperio, rodeando con sus inmensas espirales todo el horizonte; á un silencio terrible sucede el rugido del mar y de los cielos.

Al empezar los huracanes se eleva algunas veces un ruido sordo y estraño que va apagándose, «con un gemido semejante al del viento en las casas viejas, durante las noches de invierno.» (Piddington). Un ruido análogo, que viene de alta mar y que anuncia las tempestades, se conoce en Inglaterra con el nombre de *llamada de mar*. Las ráfagas que rasgan el aire durante el huracan, producen, segun las relaciones, un rugido como de bestias feroces, un espantoso tumulto como de innumerables voces y de gritos de terror. Al pasar el centro, estalla, dominándolo todo un estrépito formidable, parecido á descargas de artillería, un contínuo estampido de truenos, la verdadera voz de la tempestad.

La marcha de los vientos encuentra resistencias en los continentes; pero los fenómenos que se producen en ellos durante los huracanes no son por eso menos terribles. Las construcciones que se encuentran en el camino del meteoro son arrancadas de sus cimientos, los rios se detienen y refluyen hácia sus manantiales, los árboles aislados se tronchan y surcan la tierra con sus raices, los bosques se doblegan, como si fuesen una sola masa, entregando á la tempestad sus ramas desgarradas y sus arrancadas hojas. Hasta la misma yerba se desarraiga y es barrida del suelo. En el camino del huracan vuelan innumerables despojos, parecidos á los que arrastran las corrientes fluviales ó marinas. Ordinariamente la accion de la electricidad se une á la violencia del aire en movimiento para aumentar los estragos de la tempestad; á veces los relámpagos son tan frecuentes que forman verdaderas cascadas de fuego; las nubes y las mismas gotas de lluvia se hacen luminosas: la tension eléctrica es tan grande, que segun Reid se han visto salir chispas espontáneamente del cuerpo de un negro. Un bosque de la isla de San Vicente fue destruido por completo, y sin embargo no se habia derribado ni un solo

árbol. En la misma Europa, en las orillas del lago de Constanza, un gran número de árboles que habian quedado en pié despues de la tempestad, aparecieron descortezados por el viento.

Principalmente en las costas de las islas y de los continentes, es donde la tempestad, llegando con toda su fuerza inicial que no han disminuido aun los obstáculos del suelo, causa sus mas violentos efectos. Tambien en estos puntos es donde en el desastre general perecen mayor número de personas, puesto que los buques se acogen naturalmente á los puertos y que en muchos sitios de las costas hay tierras bajas que las aguas, rechazadas bruscamente, pueden anegar en grandes estensiones.

Desde Colon, primer eurepeo que pudo contemplar los huracanes de las Antillas, se han sepultado millares de buques durante las tempestades giratorias de los mares tropicales, ya en el fondo de los puertos y de las radas, ya en los mares que bañan las costas de América de China, del Indostan y de las islas del Océano índico. Huracan ha habido, como el de Calcuta en 1864 ó el de la Habana en 1846, que ha perdido mas de 150 grandes buques en un escaso número de horas: y algun otro cataclismo del mismo genero, especialmente el que pasó sobre el delta del Ganges en octubre de 1737 ahogó mas de 20 000 personas en las aguas desbordadas.

En el mismo centro del océano los peligros que corren los buques son menores que en las bahías mal abrigadas de las costas; pero las sensaciones esperimentadas por los marinos deben ser mucho mas vivas cuando están completamente aislados y como perdidos en medio de la espantosa tormenta. A su alrededor el dia está oscuro, mas oscuro que la noche podriamos decir, puesto que la poca luz que queda no sirve mas que para hacer ver las tinieblas. Los vientos que mugen y silban, las olas que chocan unas con otras, los mástiles que se doblan y se rompen, los tablones del casco que crugen, todas estas voces sin cuento se mezclan y se confunden en un rugido espantoso, desesperado, que sobrepuja á veces al estampido de los truenos. El mar no se desplega en olas grandes y poderosas: hierve á borbotones como si fuese una enorme caldera puesta al fuego de volcanes submarinos. Las nubes que están muy bajas y á veces hasta rasando la superficie del agua esparcen con frecuencia una luz que parece el reflejo de algun infierno invisible; en el zenit aparece, rodeado de tinieblas, un espacio blanquecino que los marinos han llamado «el ojo de la tempestad» como si realmente vieran en el huracan un dios feroz que bajára del cielo para castigarlos y destruirlos. Seguramente, cuando en medio de esta horrible tormenta aceptan los marineros la lucha contra los elementos, y desafiando la muerte tratan de maniobrar para salvar su buque desamparado sin velas y sin mástiles, dan un sublime ejemplo de la grandeza humana.

Los japoneses, testigos diariamente de estos cataclismos, han personificado en sus fantásticos símbolos, este genio de las tempestades que llaman el *dragon de los tifones* y qne representan, en medio de lluvia negra y siniestra, como un monstruo aereo precipitado de las nubes. Sus dibujos estraños, que ponen en escena las profundas fuerzas de la natu-

raleza, nos manifiestan al *dios del trueno*, bajo la forma de un anciano asustado, golpeando sonoros tambores, y al *dios de los vientos*, volando por los aires y llevando sobre sus hombros un odre hinchado siempre.

Para apreciar estos formidables movimientos de la Atmósfera, es interesante leer una descripcion exacta de sus ejemplos mas memorables.

El huracan mas terrible de los tiempos modernos es, probablemente, el de 10 de Octubre de 1780, que se ha llamado especialmente el *huracan grande*, y que parece haber reunido todos los horrores de estas sublimes escenas de la naturaleza. Partió de la Barbada, donde no dejó en pié ni árboles ni casas, destruyó una flota inglesa fondeada en las aguas de Santa Lucía y arrasó completamente esta isla, en la cual perecieron mas de 6,000 personas bajo los escombros. En seguida se dirigió hácia la Martinica, envolvió un convoy francés de transporte y echó á pique mas de 50 buques, que llevaban 5,000 hombres del ejército. Los buques desaparecieron: tal es la lacónica espresion que emplea el gobernador de la Martinica en su comunicacion. Mas al Norte, Santo Domingo, San Eustaquio, San Vicente y Puerto-Rico fueron devastadas del mismo modo, y la mayor parte de los buques que se encontraron al paso del huracan naufragaron con sus tripulaciones. Mas allá de Puerto-Rico la tempestad se replegó al N. E., hácia las islas Bermudas, y aun cuando ya se habia debilitado gradualmente su violencia, no por eso dejó de echar á pique muchos buques ingleses que volvian á Europa. La rabia destructora del huracan no fue menor en tierra. En la Martinica perecieron 9,000 personas; 1,000 de ellas solo en San Pedro, donde no quedó en pié ni siquiera una casa, porque el mar se elevó á una altura de $7^{m},5$ y 150 casas desaparecieron instantáneamente del borde de la playa. En Puerto-Real se hundieron, la catedral, 7 iglesias y 1,400 casas; 1,600 enfermos y heridos, fueron sepultados bajo las ruinas del hospital. En San Eustaquio se hicieron pedazos contra las rocas siete buques, y de los diez y nueve que picaron las amarras y salieron á alta mar no volvió al puerto mas que uno. En Santa Lucía perecieron 6,000 personas:

las construcciones mas sólidas se desprendieron de sus cimientos; un cañon fue transportado á mas de 30 metros, y algunos hombres y animales se vieron levantados del suelo y arrojados á muchos metros de distancia. El mar subió á tan grande altura, que demolió el fuerte y arrojó un buque contra el hospital, que se hundió al choque. ¡De las 600 casas de Kingstown, en la isla de San Vicente, solo quedaron en pié 14! La fragata francesa *Juno*, tambien naufragó.

En las Antillas de Sotavento, las personas que habitaban el palacio del Gobierno buscaron un refugio en el centro de las construcciones durante lo mas fuerte de la tempestad, creyendo que el enorme espesor de los muros (cerca de un metro) y su forma circular las preservarian del furor del viento; á las once y media tuvieron que refugiarse en las cuevas porque el viento habia entrado por todas partes y arrancado casi todos los techos; pero el agua subió á mas de un metro y fue preciso guarecerse en las baterías, buscando refugio bajo los cañones, algunos de los cuales variaron de posicion solo por la fuerza del viento. El huracan era tan fuerte, que ayudado por el mar, llevó un cañon de á 12 á una distancia de 126 metros (sin duda sobre su cureña que tenia ruedas). Al aire libre el campo tenia el mismo aspecto que en invierno: no quedaba una sola hoja ni una sola rama en los árboles. La cólera de los hombres se detiene ante una lucha tal de los elementos. Cuando se perdieron en la Martinica *El Laurel* y la *Andrómeda*, el marqués de Bouillé puso en libertad á los 25 marinos ingleses que habian sobrevivido al naufragio, escribiendo al gobernador inglés de Santa Lucía, que no queria retener prisioneros hombres que habian caido en sus manos durante una catástrofe comun á todos (Dove) (1).

(1) Segun indica el nombre escrito entre paréntesis, el párrafo anterior está literalmente copiado de la obra de H. W. Dove, traducida al francés por Le Gras con el título de *La loi des tempêtes considerée dans ses rapports avec les mouvements de l' Atmosphère*. Ciertamente que para describir los desastres ocasionados por un huracan importa poco el sitio preciso en que ocurrieron; pero hay en mi concepto sobrada vaguedad en citar un palacio sin indicar, no ya la ciudad, pero ni siquiera la isla en

Uno de los ejemplos mas curiosos de estas convulsiones atmosféricas nos le suministra el huracan de las Indias del 10 de agosto de 1831, referido en los siguientes espresivos términos, por el mayor general Reid en su *Meteorología americana:*

Un caballero que vivia en San Vicente hacia cuarenta años, y que habia salido á caballo al rayar el dia, se encontraba á una milla próximamente de su casa, cuando apercibió por el Norte una nube de una apariencia tan amenazadora que durante su residencia bajo los trópicos no habia visto nada tan alarmante: aquella nube tenia un color gris aceitunado. Sospechando una horrible tempestad, se apresuró á volver á su casa cerrando cuidadosamente las puertas y las ventanas; y á esta precaucion atribuyó el que se conservára durante la tempestad.

Hácia la media noche empezaron á brillar los relámpagos con un resplandor á la vez magestuoso y terrible, y el viento empezó á soplar con fuerza del Norte y del Nordeste: á la una de la madrugada aumentó el viento y saltó inmediatamente al N. O. y á los rumbos intermedios. A partir de este momento las regiones superiores estuvieron constantemente iluminadas por relámpagos incesantes que formaban una inmensa bóveda de fuego, pero cuyo resplandor se apagaba por intérvalos por el de las descargas de electricidad que se escapaban de todas partes.

Estos relámpagos cesaban tambien por intérvalos, y la ciudad quedaba sumida en una oscuridad profunda que inspiraba un indecible terror. Poco despues, se desprendieron del cielo algunos meteoros igneos: uno de ellos que descendió en linea vertical de una altura prodigiosa, llamó particularmente la atencion. Era de forma circular y de un color rojo os-

que se encontraba. Las islas Caribes ó Antillas, de Sotavento, son muchas, entre las cuales figuran Margarita, Blanquilla, Tortuga, Orchilla, Rocas, Aves, Bonaire, Curaçao, Oruba, Tabago y la Trinidad, y pertenecian á fines del siglo pasado unas al Gobierno francés, otras al inglés y otras al de Holanda: todas ellas quedaron muy próximas al estremo de la banda recorrida por el huracan y no sufrieron grandes desastres. Segun las relaciones oficiales publicadas en aquella época por el periódico inglés *The gentleman's magazine* y reproducidas en parte por el Coronel Reid en su magnífica obra *An attempt to develop the law of storms by means of facts* (Ensayo sobre el desarollo de la ley de las tormentas por medio de hechos), Lóndres, 1838, los desastres referidos por Dove en el párrafo precedente, ocurrieron en la ciudad de Bridgetown, capital de la isla de La Barbada, que es una de las llamadas Caribes de Barlovento. El error ha nacido sin duda de que la relacion oficial de los hechos fué trasmitida al Lord Germaine, que era á la sazon ministro de las colonias en Inglaterra, por Sir Vaughan, comandante general de las *Antillas de Sotavento;* pero en ninguna de las relaciones de grandes desastres se indica que hubieran ocurrido en estas islas. El hecho, por consiguiente, no solo está citado con vaguedad, sino con error, y debe entenderse que se refiere á la indicada ciudad de Bridgetown, en la Barbada.

(N. del T.)

curo. Este meteoro obedecia evidentemente á la impulsion de su propio peso, y no se movia en virtud de ninguna accion estraña. Al aproximarse al suelo, aquel globo inflamado tomó una forma alargada de un blanco deslumbrador y estalló esparciéndose como hubiera podido hacerlo un metal fundido.

Algunos momentos despues de la aparicion de este fenómeno, el ruido atronador del viento se transformó en un *murmullo solemne* ó por mejor decir, en un rugido lejano, y los relámpagos que desde las 12 de la noche habian rasgado las nubes casi sin cesar, se sucedieron con una rapidez asombrosa durante medio minuto entre las nubes y la tierra. La inmensa masa de las nubes parecia tocar los edificios y lanzaba hácia ellos enormes llamaradas que estos á su vez la devolvian inmediatamente.

Cuando cesó esta singular alternativa de relámpagos, el huracan estalló de nuevo del O. con una violencia prodigiosa é indescriptible proyectando por do quiera millares de fragmentos de todas las construcciones que no estaban al abrigo de su violencia. Durante el paso del huracan tembló el suelo y las casas mas sólidamente construidas se grietearon hasta sus cimientos. Sin embargo, en ningun período de la tempestad se oyó distintamente el menor ruido de truenos. El bramido del viento, el rugido del oceano cuyas olas gigantescas amenazaban destruir cuanto habian respetado los otros elementos, y el ruido de las tejas chocando unas con otras, de las techumbres y de las paredes hundiéndose, etc. formaban el estrépito mas espantoso que se puede imaginar.

Hácia las cinco, la fuerza del huracan se mitigó á intérvalos y se oyó claramente durante algunos cortos momentos la caida de los materiales que la cola de la tempestad habia elevado probablemente á una altura extraordinaria..... A las seis el viento soplaba del Sur; á las siete del Sudeste; á las ocho del Estesudeste. A las nueve volvió el buen tiempo.

Desde la parte alta de la catedral, sólo se veia por todas partes desolacion y ruinas. Toda la superficie del pais estaba arrasada: no se descubria mas señal de vegetacion, que alguna que otra mata de yerba amarillenta. El suelo estaba calcinado y abrasado como si una ráfaga de fuego hubiera atravesado el pais y consumido todos sus productos. Los pocos árboles que aun permanecian en pie, privados de sus ojas y mutilados en sus ramas tenian el aspecto triste y lúgubre del invierno; y las numerosas casas de campo de las cercanías de Bridgetown, otras veces rodeadas de bosquecillos habian quedado al descubierto y reducidas á escombros.

En todos los puntos de la isla cayó una gran lluvia de agua salada. El pescado de agua dulce pereció en los estanques, y el agua de todos los viveros estuvo salada hasta muchos dias despues de haber cesado el huracan.

Segun atestiguan la mayor parte de las relaciones, la cantidad de electricidad que se desarrolla en los grandes huracanes, es súmamente notable. Los relámpagos no son sencillos resplandores de cortísima duracion, sino verdaderas llamas que pasan rápidamente sobre la superficie de la tierra y se elevan hasta las regiones superiores.

La fragata francesa, *La Juno*, que iba á cumplir una mision de Francia en los mares de la India y la China corrió

el 1.º de mayo de 1868 un huracan que estuvo á punto de hacerla perecer.

A pesar de todos los esfuerzos que se hicieron para alejarse del centro, segun las indicaciones barométricas arriba enunciadas no se pudo cortar á tiempo su trayectoría, y fue alcanzado el buque por la tormenta furiosa que inundó el puente y apagó los hogares.

El mar se elevaba, formando verdaderas montañas, que se estrellaban furiosamente contra el casco y que arrancaron la borda y los botes colgados á los lados y á popa. Un áncora grande, desprendida de sus amarras, habia producido, arrancando una parte de proa, una ancha via de agua, que se pudo tapar á duras penas amontonando en ella hamacas. A los golpes del mar se unia una lluvia torrencial y no podia hacerse otra cosa que evitar la invasion de las olas. La tripulacion entera distribuida entre las bombas y las cadenas de los cubos, trabajaba con una admirable confianza y con gran sangre fria y actividad.

Hacia siete horas que duraba la tormenta, escribe un oficial, y á cada paso aumentaba la violencia y el ruido..., cuando de repente todo quedó en un profundo silencio, silencio que solo puede compararse al que sigue á la esplosion de una mina en un bastion que se toma por asalto. Aquello era la calma central, calma repentina y estraña, que mas bien produce una impresion de asombro que de seguridad, porque se separa mucho de las leyes ordinarias de la naturaleza. El movimiento del torbellino continuaba en la parte superior de la columna de aire cuya base ocupábamos. Aves, peces, insectos, despojos informes de todas clases caian por una y otra parte y el estado eléctrico de la Atmósfera producia una sensacion vertiginosa, distinta de cuanto es posible recordar y que se manifestaba por un estado estraordinario de exaltacion en hombres ordinariamente muy tranquilos.

Muchísimos pájaros quedaban presos en aquella especie de abismo aéreo. Entre ellos habia muchas aves de ribera, lo cual indica, lo mismo que los insectos y restos de plantas, que el huracan habia pasado por cima de algunas islas. Algunos de los peces volantes que caian sobre el puente

estaban vivos: otros, muertos hacia mucho tiempo, tenian ya mal olor.

Aprovechando la calma central se echaron los botes al mar, se desaguó el buque, se prepararon algunas velas, se puso un timon de peligro, y despues se aguardó tranquilamente la vuelta de la tempestad.

Al cabo de cinco horas de calma, se sintieron las primeras ráfagas de viento hácia las doce del dia, y pocos momentos despues, el huracan, con toda su fuerza, arrastraba de nuevo el buque. El viento venia entonces del Norte; pero no pudo resistirle ninguna de las velas que se habian dejado. Era imposible, por lo tanto, maniobrar para alejarse rápidamente del huracan; lo único que pudo hacerse fue cambiar las amarras, como prescribe la teoría, para tomar el viento por la banda de babor. En medio de los furores del huracan el buque tenia una situacion pasiva, que no debia terminar hasta dos dias despues, á causa de que el movimiento de traslacion era muy lento.

Las últimas tempestades memorables que se han desencadenado son las del 27 de febrero al 3 de marzo de 1869, uno de cuyos episodios mas conmovedores fue el naufragio del bergantin *Lérida*, de Nantes, que volvia de Haiti y que se fue á pique en el Havre.

El 2 de marzo á las 10 de la mañana, en medio de un mar furioso, este bergantin, que estaba á la vista hacia dos horas, llegaba cerca del muelle, cuando una corriente terrible cuyo poder duplicaba el viento N. O., le presentó una barra imposible de salvar.

Muy pronto sintió los primeros efectos de la corriente, que dos horas mas tarde hubieran quedado casi sin efecto. Hasta entonces habia podido navegar viento en popa, pero tuvo que virar de bordo y esta maniobra disminuyendo su velocidad le entregó casi indefenso á los elementos desencadenados.

Una vivísima angustia sobrecogió á todos los espectadores, cuya mayoría eran gente marinera. Habian comprendido que desde aquel momento la salvacion del *Lérida* era muy difícil. Su capitan intentó una maniobra desesperada: quiso virar en redondo para volverse á alta mar ó por lo menos entrar en la bahía del Sena, pero aquella maniobra intentada demasiado tarde no se pudo hacer. Quedaba la última esperanza; se echaron las dos anclas; pero no agarraron á tiempo!

Durante un momento pudo creerse que no se habia perdido toda esperanza; las anclas estaban sujetas; pero al impulso de aquellas montañas líquidas que á cada instante venian á estrellarse contra la obra muerta, las cadenas no pudieron resistir y se rompieron. Todo estaba perdido.

En menos tiempo del que se necesita para describirlo, el *Lérida*, juguete de las olas, fué á dar de proa contra el ángulo de un baluarte, donde se rompieron al golpe su bauprés y su estamenara.

Ya no podia tratarse de salvar el buque; empezaba á ser dudoso si se podria salvar la tripulacion. Algunos individuos generosos y decididos á intentarlo todo para salvarle habian dejado el muelle á toda prisa, y veinte barcas los habian llevado al otro lado del puerto. Afortunadamente el buque estaba bastante cerca de la tierra para poder arrojarle algunos cables á que se asieran los tripulantes. Los pilotos del puerto, los aduaneros y una porcion de valerosos marinos tuvieron la suerte de arrancar de este modo á las olas la mayor parte de los que se hallaban en tan gran peligro.

No hubiera tenido que lamentarse ninguna desgracia si dos hombres, acometidos de un horrible terror, quejustifica la perspectiva de semejante peligro, no se hubieran precipitado á la vez á una cuerda demasiado débil para sostenerlos. Se los traia á tierra cuando un golpe violento de resaca rompió el cable al que venian agarrados.

Aun se les vió flotar algunos momentos entre los despojos que destrozaban las olas; luego todo se acabó!

Despues de este aflictivo episodio, el capitan que se habia quedado el último á bordo pudo á su vez coger un cable que le llevó á la playa sano y salvo. Un poco mas tarde el buque se sumergia despedazado por las olas.

Poco tiempo antes de este huracan, hácia mediados de enero, conmovian el Atlántico violentas tempestades y levantaban en él enormes marejadas. Todos los periódicos hablaron del peligro que corrió *El Péreire*, buque-correo francés, que habia salido de Brest para Nueva York el 16 de enero, y se vió alcanzado, cuatro dias despues, por una gigantesca oleada cuya masa se ha calculado en mas de 700 toneladas de agua. Aquel buque, que llevaba 200 personas y 500 toneladas de mercancías, debió únicamente su salvacion á la solidez de su casco, á la sangre fria de su capitan y á la habilidad de la maniobra. Despues de la formidable oleada que pudo haber hecho zozobrar el buque, se recogieron en medio de los destrozos veintiun heridos y cuatro muertos. Además habian desaparecido dos pasajeros (1).

(1) *La Atmósfera*, publicada en Paris en 1872, se habrá escrito acaso antes de que hubiera noticias circunstanciadas de los terribles huracanes que pasaron por la isla de Cuba en octubre de 1870. Estos huracanes fueron tres, ocurridos en los dias 5 al 12, 19 al 22, y 30 al 3 de noviembre. Los rios de Matanzas crecieron durante ellos de tal modo que su nivel estaba mas alto que los techos de los edificios colocados en sus orillas, los cuales quedaron reducidos completamente á escombros: el Matadero fué arrastrado por las aguas y el viento. Las casas de la ciu-

A principios de febrero de 1872 un violento huracan recorrió el Océano, al N. de la Isla de la Reunion. Todos los buques franceses que conocian las reglas precedentes salieron á alta mar, se alejaron de su paso y volvieron sanos y salvos. El correo de Europa que llegaba, salió á todo vapor para que el meteoro pasara entre el barco y la isla, y llegó despues, sin averías al puerto, trastornado aun. Dos buques ingleses, *La Luisa* y *La Florida*, de 1,200 toneladas se dejaron, por el contrario, alcanzar por el huracan y naufragaron. Todo se perdió: tripulacion y cargamento. Los buques que llegaron despues pasaron por medio de los despojos flotantes de aquellos náufragios.

Agreguemos, para concluir, que en la zona tórrida y en todos los climas muy cálidos los huracanes son frecuentes y se desarrollan con prodigiosa violencia; en nuestros climas templados son mas raros y menos violentos; y en las regiones polares, los únicos sacudimientos atmosféricos que se presentan, aunque muy frecuentemente, son vientos de tempestad, y muchas veces tan solo vientos fuertes.

dad se hundieron en gran parte por la violencia del huracan. Con objeto de que los soldados de la guarnicion pudieran acudir á los sitios en que habian de prestar socorros, hubo precision de atarlos de seis en seis, pues de otro modo los arrastraba el viento impidiéndoles que se dirigieran á donde querian. Las corrientes de los rios arrastraban techumbres de casas y balsas hechas con maderos entrelazados sobre los cuales pasaban con una rapidez vertiginosa familias enteras á quienes nadie podia prestar auxilio. Sólo en la ciudad de Matanzas perecieron mas de 800 personas, y tanto en la Habana como en otros puertos se fueron á pique gran número de buques. Fueron muchísimos los destrozos ocasionados en toda la isla, arrancando de cuajo ó tronchando el viento un sinnúmero de corpulentos árboles. En Matanzas bajó el barómetro de 758mm,18 á 727mm,44 en el centro del huracan; y en la Habana de 752mm á 742mm,50. Puede verse un estudio completo de este huracan hecho por mi amigo y compañero don Manuel Fernandez de Castro, en los tomos XXII y XXIII de la *Revista minera*.

(N. del T.)

CAPITULO VI.

LAS TROMBAS Ó MANGAS.

«Entre los grandes meteoros que vienen á turbar el órden aparente y la armonía de la naturaleza, entre los grandes fenómenos que llevan el terror y la desolacion á los puntos en que se presentan, hay uno que se hace notable por sus formas raras y gigantescas, por las estrañas fuerzas á que obedece al parecer, por las leyes desconocidas y en apariencia contradictorias que le regulan y en fin por los desastres que ocasiona. Estos desastres van tambien acompañados de circunstancias particulares tan estrañas, que su causa no puede confundirse con los otros meteoros funestos á la humanidad. Este meteoro tan amenazador, tan estraordinario y felizmente tan poco frecuente en nuestros paises es el que se designa en general con el nombre de *Tromba.*»

Por este párrafo comienza el meteorologista Peltier su obra especial sobre *las Trombas*. Antes de sus ingeniosos y pacientes estudios dejaba mucho que desear la esplicacion de este fenómeno atmosférico. Hoy podemos definir exactamente su naturaleza y su caracter diciendo que una tromba es una columna de aire que gira ordinariamente con rapidez sobre sí misma y se mueve con un movimiento de traslacion relativamente lento porque se puede seguir por lo general andando. Esta columna de aire giratoria tiene por causa y por fuerza motriz la electricidad. El viento con frecuencia furioso que produce por su mismo

movimiento, y que determina á su paso los desastrosos efectos que luego veremos, no es resultado de corrientes atmosféricas desplegadas en grande escala, como sucede con los huracanes sino que está confinado á las dimensiones

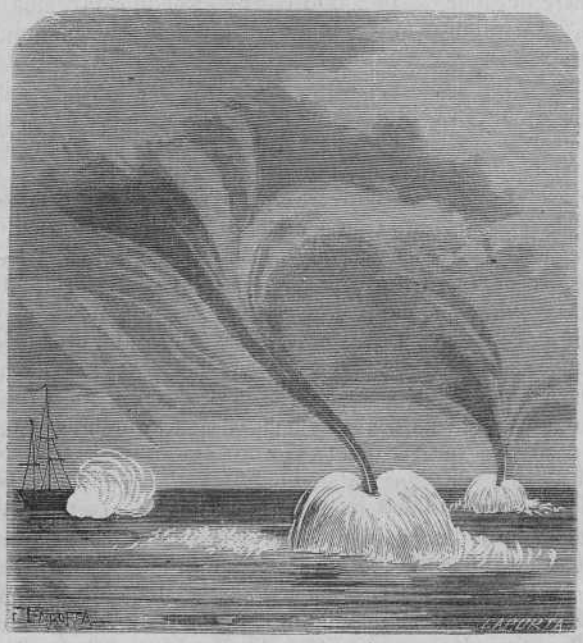


Fig. 16.—Trombas marinas.

muy restringuidas siempre de la produccion eléctrica. Las trombas no tienen muchas veces mas que algunos metros de diámetro; pero su potencia es sin igual: barren completamente el suelo sobre que pasan, arrasan los campos, los árboles, las chozas, los mismos edificios con tal violencia que en algunas ocasiones no queda vestigio ninguno de ellos despues del paso del terrorífico meteoro. Hé aquí ordinariamente cómo empieza este á producirse.

En virtud de una tension eléctrica considerable, la superficie inferior de una nube tempestuosa desciende hácia la tierra, bajo la forma de un cilindro ó mejor de un cono; como una gran vocina cuyo pabellon se pierde bajo la nube y cuya boquilla se aproxima mas ó menos al suelo ó á la superficie del mar. Este cono invertido puede estar mas ó menos desarrollado, mas ó menos alterado segun el estado particular de las nubes y de la localidad; pero existe constantemente una union de vapor entre las nubes y la tierra.

Por bajo de la columna nebulosa aparece una gran agitacion en mar ó en el terreno. Esta agitacion la comparan los marinos á la de una ebullicion que emitiera vapores y surtidores líquidos. En la tierra el polvo y los cuerpecillos ligeros forman un humo semejante. Muy pronto el remolino inferior se eleva á bastante altura y la columna superior desciende lo bastante para que se reunan formando una sola columna, mas gruesa por arriba que por abajo y con alguna frecuencia transparente como un tubo de vidrio en el cual se ven subir y bajar los vapores.

Cuando la parte central del agua levantada en el mar es mas compacta, aparece como una basa destinada á sostener la columna descendente. Por último esta columna ó tromba marina ocasiona un sonido que varía mucho, desde el silbido de una culebra hasta el ruido de las carretas mas pesadas caminando sobre caminos pedregosos. Este ruido es mucho mas considerable en la tierra que en el mar.

El génio de la destruccion parece encarnado en este fenómeno. La tromba se adelanta con una lentitud aparente, silba aterradora, amenaza, se retuerce en terribles convulsiones y deja su huella á través de las producciones de la naturaleza ó de la humanidad haciendo volar en fragmentos y desaparecer como el humo todo cuanto se opone á su paso. Los desastres originados por este formidable agente demuestran que su presion llega á veces á cuatrocientos ó quinientos kilógramos por metro cuadrado. En ocasiones coge rebaños, hombres, hasta rios y los eleva á sorprendentes alturas. Las techumbres de los edificios vuelan por los aires: los muros se grietean ante la brusca embestida de aquella irresistible mano de hierro. Para apreciar en todo

su valor este estraño meteoro consideramos algunas de sus mas memorables proezas.

He aquí por ejemplo dos trombas que se observaron al Sur de París el 16 de mayo de 1806, de una á dos de la tarde y que parecian preparadas exprofeso para la exposicion de su teoria. Las refiere Peltier, tomando la descripcion de un profesor llamado Debrun. Podrian llamase *las Trombas de París*.

La primera empezó hácia la una, y al parecer tenia por lo menos 12 pies de anchura en la base cerca de la nube y formaba un cono invertido, cuyo vértice estaba hácia abajo. Sucesivamente tomó la longitud de 15, 20 y 40 pies; cuanto mas bajaba mas aguda resultaba su forma cónica: porque desde el principio, al salir de la nube, afectaba la figura de un cono perfecto. A fuerza de aumentar su longitud y de perder proporcionalmente en anchura, llegó á no ser mas gruesa que un brazo.

Aquella tromba caminaba muy suavemente hácia el Sur y despues hácia el O. y el S. O., pero de un modo sumamente lento; al principio parecia estar sobre las últimas casas del arrabal de Santiago, y despues sobre las llanuras de Montrouge, Montsouris y la Glacière. Era del color blanco agrisado de algunas nubes ordinarias, y se destacaba muy bien del fondo negruzco de las nubes.

Lo que mas me llamó la atencion fue ver que formaba un largo tubo, *semitransparente* en parte, que hacia muchas curvas ó inflexiones, bastante semejante á una enorme tripa flexible, en la cual veia *subir los vapores* haciendo ondulaciones, como se veria subir el humo en el cañon de una chimenea que fuera de vidrio: lo mas notable era que la ascension de los vapores se presentaba mucho mas marcada y mucho mas activa en la parte inferior, que podia estar entonces á 3 000 ó 4 000 pies próximamente por cima de la tierra.

Como la nube que formaba la cabeza de la tromba avanzaba, el cuerpo de esta se encorvaba y la seguia alargándose hasta 1 500 ó 1 600 toesas sin desprenderse; pero cuando adquirió una longitud desmesurada y por consiguiente se hizo muy estrecha y tomó una gran inclinacion (formando con el horizonte un ángulo de unos 20°) empezó á serpentear ligeramente.

Cuando la tromba estaba mas inclinada parecia tener la cola por cima de Arcueil y la cabeza sobre Châtillon; y mientras marchaba la cabeza no pude menos de observar que parecia en cierto modo que la parte inferior era fuertemente retenida ó atraida por la ciudad de Arcueil y que no podia alejarse fácilmente de ella.

Duró mas de tres cuartos de hora y acabó recogiendo su punta. Me pareció que la parte superior se replegaba sobre la nube que le habia dado origen.

Unos veinte minutos despues de la formacion de esta tromba, ví empezar otra que á la verdad no presentó particularidades tan interesantes como la primera, pero que fue de un efecto mucho mas magestuoso. Se produjo en una nube menos elevada que aquella en que se habia formado la primera, y se presentó sobre el hospicio Cochin, calle del arrabal de Santiago

y sobre el Observatorio. Era agrisada, tenia en toda su longitud un tubo, luminoso como la luna; en su parte inferior veia subir los vapores muy perceptible y muy rápidamente. De tiempo en tiempo y en cortos intervalos el cuerpo de aquella tromba se alargaba ó se acortaba sucesivamente, y en algunas ocasiones con grandísima rapidez. Pasó por delante de la primera, y al parecer á una distancia hácia el Norte, que no escederia de 1 600 á 2 000 pasos. Pero la primera, hácia el fin de su aparicion, huia con mucha mas rapidez hácia el Sur. La segunda siguió algun tiempo la misma direccion, y luego se inclinó hácia el O.

Un trueno que salió de otra nube bastante próxima á las trombas, sobre todo á la segunda, no ejerció ninguna influencia aparente sobre ellas. Creímos desde luego por el ruido del trueno que habia caido un rayo, y en el sitio en que yo estaba en observacion cayeron algunas, pero pocas, gotas de agua tan gordas como el pulgar, y algunos granizos del tamaño de avellanas.

La segunda tromba se replegó gradualmente hácia la nube que la engendrara y que la absorbió en bastante poco tiempo: al cabo de veinticinco minutos desapareció por completo.

Estas trombas tan teóricas eran como se ha visto enteramente inofensivas: ademas al parecer no habian llegado á la Tierra, y probablemente no lo hubieran sido tanto para un globo que se hubiera aproximado á ellas. Pero ahora vamos á recordar otras cuyo paso por el suelo ha dejado indudables testimonios de la potencia de estos meteoros.

El 6 de julio de 1822, á la una y media de la tarde, en la llanura de Assonval, á seis leguas de Saint-Omer y de Bolonia... las nubes que llegaban de diferentes rumbos se reunieron rápidamente, y bien pronto no formaron mas que una sola, que cubrió enteramente el horizonte. Un momento despues se vió bajar de aquella nube un vapor espeso, con el color azulado del azufre en combustion. Formaba un cono invertido, cuya base se apoyaba en la nube. La parte inferior de este cono, que descendia á tierra, formó bien pronto, girando con una velocidad considerable una masa ovalada de unos 30 pies destacada de la nube.

Se elevó haciendo el ruido de una *bomba* de grueso calibre *que revienta*, dejando en la tierra una concavidad en forma de cuenca circular de 20 á 25 pies de circunferencia, y de 3 á 4 pies de profundidad en su centro. Apenas se habia alejado cien pasos de su punto de partida, dirigiéndose del O. al E., atravesó la cerca de un cortijo, derribó una granja é imprimió al mas sólidamente construido de sus edificios un sacudimiento que el arrendador comparaba al de un temblor de tierra. Al atravesar la cerca habia desgarrado y arrastrado la copa de los árboles mas fuertes: veinticinco ó treinta habian sido derribados y esparcidos por el suelo en diversos sentidos, lo cual probaba que la tromba iba girando. Otros fueron arrancados y enredados, lo mismo que la mayoría de las copas en lo alto de los árboles mas corpulentos (de 60 á 70 pies de altura.)

Despues de estos primeros efectos, la tromba recorrió una distancia

de dos leguas sin tocar á la tierra, arrancando de los árboles ramas muy gruesas que arrojaba á derecha é izquierda con gran ruido; llegada al lindero de un bosque arrancó otra vez la copa de muchas encinas, que pasaron con ella por cima de la aldea de Vendôme, situada al pie de la colina al lado E. del bosqne.

De tiempo en tiempo salian de su centro globos de vapores sulfurosos que esparcian en diversos sentidos las ramas que el meteoro habia arrastrado consigo desde muy lejos.

El ruido que hacia en su rápida marcha parecia el de un pesado carruaje corriendo al galope sobre un camino empedrado. Cada vez que se desprendia de ella un globo de fuego ó de vapor, se oia una detonacion semejante á un tiro de fusil; el viento, que era muy fuerte, agregaba á estos ruidos un silbido espantoso. Despues de haber asolado la tierra, y destrozado todo cuanto le ofrecia obstáculos, la tromba se elevó del suelo para ir á repetir sus estragos á una ó dos leguas de distancia.

Desde allí penetró en el valle de Witernestre y Lambre. La primera de estas aldeas, compuesta de cuarenta casas, no conservó intactas mas que ocho. Treinta y dos con sus dependencias fueron arruinadas, y una enorme cantidad de árboles derribados, despedazados y afrastrados á larga distancia: en Witernestre se observó que las fachadas y las paredes de las casas cayeron en direcciones divergentes, de dentro á fuera.

El desastre no fue menos considerable en Lambre. Muchas personas distinguieron perfectamente la marcha giratoria del meteoro su color pardo de azufre y el centro de ardiente fuego que despedia chispas de vapores betuminosos. Los árboles que rodeaban la iglesia se troncharon o se desarraigaron; las paredes y la techumbre de la casa del párroco fueron arrancadas, y diez y ocho casas, la mayor parte de ladrillos, se hundieron, con el fenómeno estraordinario de separarse los muros por la parte de fuera.

He aquí otra tromba no menos estraña.

El 26 de agosto de 1823 á las tres de la tarde, despues de un tiempo tranquilo y muy calmoso, se manifestó una tromba cerca del pueblo de Rouvier (Eure y Loire). La precedió una nube negra, que venia del S. O. y á la cual siguieron otras menos negras, amarillas y de otros colores en las cuales no dejaba de tronar y que arrojaban granizo. Unida al parecer por su base á las nubes al mismo tiempo que el vértice tocaba á la Tierra derribó ó destruyó cuanto encontró á su paso, arrancando la tierra, los árboles y otros cuerpos que arrojaba á grandes distancias. El remolino era de un color amarillo negruzco, debido sin duda al polvo y á los otros cuerpos que llevaba en su seno. Las hojas de los setos y de los árboles, que no arrancó á su paso, se secaron como si las hubieran quemado. En la aldeita de Marchefroid en donde su accion duró menos de un minuto destruyó 53 habitaciones; sus vecinos apenas oyeron la tempestad y dicen que granizó muy poco. Mató de repente al lado de su madre á un niño de tres años, en cuyo cuello se apercibió despues una herida en forma de agugero; pero no se pudo saber con qué se la habia hecho. En el valle de Saint-Ouen el meteoro arrancó ó tronchó 800 pies de hermosos árboles y despues se dirigió hasta Ver, cerca de Mantes. En un espacio de 5 leguas próximamente de largo por 40 á 50

toesas de ancho fueron arrasadas y hundidas enteramente algunas casas y hubo techumbres arrancadas por completo de encima de sus muros. Sobre la línea seguida por la tromba, se rompieron ramas de árboles en el sentido de la marcha del meteoro y en sentido contrario. Hubo árboles arrancados y llevados con tronco, copa y raices á mas de 1 000 metros á cuya distancia los detuvieron algunos arbustos que habian permanecido de pie. Otros en el valle se troncharon á 4, 6, 10, 15 y 20 pies de altura, lo cual hace suponer que en este último punto la tromba no llegaba hasta la misma tierra.

Una de sus destrucciones fue sumamente singular. Las cuatro paredes de un jardin construidas sólidamente de piedra fueron derribadas cada una en el sentido de su longitud hácia fuera del jardin; tan en línea recta que parecia que las piedras estaban preparadas en el suelo para la construccion del muro. Un carruaje con tres caballos, cargado de grano, fue arrancado del juego de las ruedas que permanecieron en el suelo y pasó por cima de un edificio cuyo tejado hundió. Los despojos del carruaje se encontraron á uno y otro lado del edificio; pero el grano desapareció. Los caballos, no sufrieron daño; pero se quedaron sin guarniciones.

El siguiente ejemplo no es menos curioso:

El 26 de agosto de 1826 se vió atravesado el distrito de Carcassone por una enorme columna de fuego que arrasando los campos lo asoló todo á su paso. Un jóven de 19 años que se encontró en el camino del meteoro fue arrebatado por él y elevado á mucha altura en el aire rompiéndose luego cabeza contra una peña. Catorce carneros fueron arrebatados tambien y cayeron asfisiados. Aquella columna de aire y de fuego derribó las paredes, sacó de quicio grandes peñascos, desarraigó los mayores árboles; penetró en una quinta por dos partes, arrancó los sillares de la puerta cochera, rompió la puerta retorció los pernios, despedazó una ventana penetró en la sala, se abrió paso á través del techo, atravesó el segundo piso, llegó al tejado y hundió tres habitaciones con un estrépito espantoso. Unas señoras que se encontraban en la sala vieron penetrar el globo de fuego y debieron su salvacion tan solo á un enorme madero que resistió y sostuvo el entarimado. Una tromba de aire penetró por una ventana que estaba sobre la cocina, derribó un tabique, levantó el techo, rompió los muebles deshizo las camas, abrió los armarios sin destrozar lo que habia dentro; perforó un gran muro cuyos escombros lanzó á mucha distancia, rompió los tejados de la quinta, desarraigó y se llevó una enorme encina de cinco pies de circun-

ferencia, aplastó dos casas, arrebató carretas, se precipitó en el barranco y allí arrancó enormes nogales y destrozó las viñas levantando por completo el terreno; el aire estaba impugnado de un fuerte olor á azufre.

Entre las trombas que han dejado recuerdos mas dramáticos debemos citar la de Monville el 13 de agosto de 1845. Todo el mundo conoce el valle encantador que hay entre Maromme Malaunay y Cleres, que tan lindos paisajes desplega en el ferro-carril de Rouen á Dieppe. En el dia fatal que acabamos de citar, á la una de la tarde con un tiempo caluroso y pesado, cayó de repente sobre la ciudad un remolino estraño. Las fábricas de hilados de Monville se vieron envueltas repentinamente en él, y agitadas, y torturadas vinieron al suelo en menos tiempo del que hace falta para contarlo, segun me decia hace poco tiempo un testigo ocular que ahora vive en el Havre. Una fábrica en que trabajaban millares de obreras se hundió en medio de una repentina descarga eléctrica y aquellas infelices fueron sepultadas por los escombros. Algunas no fueron aplastadas inmediatamente. Protegidas por la casualidad se encontraron como emparedadas y se comunicaban mutuamente sus impresiones sin oirse y sin saber á que cataclismo se debia aquella desgracia. La mayor parte creian que aquello era el fin del mundo y estaban esperando el Juicio final.

Los obreros fueron arrojados al esterior por cima de los setos y las cercas: algunos otros fueron despedazados por las máquinas de vapor, que continuaban girando en medio de aquella catástrofe. Algunos que no fueron heridos sufrieron tal impresion de terror que murieron ocho dias despues, de repente y sin enfermedad marcada. Las paredes y las habitaciones enteras se deformaron de tal modo que era imposible reconocerlas. En otros puntos los edificios se redujeron materialmente á polvo y el sitio en que estaban quedó barrido por completo. Maderos y tablas de mas de 1 metro de longitud por 12 centímetros de ancho y mas de uno de grueso, libros y papeles fueron arrastrados á 25 y hasta á 38 kilómetros de allí; hasta cerca de Dieppe. Los árboles situados en el camino del me-

teoro fueron arrancados cual quiera que fuese su tamaño y casi todos ellos hendidos y abrasados. La faja asolada se estendia á unos 15 kilómetros. Su anchura fue aumentando desde 100 metros hácia el Sena, cerca de Canteleu, hasta 300 metros cerca de Monville y disminuyendo luego hasta 60 metros en las cercanias de Cleres. El barómetro bajó subitamente de 760 á 705 milímetros.

Aquella brusca dilatacion del aire no pudo verificarse mas que alterando profundamente el equilibrio de la Atmósfera en la proximidad de aquellas regiones, Un vecino del Havre me contaba hace poco que el dia de la catástrofe antes del medio dia vió muy claramente un buque defendiéndose de la tempestad á tres leguas escasas del Havre, en cuyas playas estaba tranquilo el mar en aquel momento.

La catástrofe de Monville ha quedado en la memoria de los habitantes de Normandía lo mismo que los mas funestos naufrágios. Afortunadamente las trombas no adquieren frecuentemente tales proporciones, ó no llegan á esos puntos habitados en que el trabajo reune multitud de obreros y concentra por decirlo así el máximo de sus efectos destructores. Tal vez otras muchas no menos enérgicas no han tenido semejante pasto á su voracidad. La que destruyó las cercanías de Treves en 1829 tenia la forma de una chimenea que salia de la nube y vomitaba dardos de llamas y de vapores. Muy pronto tomó la figura de una serpiente, onduló por cima de la campiña y trazó un surco de 18 pasos de ancho en una longitud de 2 100 pasos, arrasando las yerbas, espigas, plantas y legumbres que tapizaban el suelo. Pero no ocasionó ni destruccionde habitaciones ni muerte de personas.—La que pasó por Chatenay (Seine et Oise) el 18 de junio de 1839 calcinó los árboles que se encontraron á su inmediacion y derribó los que encontró en la misma línea de su paso; los primeros se calcinaron de tal manera que las ramas y las hojas que estaban vueltas hácia la parte del meteoro estaban completamente secas y quemadas mientras que las otras se mantenian frescas y vivas. Millares de árboles y de tallares altos fueron derribados y tendidos en la misma direccion como espigas de trigo. Un man-

zano fue transportado á 200 metros de distancia sobre un monton de robles y de olmos. El interior de las casas se trastornó por completo pero no vinieron al suelo. Algunas techumbres volaron como cometas de lienzo. Un muro de cerca se hizo cinco pedazos casi iguales de siete á ocho metros cada uno. El primero el tercero y el quinto fueron derribados en un sentido y el segundo y el cuarto en el sentido opuesto. En muchas hileras de pizarras se arrancaron los clavos sin que las pizarras se cayeran, quedando como si las acabara de colocar el pizarrero..... En una tromba que desoló la aldea de Aubepierre (Alto Marne) el 30 de abril el tejado de un lavadero se volvió por completo del revés quedando las cobijas por canales y viceversa.

En las regiones arenosas de los desiertos de Asia y Africa, el viajero encuentra á veces gigantescas trombas de arena que se elevan desde la tierra hasta las nubes, y se retuercen convulsivamente silbando como serpientes.

Las trombas que se manifiestan en el mar, los lagos y los rios, que se conocen con el nombre de *trombas de agua* no se diferencian de las trombas de aire mas que por su situacion. En vez de polvo, hojas y objetos sólidos, lo que atrae la columna giratoria es agua, generalmente en el estado de vapor muy condensado, y algunas veces tambien en estado líquido que se mezcla con el aire de la tromba. Peltier refiere un gran número de ejemplos observados en todas las latitudes. No he encontrado ninguna que se haya tragado buques ó al menos que lo haya hecho dejando testigos. Ordinariamente se corta á cañonazos la base de la columna amenazadora. Un dia sin embargo, el 29 de octubre de 1832 ví en el mar de las Islas Jónicas un buque cogido por una tromba que le hacia bascular de popa á proa, le sumergia, le levantaba le hacia girar rápidamente y le llenaba de agua, con gran espanto de los pasajeros que esperaban que aquello concluyese «como el que mira hácia arriba desde el fondo de un pozo.»

La nube atraida puede acercarse á la tierra lo bastante para levantar masas de agua con los cuerpos que contiene:

los mayores caen aisladamente en atencion á su peso específico; pero los mas pequeños son transportados mas lejos y arrojados de repente. De este modo se han verificado las lluvias de renacuajos y de pececitos, de que hablaremos en el capítulo VI del Libro siguiente.

LIBRO QUINTO.

EL AGUA.—LAS NUBES.—LA LLUVIA.

CAPITULO PRIMERO.

EL AGUA EN LA SUPERFICIE DE LA TIERRA Y EN LA ATMÓSFERA.

El mar.—Los rios.— Volúmen y peso del agua que existe sobre la Tierra.—Circulacion perpétua.—El vapor de agua en la Atmósfera.—Sus variaciones segun la altura, segun el lugar, segun el tiempo.—Higrometro.—El rocío.—La escarcha.

El globo á cuyo alrededor nos sostiene la atraccion, tiene 3 183 leguas de diámetro, es decir, 10 000 leguas de circunferencia. Es una esfera cuyo volúmen es de un billon de kilómetros próximamente. (1 083 000 000 000). Si fuera agua pesaria mil millones de millones de millones de kilógramos, (mil trillones) puesto que un decímetro cúbico ó litro de agua pesa 1 kilógramo, 1 metro cúbico 1 000 kilógramos y 1 kilómetro cúbico mil millones de kilógramos. Pero como la Tierra pesa cinco veces mas que el agua (5,44) el peso del globo terráqueo es de cerca de 6 cuatrillones de kilógramos (1). La Atmósfera que rodea nuestro planeta pesa segun hemos dicho ya, 5 trillones 263 000 billones de kilógramos, lo que no llega á ser la millonésima parte del peso de la Tierra entera (la 1 116000ª parte). Su volúmen si la densidad fuera la que tiene en la superficie, seria

(1) El autor indica que el peso del globo es de 5 875 trillones de toneladas, y aun tomando como densidad media de la Tierra la cifra 5,44 que consigna, resultan, como es fácil comprobarlo, 5 891 trillones; tomando para densidad la cifra 5,5 que toman otros, el peso resulta 5 956 trillones de toneladas, ó sea próximamente el indicado arriba.

(N. del T.)

el de una esfera de 4 trillones 72 000 billones de metros cúbicos. El agua ocupa en el sistema terrestre un lugar tan importante como el aire. La profundidad media de los mares es de unos 4 kilómetros, á pesar de las irregularidades del fondo, cuyas orillas, mesetas, valles y montañas, hacen variar el nivel desde algunos metros á 10 kilómetros. Esta profundidad media dá para el volúmen de las aguas 3 trillones 200 000 billones de metros cúbicos. Todos los rios del mundo necesitarian 40 000 años para llenar el mar, si llegara á quedarse en seco.

Reunida en una sola gota el agua del mar, formaria una esfera de 60 leguas de diámetro. Estendida por toda la superficie esférica del globo, si esta superficie fuera perfectamente lisa, formaria una capa de 200 metros de altura. La densidad del agua del mar, un poco mayor que la del agua dulce, es igual á la de la leche de mujer; su masa entera formaria un peso de 3 289 trillones de kilógramos: es decir, la 1 786ª parte del peso de la Tierra.

La mayor profundidad del Océano, no escede de 10 kilómetros, y la porcion respirable de la Atmósfera apenas llega á esos mismos 10 kilómetros. En esta estrecha zona de 20 kilómetros ó 5 (1) leguas de espesor, es en la que se verifican todos los fenómenos de la vida, desde los bosques submarinos y los estraños animales que habitan aquellas lóbregas profundidades, hasta las plantas de la superficie habitada por el hombre, hasta las especies animales tan distintas que respiran al aire libre, hasta el condor que vuela por cima de las mas elevadas nieves perpétuas. Esta zona de la vida es bien delgada relativamente al espesor de la Tierra; y la tierra á su vez es microscópica comparada con el sistema planetario.

Para formarnos idea de este corto espesor podemos considerar un corte ecuatorial del globo. Aun exagerando las sinuosidades hasta hacerlas 50 veces mayores de lo que son se vé (figura 17) que la corteza terrestre está representada casi por un círculo. Los continentes y las islas no son

(1) Téngase en cuenta que el autor habla de leguas francesas: españolas serian algo menos de 4 leguas.

(N. del T.)

mas que las cumbres de las mesetas y de las montañas, cuyas faldas están sumergidas. La atmósfera respirable estaria representada tambien por una capa superior al mar, de 2 milímetros de espesor.

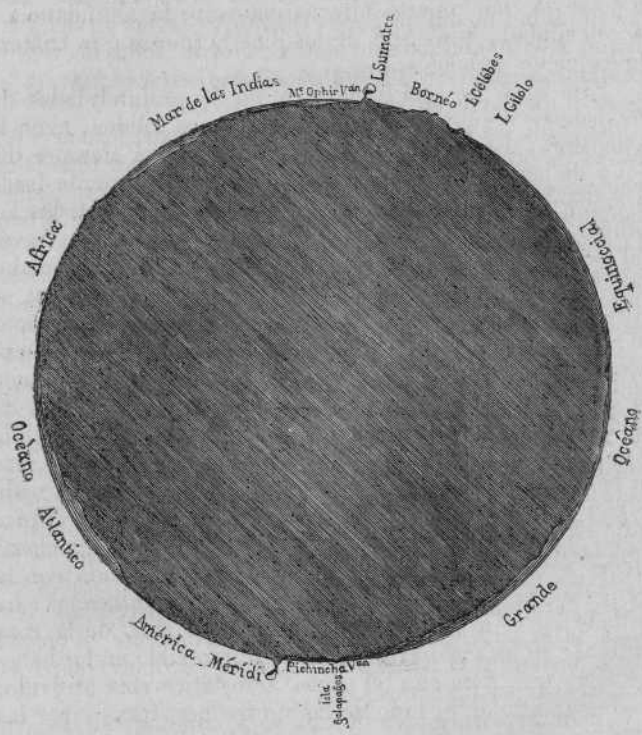


Fig. 17.—Corte ecuatorial de la Tierra.

Este agua recubre próximamente las tres cuartas partes de la Tierra en el estado que corresponde á la temperatura media de la superficie, es decir, en estado *líquido*. Sus corrientes constituyen como ya hemos visto, la gran circula-

cion arterial del planeta. No satisfecha con dominar de este modo en su estado ordinario, reina en el estado sólido en las regiones silenciosas de los polos y sobre la frente helada de las montañas inaccesibles; y al estado *gaseoso* reina aun con mayor soberania en la Atmósfera, cuya vida regula y en la cual reparte alternativamente la abundancia ó la esterilidad, la alegría de los dias hermosos ó la tristeza de los cielos nublados.

Este agua no está inmóvil ni en las profundidades de las cuencas oceánicas, ni en los témpanos sólidos, ni en la Atmósfera. En virtud de la atraccion activa siempre del Sol y de las corrientes aéreas, se eleva verticalmente desde el fondo del mar al nivel de éste, se evapora á todas las temperaturas, sube en forma de vapor invisible á través del Océano aéreo, se condensa en nubes, viaja alrededor de los continentes; vuelve á bajar convertida en lluvia, se filtra por la superficie del suelo, resbala sobre las capas de arcilla impermeable, forma manantiales en sus afloramientos, baja por el arroyo al riachuelo, y por el riachuelo hasta el rio que la lleva otra vez al mar. Esta gota de agua, insignificante al parecer que vertemos de la botella al vaso, ha hecho ya muchos viajes desde que existe; se ha bebido ya muchas veces sin duda alguna, porque nada se pierde, lo mismo que nada se crea; ha mojado ya el pico rápido de la golondrina que se desliza formando graciosas curvas sobre la superficie de las olas; ha gemido con la tempestad en medio de los furores de los huracanes: ha brillado en el arco-iris; ha refrescado el seno de la rosa matinal; se ha visto arrastrada al quinto cielo en los helados cirri que dominan el globo aerostático mas atrevido; ha descansado en el seno de las nieves perpétuas y por las transiciones de la lluvia, de la niebla, de la tempestad, del arroyo, ha llegado desde los antípodas hasta nuestras mesas. ¡Qué indescriptible circulacion, la del agua en nuestro planeta.

La gota de lluvia que cae sobre el suelo penetra mas ó menos profundamente en él, segun la naturaleza del terreno y su estado de sequedad: las primeras gotas de una lluvia tempestuosa que caen sobre un terreno desnudo y

cálido, no penetran absolutamente nada, y se evaporan inmediatamente; pero en general podemos seguir las gotas de agua bajando oblícuamente por las pendientes. Se llama *cuenca* un conjunto de pendientes que terminan en una línea de máxima profundidad, rio al cual llegan todas las aguas que caen en aquel conjunto. Entre las cuencas hay *crestas* ó *divisorias*. Dos gotas de agua que caigan próximas en un punto de estas dos líneas, descenderán una á una cuenca y otra á la del otro lado, y volverán al gran recipiente por caminos muy distintos. Tres gotas de agua próximas, que caigan por ejemplo en un punto de la meseta de Langres, cerca de Montigny-le-Roi, bajarán una por el Marne á la cuenca del Sena, al canal de la Mancha y al Océano Atlántico; otra por el Mosa á la cuenca del Rhin y al mar del Norte, y la última por el Saona á la cuenca del Ródano y al Mediterráneo.

Todos los manantiales, todos los arroyos, todos los rios grandes y pequeños proceden de la lluvia. Las aguas minerales tienen tambien el mismo orígen, y su calor se debe á los profundos terrenos porque han atravesado; despues suben por los intersticios de las rocas y vuelven al nivel de su depósito primitivo, como si estuvieran en tubos de brazos comunicantes. El Sol al evaporar el agua del mar, deja allí la sal, que no es volátil. Hé aquí por qué el agua de lluvia es dulce y porque lo es tambien la de los arroyos y rios. La sal queda en el mar siempre y su cantidad es tal que podria cubrir la superficie del globo en un espesor de 10 metros.

Lo mismo que el color azul del cielo es debido como ya hemos visto al vapor del agua, esta, mirada en grandes cantidades, es tambien azul: sus tintas van degenerando hasta el verde, segun la accion de la luz.

Ya hemos visto en el libro I páginas 65 y 69 que ademas del oxígeno y del nitrógeno, la Atmósfera contiene otro elemento fundamental: *el vapor de agua*. Y hemos visto tambien en el libro III, pág. 326, que este vapor de agua es *de la mayor importancia en la distribucion de las temperaturas*, y que su formacion y su marcha representan *una fuerza formidable que actúa siempre en la gran fábrica at-*

mosférica. Por último en nuestro libro IV, pág. 132 hemos observado que el aire contiene tanto mas vapor de agua, cuanto mas caliente está, y que un enfriamiento súbito le trae á su punto de saturacion sin agregar vapor ninguno á la cantidad que ya contiene, sino sencillamente en atencion al enfriamiento. Para conocer la cantidad de vapor de agua que contiene el aire en un momento dado, se podria por ejemplo, enfriar un termómetro suspendido en el aire hasta el momento en que indicara el grado de saturacion, es decir, hasta el momento en que la bola se cubriera de vapor condensado, de rocío. Buscando en seguida en una tabla la cantidad de vapor correspondiente á aquel grado termométrico de saturacion, se obtiene la cantidad real de vapor contenido en el aire en el momento de hacer el esperimento. Este método inventado por Dalton y perfeccionado por Daniell, es sin embargo algo complicado.

Los instrumentos destinados á medir la humedad del aire han recibido el nombre de higrómetros (ὑγρός, humedad μέτρον medida). El mas sencillo es el inventado por Saussure, y que lleva su nombre. Los cabellos se alargan proporcionalmente á la humedad. La variacion no es aparente á simple vista; pero atando uno de los dos estremos del cabello á la rama corta de una aguja puede hacerse describir á la rama larga un arco de círculo cuyas divisiones sean bastante visibles para indicar la proporcion de humedad (1). Se ha marcado el número 100 en el punto donde se detiene la aguja cuando el aire está completamente saturado y 0 en aquel en que permanece fija cuando el aire está perfectamente seco. El espacio entre uno y otro punto se divide en 100 partes iguales que no corresponden exactamente á la proporcion de humedad. He aquí esta proporcion segun Gay-Sussac.

1 décimo. .	22° del higrómetro.		6 décimos. .	79° del higróm.°	
2 — . .	39	—	7 — . .	85	—
3 — . .	53	—	8 — . .	90	—
4 — . .	64	—	9 — . .	95	—
5 — . .	72	—	10 — . .	100	—

(1) Aunque en realidad el higrómetro de Saussure es lo que dice el autor, me parece poco clara la descripcion que hace: el cabello, que

La montura del aparato lleva fijo un termómetro.

Por mucho que sea el cuidado con que se construya este higrómetro no es tan exacto como el aparato de Daniell y otro de que vamos á ocuparnos. Los higrómetros populares lo son tadavía menos. Hacen *ver* la humedad pero no la miden; y por eso es por lo que se llaman *higróscopos*. Todo el mundo ha visto esos frailes que se bajan la capucha cuando el tiempo está húmedo. Una cuerda de tripa fija en la figura, termina por el otro estremo en la capucha móvil y cerca del eje en que gira. La humedad la contrae y por consiguiente tira mas ó menos de la capucha.

En los observatorios se usa un higrómetro cuya variacion no depende de la absorcion como en el de Saussure, sino de la evaporacion como en el de Daniell. Este higrómetro, muy exacto, se debe á Leslie y ha sido perfeccionado por Augusto. Como se funda en el enfriamiento de un termómetro se le ha dado el nombre de Psicrometro (ψυχρὸς frio). Está constituido por dos termómetros tan idénticos como sea posible, colocados uno al lado del otro. La bola de uno de ellos está rodeada de un lienzo mojado, que está siempre húmedo porque está en contacto con el agua de un vaso.

debe estar perfectamente desengrasado (para lo cual hay necesidad de hervirle durante 20 minutos en agua que contenga $^1/_{100}$ de su peso de carbonato sódico), se fija por la parte superior en un bastidor ó cuadro metálico, por medio de una tenacilla que se aprieta con un tornillo; no debe anudarse para evitar una torsion que alteraria la regularidad de las dilataciones. Por el otro estremo se arrolla sobre una poleita con doble garganta, de cuyo centro sale una aguja que señala por el otro estremo en un arco de círculo graduado. En la segunda garganta de la polea se arrolla en sentido contrario al del cabello una seda, de la cual pende una pesita de laton. Cuando el cabello en virtud de la sequedad se acorta, la polea gira en un sentido, y la aguja marca en el semicírculo una graduacion, que en el estremo de la sequedad es cero; cuando por el contrario el cabello se alarga con la humedad, la pesita de laton hace girar á la polea en el sentido opuesto, y cuando llega al límite, ó sea á la saturacion completa, marca la aguja 100. Segun Saussure, un cabello de 20 centímetros de longitud, con un peso de 3 decígramos, se alarga medio centímetro cuando pasa de aire perfectamente seco á aire perfectamente saturado de vapor de agua. La grasa dificulta la dilatacion en tales términos que un cabello de la misma longitud sin desengrasar, solo se dilataria en iguales condiciones 1 milímetro, y eso al cabo de mucho tiempo.

(*N. del T.*)

El termómetro húmedo está tanto mas bajo cuanto mayor es la evaporacion del lienzo mojado que le rodea, y esta es tanto mayor cuanto mas seco está el aire. La diferencia de altura de los dos termómetros está, pues, íntimamente ligada con la sequedad del aire, ó en otros términos, con la proporcion de humedad que contiene. La fórmula algebráica, que permite calcular el estado higrométrico no puede analizarse aquí: pero de cualquier modo este aparato es el mas exacto y el mas empleado en los observatorios (1).

Hemos visto en la pág. 132 que el aire está casi en su punto de saturacion sobre el mar, que en los continentes es tanto menos húmedo cuanto mas lejos está de las costas, y que en ciertas regiones, en que la evaporacion es casi nula, se halla estremadamente seco. El estado higrométrico de la Atmósfera no es el mismo en toda su altura, como la proporcion de oxígeno y de nitrógeno. En general aumenta desde la superficie del suelo hasta cierta altura, en que se encuentra una zona de humedad máxima: despues disminuye á medida que se sube, de tal suerte, que si se pudiera ascender á una altura bastante grande se llegaria á una region absolutamente exenta de vapor de agua; absolutamente seca.

El estudio de la variacion de la humedad atmosférica está inscrito en primera línea en el programa de mis ascensiones científicas. Hé aquí el resultado de las observa-

(1) Hay varias fórmulas para calcular la humedad del aire por medio del psicrómetro. Las principales son la del Dr. Augusto $x = f' - \frac{0{,}568\,(t-t')}{640-t'}\,h$. y la de Regnault $x = f' - \frac{0{,}429\,(t-t')}{610-t'}$. En ambas t y t' representan respectivamente las temperaturas marcadas por los termómetros seco y húmedo; h la altura del barómetro en el momento de la observacion; f' la tension máxima del vapor de agua á la temperatura t' y x la tension del que existe en la atmósfera en el caso que se calcula. Si la temperatura del termómetro húmedo fuera inferior á 0° se deberian poner en el denominador del primer quebrado 719 en vez de 640 y en el del segundo 689 en vez de 610.

En los *Anuarios* del Observatorio de Madrid hay tablas que permiten deducir muy fácilmente la cantidad de vapor y su tension conocidas las temperaturas t y t'.

(N. del T.)

ciones que hice con un higrómetro de cabello de Saussure, construido especialmente para estas ascensiones por M. Secretan, óptico del Observatorio.

En diez séries de observaciones especiales que representan cerca de quinientas posiciones distintas, la distribucion del vapor de agua en las capas atmosféricas ha seguido una regla constante que se puede enunciar en estos términos:

1.° La humedad del aire aumenta á partir de la superficie del suelo hasta cierta attura; 2.° llega á una zona en que alcanza su máximo; 3.° á partir de esta zona disminuye constantemente á medida que se asciende á regiones superiores.

Esta zona, á la que daré el nombre de *zona de humedad máxima*, varía de altura segun las horas, las épocas y el estado del cielo.

Solo en muy raras circunstancias (principalmente al alborear) la he encontrado próxima á la superficie del suelo.

Esta marcha general de la humedad es constante, bien esté el cielo despejado ó cubierto; y aparece lo mismo en las observaciones nocturnas que en las hechas durante el dia.

Las tablas higrométricas construidas despues de cada viaje demuestran evidentemente la figeza de esta ley.

Se presentan diferencias considerables relativamente á la altura de la zona máxima y á la proporcion del aumento de la humedad. Asi es que el 10 de junio de 1869 á las 4 de la madrugada (viento N. E.) al salir el sol y en la linde del bosque de Fontainebleau la zona máxima estaba solo á 150 metros de la superficie del suelo. El higrómetro construido especialmente para estos estudios marcaba 93° al nivel del suelo y se elevó rápidamente hasta 98 á los cuales llegó á los 150 metros. A partir de esta altura volvió á bajar á medida que el globo subia y señaló 92° á 300 metros; 86 á 750; 65 á 1 100; 60 á 1 350; 54 á 1 700; 48 á 1 900; 43 á 2 200; 36 á 2 400; 30 á 2 600; 28 á 2 900; 26 á 3 000; y 25 á 3 300 metros. La Atmósfera estaba muy pura y sin ninguna nube.

En otra ascension, el 15 de julio á las 5 h. 40 m. de la madrugada (viento S. O.) bajando de una altitud de 2 400 metros sobre el Rhin hácia Colonia encontré la zona máxima á 1 100 metros. El cielo no estaba enteramente despejado. La humedad relativa del aire era de 62° á 2 400 metros; de 64 á 2 200; 75 á 2 000; 85 á 1 800; 90 á 1 600; 92 á 1 550, 95 á 1 330; 98 á 1 100 metros; Aquella era la zona máxima. Despues á medida que el globo bajaba la humedad disminuia. A 890 metros habia bajado ya á 92°; á 706 á 90; á 510 á 87; á 240 á 84 á 50 metros del suelo á 83 y en la superficie á 82°. Durante el mismo descenso el termómetro se habia elevado de 2 á 18° centígrados.

El 15 de abril de 1868 á las 3 de la tarde (viento N.) salí del jardin del Conservatorio de Artes y Oficios y pude demostrar una marcha análoga en la variacion de la humedad. Al partir en el jardin el higrómetro marcaba 73°; se elevó á 74 á 776 metros; marcó 75 á 900; 76 á 1 040; 77 á 1 150; aquella era la posicion de la zona máxima. La humedad disminuyó en seguida progresiva y constantemente; fue de 76° á 1 230 metros; de 74 á 1 345; de 71 á 1 400; de 69 á 1 450; de 67 á 1 490; de 64 á 1 545;

de 62 á 1 573; de 59 á 1608; de 56 á 1650 metros. A 2 000 metros la humedad del ambiente habia bajado á 48°; á 2 400 metros era 36; á 3 000, 31 y á 4 000 metros 19°.

Esta ascension se verificó con un cielo nebuloso. El máximo de humedad estaba un poco por bajo de la superficie inferior de las nubes.

El 23 de junio de 1867 á las cinco de la tarde (viento N. N. E.) la zona máxima estaba á 555 metros y tambien por debajo de las nubes.

El 30 de mayo á las 4 de la tarde (viento N. N. O.) la humedad creció desde la superficie del suelo hasta 500 metros y se elevó de 67 á 75°

El resultado general demuestra, pues, que la humedad aumenta desde la superficie del suelo hasta cierta altura variable; y decrece en seguida hasta las alturas mas elevadas. No creo estar aun en el caso de precisar estas variaciones proporcionales; causas muy complejas hacen que las leyes sean muy difíciles de determinar. Independientemente de la altura, la humedad del aire varía segun la hora, la elevacion del Sol sobre el horizonte, el estado del cielo y á veces tambien segun la naturaleza seca ó húmeda de los terrenos sobre que pasa el globo. Pero no por eso la ley enunciada mas arriba debe mirarse como menos constante. Insisto en este punto con tanta mas razon cuanto que el conocimiento de la variacion de la humedad relativa del aire se considera como el elemento mas importante de las bases meteorológicas. (1)

No me determino á trazar un diagrama de esta variacion de la humedad, segun la altura, como los he trazado para la disminucion de la presion atmosférica y de la temperatura. Mis observaciones no son, ni bastante numerosas ni bastante exactas. Las de M. Glaisher, en Inglaterra, son mucho mas rigorosas y se han hecho con todos los aparatos higrométricos comparados. Su resultado demuestra, que como fórmula general, la humedad aumenta desde la superficie del suelo hasta unos 1 000 metros y disminuye despues con algunos puntos de retroceso, que proceden de capas de aire húmedo, variables de altura y de estension. Hé aquí, por lo demás, la curva que él mismo ha trazado para demostrar esta variacion de la humedad atmosférica con cielo despejado. El cielo nebuloso da irregularidades mucho mas considerables todavía. En el cuadro se vé que la humedad se elevó desde 60° al nivel del suelo hasta 72°, hácia los 900 metros, para disminuir en seguida casi constantemente hasta 6 500 metros, á cuya altura no era mas que de 16°.

Las observaciones hechas en las montañas confirman el

(1) Estracto de las actas de la Academia de Ciencias 1868 pág. 1052.

aumento observado al principio, segun la altura. Kaëmtz ha demostrado un promedio de 84°,3 sobre el Righi, cuando no era mas que de 74°,6 en la parte baja, en Zurich. Bravais y Martins encontraron 75°,9 en la cúspide de Faulhorn y 63°,2 al mismo tiempo en Milán. Mas arriba de 1 000 metros la humedad va disminuyendo, no obstante los aumentos particulares, debidos, de distancia en distancia, á corrientes de aire superpuestas.

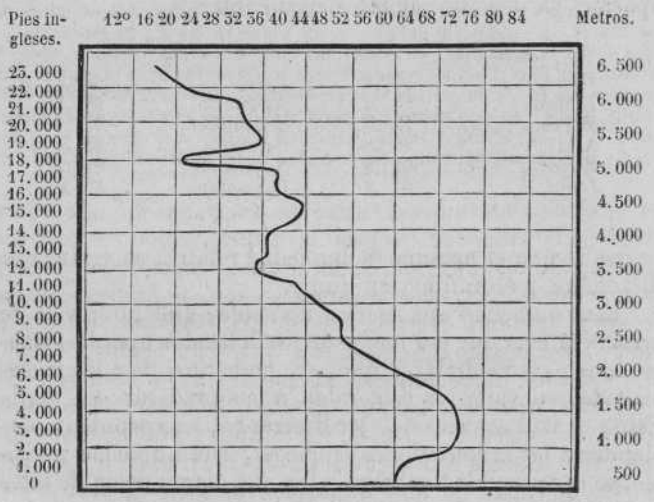


Fig. 18—Variacion de la humedad del aire segun la altura.

En la superficie del suelo la humedad relativa del aire varía, segun las horas del dia, en razon inversa de la temperatura. Cuanto mas caliente está el aire está tambien mas seco: cuanto mas frio necesita menos humedad para saturarse. En nuestras regiones templadas se vé con bastante frecuencia que el estado higrométrico del aire aumenta hácia la salida del Sol durante el mínimo de temperatura:

disminuye despues hasta las dos de la tarde en el máximo de calor, y crece de nuevo por la tarde y durante la noche.

Este estado higrométrico del aire, que representa el principal papel en el sostenimiento de la vida en la superficie del planeta varía de un modo semejante, segun las estaciones. Veinte años de observaciones cuotidianas (1843 y 1863) en Bruselas con el higrómetro de Saussure y el psicrómetro de Augusto, han dado á M. Quetelet, para el promedio de las doce del dia, indicado segun este último aparato, la série de números siguientes:

Enero.	87°,3	Julio.	66°,8
Febrero. . . .	83 ,5	Agosto. . . .	68 ,3
Marzo.	73 ,5	Setiembre.. . .	73 ,7
Abril.	65 ,9	Octubre. . . .	80 ,4
Mayo:	64 ,8	Noviembre. . .	85 ,2
Junio.	64 ,2	Diciembre.. . .	89 ,0

Se vé que el máximo de humedad relativa se verifica en diciembre y el mínimo en junio.

Esta humedad atmosférica invisible, que no revela su presencia mas que por medio de los delicados aparatos imaginados para medirla, y que, sin embargo, da á los paisajes todos su valor (la esmeralda á las praderas del verde Esin, el azul al cielo del Mediterráneo, su corpulento esplendor á los árboles de los trópicos), esta humedad invisible, se hace visible tan luego como una disminucion de temperatura la trae á su punto de saturacion. Si es el aire mismo el que sufre el enfriamiento, se pone opaco por el paso del vapor al estado líquido y origina la niebla; si es un cuerpo sólido el que está á este grado de temperatura la humedad se condensa en su superficie y tenemos el rocío.

El *rocío* no baja del cielo, como aun dicen los insignificantes libritos de lectura de las escuelas de instruccion primaria francesas. Su produccion no tiene nada que ver con la de la lluvia. *Se forma* en el mismo sitio en que se observa.

Si se colocan al aire libre durante una noche tranquila y serena trozos de yerba, de algodon, de pluma ó de otra cualquier sustancia filamentosa, se vé que al cabo de algun tiempo su temperatura es 6, 7 y hasta 8 grados mas baja que la de la atmósfera ambiente.

En los sitios en que no penetra la luz del Sol, y desde los cuales se descubre una pequeña estension de cielo, esta diferencia entre la temperatura de la yerba, del algodon, etc., y de la Atmósfera, empieza á hacerse sensible desde las tres ó las cuatro de la tarde, es decir, desde que la temperatura disminuye; por la mañana persiste muchas horas despues de salir el Sol.

Las observaciones del físico Well, continuadas por Arago, demuestran que en una noche serena la yerba de un prado puede estar 6 á 7 grados mas fria que el aire; si el cielo se nubla de repente, la temperatura de la yerba se eleva inmediatamente 5 ó 6 grados sin que por esto varíe la temperatura de la Atmósfera.

Un termómetro en contacto con un copo de lana colocado sobre una tabla, á un metro de altura del suelo, marcaba con tiempo sereno 5 grados menos que otro termómetro, cuya bola estaba tocando otro copo de lana enteramente igual, pero que estaba colocado debajo de la cara inferior de la misma tabla.

Este enfriamiento se debe á la radiacion nocturna. Cuando no hay ningun obstáculo que se oponga á que el calor de un cuerpo se disperse, este calor irradia á distancia y se pierde poco á poco. El aire transparente no basta para oponerse á esta pérdida de calor; una nube, una pantalla de madera, de tela, de papel y hasta de humo, bastarian para oponerse á la radiacion. Cuando no hay obstáculos, los cuerpos se enfrian segun su poder radiante, que difiere segun la naturaleza de los mismos (es muy grande en el vidrio, por ejemplo, y muy pequeño para los metales), y cuando la temperatura de un cuerpo colocado en estas condiciones ha llegado al grado de saturacion, la humedad de la Atmósfera se deposita sobre él, afectando al principio la forma de gotitas esferoidales, porque esta es la forma que toma todo conjunto de moléculas entregado á sus

fuerzas íntimas de cohesion; despues, cuando estas gotas son bastante gruesas y están bastante próximas se estienden, formando una ligerísima capa de agua en la superficie del cuerpo.

El rocío solo es abundante en las noches tranquilas y serenas. Se ven algunas señales de él en las noches nubladas si no hace viento, ó aun cuando haga viento, en las noches claras; pero no se forma nunca bajo las influencias reunidas del viento y del cielo nebuloso.

Las circunstancias favorables para una precipitacion abundante de rocío se reunen, por lo general, mas fácilmente en primavera que en verano y sobre todo en otoño. Conviene recordar un hecho que debe estar ligado al anterior; y es que las diferencias entre las temperaturas del dia y de la noche no son nunca tan grandes como en primavera y en otoño.

Los fenómenos de la precipitacion del rocío sobre un cuerpo denso y pulimentado, sobre una placa de vidrio, por ejemplo, se parecen mucho á los que se observan cuando un cristal está espuesto á una corriente de vapor de agua mas caliente que él. Una capa de humedad, ligera y uniforme, empaña al principio la superficie; enseguida se forman gotitas irregulares y aplanadas que se reunen despues de haber adquirido cierto volúmen, y corren entonces en todas direcciones.

Esto es lo que se vé todos los dias cuando se llevan á una habitacion bien templada objetos que se habian enfriado en otra habitacion próxima en la cual hace mucho frio: todos estos objetos se cubren de humedad. Por esta causa se empaña con una gruesa capa de rocío, suministrada por el vapor invisible del ambiente, la cristalería en que se sirven los postres en las mesas, colocadas en aposentos cuyo aire está lleno de vapor por la evaporacion de las viandas, la respiracion de los convidados y la combustion de toda clase de luces. Frecuentemente al entrar en los teatros, los cristales de los anteojos enfriados por el aire esterior se enturbian, á causa de un depósito semejante de humedad, que es un verdadero depósito de rocío. (1)

(1) Todo el mundo ha observado la capa de humedad que empaña es-

Si durante los frios del invierno se abre una ventana en un comedor en que cierto número de personas acaban de celebrar un largo banquete, se forma inmediatamente una nube al paso del aire frio, y el techo se humedece con una estensa mancha de vapor condensado.

El rocío es un fenómeno digno de consideracion, no solo por la cantidad absoluta que se forma en un punto del globo, sino tambien por la estension de las superficies en que se manifiesta. En las regiones tropicales es en las que ejerce principalmente los efectos mas notables y mas ventajosos para la vegetacion. Cuando el aire saturado de vapor, á la temperatura de 30° contiene mas de 30 gramos de agua por metro cúbico, esta se deposita con abundancia durante la noche; corre sobre las hojas y por la mañana se encuentra á veces la yerba tan mojada por el rocío como hubiera podido serlo por la lluvia.

Se percibe la mayor ó menor abundancia del rocío, pero no puede medirse, porque no cae como la lluvia. Su aparicion depende del poder radiante del cuerpo que moja, porque no se deposita sino sobre las sustancias mas frias que el aire ambiente, y en cantidad tanto mayor cuanto mas pronunciada es la diferencia de temperatura.

Las tierras labradas, los barbechos, los sembrados, los bosques, las rocas, la arena se cubrirán de cantidades muy distintas de rocío; hay mas: las hojas de todas las plantas no tienen la misma facultad emisiva: la rapidez y la intensidad de su enfriamiento y el depósito de rocío que es su consecuencia, dependen de la distancia del suelo á que se hallan, de su color mas ó menos oscuro, de la tersura ó de la rugosidad de su epidermis. El rocío gotea ya por ejemplo del follaje de un plantío de remolacha, mientras que en un campo próximo, las hojas medio marchitas de las patatas apenas están húmedas.

M. Boussingault ha tratado de medir estas cantidades de rocío.

pecialmente en verano, los vasos en que se sirven helados ó bebidas muy frias. La causa es la misma que produce el rocío y los fenómenos análogos citados por el autor.

(*N. del T.*)

Despues de algunas noches de rocío abundante, iba á las praderas de las orillas del Saüer (Bajo-Rhin) antes de salir el Sol. Allí enjugaba con una esponja la yerba en una superficie de cuatro metros cuadrados, y el agua que resultaba la ponia en un frasco y la pesaba.

El rocío recogido en una superficie de 4 metros cuadrados escedió algunas veces del peso de un kilógramo.

Por término medio, el rocío recogido en la pradera representaba una lluvia de $0^{mm},14$, que equivale á 1 400 litros de agua en una estension de una hectárea, volúmen muy pequeño sin duda para reemplazar al riego; pero que no por eso deja de ser muy útil, lo mismo en los prados que en los sembrados, porque atenúa los malos efectos que causan las dilatadas sequías.

El rocío y la niebla contienen próximamente las mismas proporciones de amoniaco y de ácido nítrico. Uno y otra tienen, además, bajo el mismo aspecto, la mayor analogía con la lluvia, cuando empieza á caer, y cuando hace, en cierto modo, el primer lavado del aire. Efectivamente, en este agua que cae la primera, sobre todo despues de una larga sequía, es donde se encuentran mas ácido carbónico, carbonato y nitrato de amoniaco, materias orgánicas y sustancias pulverulentas de todas clases, como si dijéramos, las inmundicias de la Atmósfera. Si algun dia se emprende un estudio formal de las sustancias que el aire solo contiene en cantidades infinitamente pequeñas, habrá que ir á buscarlas á la niebla, al rocío, á las primeras gotas de lluvia, á los primeros copos de nieve, al granizo. En una palabra, en los meteoros acuosos será donde estarán reunidos y concentrados.

La escarcha, que tanto daño hace á los vegetales en las mañanas de primavera, y que tan mala reputacion ha hecho adquirir á la luna de abril, no es otra cosa que el rocío helado por la causa misma que ha determinado su formacion; por la radiacion nocturna.

¿No habrá algun medio de preservar de su accion destructora los sembrados demasiado estensos, para cubrirlos con pantallas? Este medio existe: no se necesita mas que enturbiar bien la transparencia del aire; y los Indios,

que le conocen, le han aplicado con gran éxito desde tiempo inmemorial.

M. Boussingault nos dice que los Indígenas del alto Perú espuestos siempre á ver sus cosechas perdidas por el efecto de la radiacion nocturna, tenian la costumbre, cuando el principio de la noche la hacia temer, es decir, cuando las estrellas brillaban mucho y no hacia viento, de poner fuego á montones de paja húmeda ó de estiercol, á fin de producir mucho humo y enturbiar asi la transparencia del aire.

Los felices resultados obtenidos con el humo, para precaber la congelacion nocturna, se han indicado tambien por Plinio: «La luna llena, dice, no es nociva sino cuando el tiempo está despejado y el aire perfectamente tranquilo; porque con nubes ó con viento no cae rocio. Y además hay tambien remedios contra estas influencias.

Cuando tengais esos temores, quemad sarmientos ó montones de paja, ó yerbas, ramajes: el humo será un preservativo..... La constelacion que hemos llamado *Caniculus* (el perro menor) decide de la suerte de las cosechas de vino. Se dice entonces que las viñas se carbonizan, abrasadas por la enfermedad como pudieran serlo por medio de un carbon.»

El medio de evitar en los sembrados los efectos desastrosos de una disminucion muy grande de temperatura enturbiando la diafanidad de la Atmósfera que no se renueva, se ha puesto en práctica en el nuevo y en el viejo mundo.

La conquista echó naturalmente por tierra el culto de los Incas: no se ha permitido á los indios conjurar los perniciosos efectos del frio noturno haciendo sacrificios á sus divinidades y se dejaron de hacer hogueras en los campos por considerarse sin duda este hecho como un acto de idolatria; tan lejos estaban entonces de los admirables esperimentos de Wells. En su lugar se hicieron rogativas para evitar una calamidad inminente; pero las rogativas sin el humo no siempre fueron eficaces.

Una de las causas que han contribuido en Europa á que no se tome en favor de los sembrados una precaucion de cuyos escelentes resultados no puede dudarse, es la dificultad de conocer siempre á tiempo su necesidad. La escarcha por radiacion nocturna es un fenómeno casi instantáneo y no siempre se tiene á mano el combustible necesario, sobre todo un combustible á propósito que arda con lentitud y produzca mucho humo. Además un cosechero de vino no se decide nunca de buen grado á sacrificar el estiercol, que jamás le sobra, y cuando se trata de prenderle fuego manifestará toda la apatía de un Indio. Las hogueras de paja húmeda pueden ser demasiado costosas y presentan ademas el gran inconveniente, cuando llegan á tomar cierta intensidad de que son tan peligrosas como inútiles, porque no se trata de hacer llama.

¿Cuáles son las materias mas baratas y que producen mas humo? Esta es la pregunta que ha dirigido M. Boussingault á la Academia de Ciencias. El resultado de la discusion ha sido que se debian emplear, como combustibles capaces de enturbiar al arder una gran masa de aire: el alquitran, la naftalina, la resina, los betunes y la turba. Estas sustancias tienen muy poco valor; con las materias betuminosas y las resinas se podrian formar antorchas ó candilejas, algunas de las cuales bastarian para enturbiar la transparencia del aire que descansa sobre una hectárea

de terreno. La naftalina, sustancia blanca, sólida, cristalina, comparable á la cera y que no tiene empleo, precisamente porque dá mucho humo cuando arde, tendria sobre el alquitran la ventaja muy digna de apreciarse, de ser de fácil transporte y de no manchar todo cuanto está en contacto coa ella.

La intervencion del humo para precaver la radiacion nocturna no está justificada sino cuando el cielo está despejado y la Atmósfera completamente tranquila. La precaucion en este caso no exige mas que un gasto insignificante porque estando el cielo despejado y el aire quieto muy poco humo basta para enturbiar una gran cantidad de aire.

En 1771, A. Wilson, observó la marcha de un termómetro durante una noche de invierno, que á intervalos estuvo despejada y brumosa, y vió que subia cerca de medio grado, siempre que la Atmósfera se oscurecia y volvia á su punto de partida, cuando las brumas se disipaban. Segun el hijo del mismo físico, Patricio Wilson, el efecto instantáneo de las nubes, en un termómetro suspendido al aire libre, puede elevarse hasta 1°,7. Tal es tambien, con muy poca diferencia, el resultado obtenido por Pictet en 1777, y publicado por primera vez en 1792.

Una circunstancia notable, cuyo descubrimiento se debe á M. Pictet, es que en las noches tranquilas y despejadas, la temperatura del aire, lejos de ir disminuyendo á medida que se separa del suelo; presenta, por el contrario, á lo menos hasta ciertas alturas, una progresion creciente. Un termómetro á 2^m,50 de elevacion marcaba toda la noche 2°,5 centígrados menos que un instrumento parecido, suspendido en el estremo de un mástil vertical de 17 metros. Dos horas despues de salir el Sol y dos horas antes de ponerse ambos instrumentos coincidian; hácia las doce del dia el termómetro, colocado cerca del suelo, marcaba con frecuencia 2°,5 centígrados mas que el otro. Cuando estaba muy nublado, ambos instrumentos tenian la misma marcha dia y noche.

Estas observaciones de Pictet se han confirmado. Wells clavó en las cuatro esquinas de un cuadrado de 60 centímetros de lado, cuatro estacas delgadas, cada una de las cuales se elevaba 15 centímetros perpendicularmente á la superficie de un prado, tendió sobre sus estremos un pañuelo de batista muy fino, y comparó en las noches claras

la temperatura del cuadrado de yerba que correspondia verticalmente á aquella ligera pantalla y la de las partes próximas, que estaban enteramente al descubierto. La yerba preservada de la radiacion por el pañuelo de batista llegó á tener á veces 6° mas de temperatura que la restante: cuando esta estaba completamente helada, la temperatura de la yerba privada de la vista del cielo por el ligero tejido que le recubria á 15 centímetros de distancia, se hallaba aun á algunos grados sobre cero. En un tiempo enteramente nublado, una pantalla de batista, de esterilla ó de cualquier otra cosa, produce un efecto casi inapreciable.

M. Glaisher acaba de demostrar por una série de esperimentos hechos durante tres años en el Observatorio de Greenwich, que la temperatura del aire á 22 pies de altura es siempre mas elevada que á 4 pies, á todas horas del dia y de la noche, durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero; durante la tarde y la noche en los meses de mayo, junio y julio; y durante la noche y el principio de la tarde en marzo, abril, agosto, setiembre y octubre. A 50 pies de elevacion la temperatura es tambien mas elevada por la noche, durante todo el año. Con el cielo nublado la temperatura es la misma.

En el mes de junio de 1871 M.M. Charles Sainte-Claire-Deville y Elie de Beaumont, consultaron á la Academia de Ciencias acerca de las heladas tardías. Se trataba de la escarcha del 18 de mayo, que por la mañana del dia de la *Ascension* se estendió sobre todos los viñedos y los sembrados de las cercanías de París y del centro de Francia. Habiéndoseme helado á mí mismo una viña en el Alto Marne, demostré por medio de algunas comparaciones, que aquella desastrosa escarcha se estendió tambien á la misma hora hácia el Este, sobre la mitad de Francia. Sería de desear, ciertamente, que se encontrara un medio fácil de preservar de la escarcha á los sembrados durante el crítico período que sigue á la florescencia: de este modo se evitarian muchas pérdidas, que con frecuencia son de mucha entidad.

CAPITULO II.

LAS NUBES.

Lo que es una nube.—Modo de formarse.—La niebla.—Observaciones hechas en globo y en las montañas.—Diferentes especies de nubes.—Sus formas.—Su altura.

El vapor de agua *invisible*, esparcido en la Atmósfera, cuya distribucion y cuyas variaciones acabamos de estudiar, se hace visible, cuando una disminucion de temperatura ó un aumento de humedad le trae al punto de saturacion. Supongamos, por ejemplo, que cierta cantidad de aire á 30° contiene 31 gramos de vapor de agua; aquel aire es perfectamente transparente. Si por cualquier causa se enfria este aire hasta 25°, ó recibe nueva cantidad de vapor, se enturbiará y se pondrá opaco. Cinco grados menos de calor le harán perder 7 gramos de vapor de agua, que al condensarse se hace visible. Hé aquí lo que es una nube; vapor de agua que el aire no puede absorber cuando está saturado y que se separa de él, formando pequeñas vesículas.

Esta transicion del estado gaseoso al estado líquido se puede verificar en todas partes y á todas las alturas. Cuando se verifica al nivel del suelo recibe el nombre de *niebla*. Pero no hay diferencia esencial entre una nube y una niebla. Cuando se atraviesan las nubes en globo, como me ha sucedido ya mas de una vez, no se esperimenta resistencia alguna; el aire se pone mas ó menos opaco, mas ó menos frio, mas ó menos húmedo, y esta variedad se encuentra lo mismo en la superficie del suelo, segun la diversidad de

las nieblas. Lo mismo sucede cuando se atraviesan las nubes en las montañas.

Aun cuando no hay diferencia *esencial* entre las nieblas y las nubes, hay, sin embargo, una de orígen: una niebla es el *espacio* en que el vapor de agua pasa del estado invisible al estado visible, mientras que una nube es *un objeto* individual, una agrupacion de vapores que presenta una forma determinada. La primera es *inmóvil*, la segunda *móvil*.

Ocupémonos primeramente de la niebla.

Examinada con el microscopio la niebla se compone de corpúsculos opacos. Un estudio mas profundo demuestra que estos corpúsculos se componen de agua, que obedece á las leyes de la gravitacion universal y forma, por lo tanto, esferillas análogas á las del azogue cuando se vierte. ¿Son huecas ó llenas estas esferillas? Tal es la cuestion que divide á los meteorologistas. La opinion emitida ya por Halley, de que estas esferillas son huecas y de que el agua no forma mas que la cubierta superficial, parece mas fundada que la otra. Es probable, sin embargo, que estén mezcladas con una gran cantidad de gotitas de agua.

Tomando una taza llena de un líquido de color oscuro, como café ó tinta de china disuelta en agua, calentándola y poniéndola al Sol ó en un sitio bien alumbrado, el vapor sube y desaparece muy pronto si está el aire tranquilo: observando con el microscopio se ven subir los glóbulos. Los mas pequeños atraviesan rápidamente el campo de la lente: los mayores vuelven á caer sobre la superficie del líquido. Saussure añade, que las diversas vesículas que se elevan difieren de tal modo de las que vuelven á caer, que no puede dudarse que las primeras están huecas.

Lo que les sucede con la luz es tambien favorable á esta opinion, porque no presentan el centelleo que se observa en las gotas compactas espuestas á una luz viva.

Todo el mundo ha observado que las burbujas de jabon están adornadas frecuentemente de los mas vivos colores. Estos colores se observan tambien en las burbujas formadas de sustancias viscosas y en estas se pueden estudiar con tanta mas facilidad cuanto que duran mucho tiempo. Estos

colores proceden de que los rayos incidentes se dividen en dos porciones. Unos son reflejados por la superficie anterior: otros la atraviesan y se reflejan en parte en la cara posterior. La cubierta de la esfera debe ser sumamente delgada para que se produzcan estas coloraciones. Kratzenstein ha examinado, al Sol y á través de un cristal de aumento, las vesículas que se elevan del agua caliente y ha podido observar en su superficie anillos coloreados, semejantes á los de las burbujas de jabon; y no solamente se ha convencido de que su estructura es análoga á la de estas burbujas, sino que ha podido tambien calcular el espesor de su cubierta.

De Saussure y Kratzenstein han tratado de medir al microscopio el diámetro de las vesículas que forman el vapor de agua: pero es difícil llegar á un resultado positivo, porque las vesículas que se trata de medir son las de la niebla y no las que se elevan del agua caliente; por fortuna algunos de los fenómenos ópticos que se producen cuando luce el Sol á través de las nubes ó de las nieblas, nos suministran el medio de llegar á este resultado.

Kaëmtz ha hecho muchas medidas en la Alemania central y en la Suiza, y ha visto que el diámetro medio de las vesículas de la niebla es de unas 22 milésimas de milímetro, y que varía de la manera siguiente, segun las estaciones:

DIÁMETRO DE LAS VESICULAS DE LA NIEBLA.

	m. m.		m. m.
Enero.	0,027	Julio.	0,017
Febrero. . . .	0,035	Agosto. . . .	0,014
Marzo.	0,020	Setiembre.. . .	0,022
Abril.	0,019	Octubre. . . .	0,020
Mayo.	0,015	Noviembre. . .	0,024
Junio.	0,018	Diciembre.. . .	0,034

Se vé, pues, que existe una progresion bastante regular desde el invierno al verano, porque las anomalías dependen del corto número de las observaciones existentes. En invierno, cuando el aire está muy húmedo el diámetro de las vesículas es doble que en verano, cuando el aire está seco: pero este diámetro cambia tambien dentro de un mis-

mo mes. Llega á ser mínimo cuando hace muy buen tiempo; aumenta cuando amenaza lluvia, y antes de que llueva es muy desigual en una misma nube que contiene probablemente un gran número de gotas de agua, mezcladas con el vapor al estado vesicular.

El otoño y la primavera son las estaciones de los rocíos abundantes; el enfriamiento de la tierra en las noches claras y la humedad del aire mucho mas próxima á la saturacion que en el verano, hacen que el agua atmosférica se deposite sobre los objetos terrestres frios, poco mas ó menos del mismo modo que en la sala donde se celebra un banquete se deposita la humedad sobre los cristales que se traen del exterior donde hace frio, y los empaña. El vapor de las viandas, las respiracion de las personas, la combustion de las luces, hacen que el aire de los corredores esté cálido y húmedo y el agua corre por cima de los vasos que se enfrian con hielo. En otoño, el enfriamento nocturno de la tierra se comunica con mucha frecuencia por contacto á la capa de aire que la recubre inmediatamente, y de aquí resultan nieblas poco elevadas que se disipan prontamente á los primeros rayos del sol naciente. Si el terreno está entrecortado por valles, el aire frio de la niebla cae en ellos y forma para el observador colocado sobre las llanuras elevadas, un *mar* blanco perfectamente nivelado. En muchas ocasiones, siendo niño, he contemplado antes de salir el Sol, desde lo alto de los baluartes de la ciudad de Langres, este océano de vapores grises que se estendia sobre el valle del Marne, y cuyas olas venian á besar los baluartes á algunos metros bajo mis pies. La altura de los baluartes de esta antigua capital de los Lingones es de 450 metros sobre el nivel del mar. A veces en invierno y al salir el Sol, se estiende la mirada por cima de la niebla de las llanuras, en un cielo completamente despejado, hasta una distancia tan considerable, que se distingue perfectamente á simple vista la silueta del Monte Blanco. ¡Con qué fidelidad persistís en la retina de nuestro pensamiento á través de los años y de los disgustos de la vida, impresiones lejanas que fijais nuestras primeras miradas de niños curiosos!

Para gozar de este espectáculo en toda su imponente magestad, es necesario abarcar un estenso horizonte desde una elevada montaña al salir el Sol, despues de un dia en que las nubes han cubierto el cielo de la comarca inferior. Las nubes agitadas de mil maneras por los rayos del Sol y por los ligeros vientos que son su consecuencia, no presentan durante el dia una superficie bien plana. Pero durante la noche todo se nivela, todo se equilibra, y un mar de vapores aéreos se estiende hasta perderse de vista á los ojos del espectador. Las cumbres aisladas de las montañas próximas que le rodean rompen aquí y allá este nebuloso océano, en el que rara vez aparece un águila madrugadora, no para admirar el espectáculo y saludar al nuevo sol, sino para buscar una presa mas fácil de sorprender en aquel momento que durante el resto del dia. A los primeros rayos del astro refulgente se elevan del seno de la masa nebulosa columnas redondeadas de un vapor blanquecino, que se disipan muy pronto en el aire ambiente como el humo blanco de las locomotoras se difunde en la atmósfera que van atravesando. Cuando hallándose en un valle, en medio de la niebla, se filtran los rayos del Sol al través de las hojas de los árboles, dibujan brillantes surcos luminosos cuyo conjunto forma lo que se llama una *gloria* á pocos metros por cima de la cabeza del observador. Esta gloria que nace del árbol sumergido en la niebla, recuerda inmediatamente la zarza inflamada de Moisés.

A veces solo se cubre de nieblas la superficie de los rios, porque el agua emite vapores que se condensan en el aire que la recubre, y que se enfrian despues de la postura del Sol. El aire toma en muy pocos momentos la temperatura de los cuerpos con que está en contacto. Durante una noche tranquila y serena, la parte de la Atmósfera que toque al agua estará por lo tanto mas caliente que la que esté sobre las orillas.

Cuando el tiempo está tranquilo, en los sitios en que abunda el agua, las capas inferiores de la Atmosfera se cargan de toda la humedad que permite su temperatura. La cantidad de humedad que el aire contiene cuando está saturado, hemos dicho ya que es constante para cada tem-

peratura. Si el aire saturado se enfria por el contacto de un cuerpo sólido, deposita en la superficie de este una parte de su humedad; pero cuando el enfriamiento se verifica en el seno mismo de la masa gaseosa, la humedad abandonada se precipita en vesiculillas flotantes que enturbian su transparencia: estas vesiculillas son las que constituyen las nubes y las nieblas.

Supongamos que una circunstancia cualquiera, un pequeño declive del suelo por ejemplo, una lijera brisa, traiga por la noche el aire que se encuentra sobre las orillas á mezclarse con el situado sobre un rio ó sobre un lago: el primero que está mas frio, enfria el segundo; este abandona parte de la humedad que contenia y que hasta aquel momento no habia enturbiado su diafanidad, y entonces precipitándose aquella humedad en estado de vapor vesicular, se enturbia el aire, y si el número de vesículas flotantes es muy considerable resulta una espesa niebla.

En el mes de junio de 1818, sir Humphry Davy bajó por el Danubio cerca de Ratisbona. Por las tardes habia niebla sobre el rio cuando la temperatura del aire en tierra era de 2 á 4 grados mas baja que la del agua. Por la mañana, aquellas mismas nieblas se disipaban en cuanto la temperatura de la atmósfera de las orillas era mayor que la del rio.

El 11 de junio, á las seis de la mañana, por bajo del puente de Sassan, las temperaturas del Danubio, del Inn y del Ilz en el punto de confluencia de estos rios, eran respectivamente de 16°, 7, 13°, 6 y 13°, 3, mientras que en la orilla, un termómetro espuesto al aire, no marcaba mas que 12° 12.

En estas circunstancias habia una niebla espesa sobre toda la anchura del Danubio; una bruma poco intensa cubria la superficie del Inn, y la ligera bruma que se percibia sobre el Ilz indicaba la poca humedad que se precipitaba por la mezcla de la atmósfera del rio con la atmósfera mas fria de las orillas.

La distribucion de las nieblas en el curso del año está relacionada con la humedad y con la temperatura. Son mucho mas numerosas en invierno que en verano. El observatorio de Bruselas, que las anota escrupulosamente, nos ofrece como ejemplo las cifras siguientes para el *número de dias de niebla* durante treinta años (1833-1863).

Enero.	259	Julio.	28
Febrero. . . .	168	Agosto.. . . .	76
Marzo.	138	Setiembre. . .	159
Abril.	62	Octubre. . . .	228
Mayo.	71	Noviembre. . .	276
Junio.	42	Diciembre.. . .	315 (1)

En algunas circunstancias la niebla es muy espesa, termina por una superficie plana como una capa de agua y se eleva lentamente en el aire tranquilo, envolviéndolo todo en su fria y húmeda viscosidad. M. Raynal, el ingenioso y atrevido marino que naufragó en 1864 en el arrecife de las islas Auckland en los Antípodas, observó y esperimentó un efecto muy raro. Era el 9 de agosto; habia subido á una montaña de la isla, y volvia con uno de sus compañeros siguiendo una estrecha divisoria entre dos precipicios, cuando de repente se vieron envueltos por una espesa niebla. «Era imposible dar un paso, dice (*La vuelta al mundo*, 1869, II, p. 35), no veíamos donde teníamos que poner el pie; así pasamos una hora mortal, inmóviles, cogidos de las manos y sintiendo con el frio que helaba nuestros miembros un entumecimiento que se apoderaba mas y mas de nosotros..... Afortunadamente se elevó un cierzo que desgarró las niebla y se la llevó hecha girones.» En el estado deplorable en que se hallaban, apenas tenian con que abrigarse.

Las nieblas son mas espesas que en ninguna otra parte

(1) En Madrid es muy escaso el número de dias nebulosos, designando por esta palabra aquellos en que hay niebla cerrada y húmeda que, ó persiste todo el dia, ó lucha algunas horas con los rayos del sol amortiguando su brillo; lo cual depende sin duda alguna de la sequía casi constante de nuestro suelo y de las corrientes de aire horizontales y verticales que provoca el calor del Sol, las cuales se oponen á la saturacion. Hé aquí un estado mensual de los dias nebulosos, durante el decenio de 1860 á 1869.

Diciembre.. . .	57	Junio.	0
Enero.	41	Julio.	0
Febrero. . . .	21	Agosto.. . . .	1
Marzo.	4	Setiembre. . .	1
Abril.	2	Octubre. . . .	10
Mayo.	0	Noviembre. . .	41

(*N. del T.*)

en las latitudes glaciales. En el Spitzberg, dice M. Martins, son casi contínuas y tan espesas que no se distinguen los objetos á pocos pasos de distancia. Estas brumas húmedas, frias, penetrantes, mojan á veces lo mismo que la lluvia. En estos parajes no se conocen las tempestades, ni siquiera el verano; nunca el ruido del trueno turba el silencio de aquellos desiertos mares. Cuando se aproxima el otoño, las brumas aumentan y la lluvia se transforma en nieve.

En las comarcas en que el suelo es húmedo y cálido, y el aire húmedo y frio, se deben esperar espesas y frecuentes nieblas: esto es lo que sucede en Inglaterra, cuyas costas baña un mar de temperatura elevada. Este es tambien el caso de los mares polares y de Terranova, donde el Gulf-Stream que viene del Sud, tiene mas temperatura que el aire.

En Lóndres las nieblas tienen á veces una densidad estraordinaria. Todos los años, dicen en muchas ocasiones los periódicos ingleses, que ha sido preciso encender el gas en pleno dia en las calles y en las casas. Para no citar mas que un ejemplo, el 24 de febrero de 1832, era tan espesa la niebla, que á medio dia no se veia claro en las calles, y por la noche hallándose iluminada la ciudad para celebrar el aniversario del nacimiento de la reina, los pilluelos corrian por las calles con antorchas gritando que iban en busca de la iluminacion. Se citan nieblas análogas que ha habido en Paris y en Amsterdam y á veces á poca distancia de la ciudad, el cielo estaba perfectamente despejado. En diciembre de 1868, hubo en Paris una niebla de esta intensidad (1).

Las nieblas espesas se hacen á veces olorosas porque

(1) A veces hay *nieblas secas*. No tienen ninguna relacion con los estudios higrométricos que aquí nos ocupan. La mayor parte se deben al humo de praderas incendiadas, y pueden estenderse sobre dilatadas comarcas. El humo de los matorrales de Holanda llega á veces hasta Austria, á centenares de leguas. El humo de los volcanes se estiende tambien á muy largas distancias, segun se ha observado ya en 1868 en Honolulu, á 85 leguas de un volcan. En 1865, el del incendio de Limoges velaba el cielo todavía á 30 leguas de allí. La niebla seca mas intensa de que se hace mencion es la de 1783.

se impregnan de las diversas exhalaciones que pueden llegar á las corrientes inferiores de la Atmósfera. El amoniaco se deja percibir con mucha frecuencia. En Bélgica y en el Norte tienen amenudo el olor de la turba. En las nieblas frias y húmedas de las noches de octubre de 1871, en Paris, se pudo notar la del 14, que emitia un olor desagradable de petróleo.

Cuando se mira de lejos una cordillera se vé con frecuencia una nube unida á cada cumbre, mientras que los intervalos entre una y otra están perfectamente despejados. Esta aparicion persiste durante horas y hasta dias enteros; pero esta inmovilidad no es mas que aparente, por que sobre estas cúspides reina con frecuencia un viento fuerte que condensa los vapores á medida que se elevan á lo largo de las faldas de las montañas: cuando se alejan de las cumbres no tardan en disiparse. En los senderos de los Alpes, la formacion, los movimientos y la desaparicion de las nubes ofrece un espectáculo tan variado como interesante.

Las nubes que se elevan á lo largo de las laderas de las montañas durante el dia, en virtud de las corrientes ascendentes diurnas, se disuelven con frecuencia al llegar á las cúspides bajo la accion de un viento superior seco y cálido. Por la tarde sobre todo se hace mas sensible este efecto, que principalmente puede observarse en las gargantas y en las crestas de los barrancos que terminan en ellas. En este caso parece que la bruma marcha al encuentro del viento, y sin embargo la superficie que la termina por la parte de este permanece estacionaria.

Con mucha frecuencia oscuras nubes que pasan rápidamente sobre el monasterio de San Godardo, se precipitan en masas espesas en la profunda garganta del lago Trémola. Parece que en pocos momentos toda la Lombardía se va á ver envuelta en una espesa niebla; pero apenas sale esta del valle Trémola la disuelven las corrientes cálidas ascensionales.

El 8 de setiembre de 1868 bajaba yo despues de salir el Sol, de San Godardo á Andermat donde debia tomar la diligencia que venia de Italia á Altorf. Nos envolvia á mis

compañeros y á mí una niebla tan espesa que no podíamos distinguir á algunos pasos las rocas de granito que bordean aquel camino tan accidentado. Algunas veces se aclaraba el espacio y se veian las nubes, arrastradas por una brisa rápida, arremolinarse á nuestros pies y precipitarse en los abismos del inmenso valle. En el momento de salir del monasterio, ó mejor dicho de la posada, porque hace seis años que ya no hay monasterio en San Godardo, estábamos bajo un cielo azul, y los desnudos picos graníticos, las estériles laderas en que no existe ningun género de vegetacion, y los heleros del macizo, desplegaban á nuestra vista su silencioso panorama, mientras que algunos centenares de metros por bajo de nosotros, ocultaban la bajada una porcion de nubes grises. Atravesamos las nubes, y durante una hora bajamos en medio de vapores amontonados. Pero á medida que nos aproximábamos al límite superior de la vegetacion y á la vertiente mas cálida, la intensidad de las nubes disminuia, y aunque arrastradas por una brisa que bajaba las faldas de los Alpes, se disolvian insensiblemente y acababan por desaparecer á nuestro alrededor. Cuando llegamos al Puente del Diablo volvieron á aparecer algunas nubes en el valle frio y profundo en cuyo fondo se precipita el siniestro torrente Reuss: otras, elevadas por una corriente de aire ascendente, lamian la ladera oriental del gigantesco macizo, y adhiriéndose á las cimas se mezclaban de tal modo con los heleros que parecia que estos se multiplicaban.

Un dia yendo al salir el Sol de Lucerna á Fluelen embarcado, pude hacer observaciones análogas sobre la formacion de las nubes. La vertiente Norte de las elevadas y magníficas montañas que bordean, á la izquierda del camino que yo seguia, el lago de los Cuatro Cantones estaba en muchos sitios tapizada de una ligera alfombra de nieblas. Las regiones en que ya daba el Sol se habian despejado, y las gargantas atravesadas por vientos que venian del lado opuesto (del Sur) de las montañas de mi izquierda, no conservaban tampoco la menor señal de niebla.

En estos paises admirables donde la naturaleza ha desplegado á la vez sus fuerzas mas enérgicas y sus mas cari-

ñosos halagos, en Suiza, con sus Alpes plateados y sus lagos azules, es donde la mirada contemplativa puede observar mejor la produccion de estos trabajos de la Atmósfera. Mientras que el hombre se agita en sus bulliciosas ciudades, mientras que ciegamente entregado al trabajo ó los placeres olvida la divina naturaleza, por las obras artificiales de sus manos, esa misma naturaleza, siempre activa, eleva constantemente de la tierra al cielo, desde el suelo sobre que vegetamos hasta las azuladas regiones superiores, las invisibles esferas del vapor de agua, las innumerables esferillas del hidrógeno unido al oxígeno, que silenciosas, dominando con su pequeñez y su discrecion las regiones inferiores en que se combaten la ambicion y el hambre, reinan en las celestes alturas, engendran el mundo fantástico de las nubes, forman al Sol un lecho de púrpura y de oro, distribuyen los hermosos copos de nieve á los sombríos campos en el invierno, esparcen la sombra y la frescura sobre las sedientas llanuras en el verano, y á veces llegan á aterrorizar y á anonadar al hombre con el estrépito del rayo y el fragor de la tempestad.

Consideremos ahora las nubes en sí mismas, su formacion, y el modo con qué se sostienen en el espacio.

Los antiguos creian que habia sobre la Atmósfera un receptáculo de aguas superiores. San Basilio habla de él de la manera siguiente á propósito del firmamento: «Puesto que el firmamento tiene su orígen en el agua, es preciso admitir que será semejante al agua helada, ó que estará hecho de alguna materia análoga que ha tenido por orígen alguna condensacion y curso de agua, como la piedra llamada cristal.»

Creyendo que podria estrañarse que Dios hubiera creado tan gran cantidad de agua, puesto que esta cubria enteramente la tierra, dice tambien San Basilio «que siendo necesario para la conservacion del universo el elemento del fuego era preciso tambien que hubiera agua, no solo para el uso de las aguas terrestres, sino tambien para llenar el universo y templar el gran calor del elemento del fuego. Dios hizo, pues, al principio, una gran cantidad de agua,

que puso en un depósito á fin de que pudiera bastar hasta el dia del juicio final, decretado para concluir con este mundo, que se consumirá poco á poco por la fuerza del fuego..... En cuanto á la region etérea, ¿quién duda que estará llena de fuego y de calor? Y si no estuviera contenida en ciertos límites, ¿qué podria impedir que inflamase y abrasase todo este mundo con todos los líquidos que hay en el?»

Así se razonaba antes de la época de las ciencias exactas. Primero se hacian suposiciones y luego la lógica se encargaba de esplicarlo todo.

Hemos visto en el capítulo anterior que la humedad del aire aumenta hasta cierta altura, hasta una *zona de humedad máxima* cuya elevacion varia segun las estaciones y segun las horas, y por cima de la cual el aire es cada vez mas seco. Esta zona, cuya existencia he demostrado higrométricamente en mis ascensiones en globo, me encuentro, al ocuparme de la discusion de las nieblas, con que la *han visto* Saussure en sus viajes á los Alpes y el comandante Rozet en los mismos Alpes y en los Pirineos. Es un vapor azul y transparente que no se percibe mientras que se está dentro de él, pero cuya superficie superior se distingue fácilmente cuando se ha pasado de su altura. Esta superficie es siempre horizontal como la del mar. Cuando se asciende mucho sobre los picos de los Alpes ó de los Pirineos se vé el límite mas alto de esta Atmósfera de vapor dibujarse en el horizonte por medio de una línea azulada semejante á la que termina el horizonte del mar. Su altura varia segun la hora del dia y la estacion; geodésicamente se ha encontrado ya á 1 100 metros, ya á 1 500, ya á 2 000, y hasta 3 000 y 4 000. Su temperatura no baja nunca del cero. El plano inferior, que limita las nubes, se determina por el punto de la vertical en que se halla el punto de rocío en el aire, de manera que si hay vertientes oblícuas ó verticales, el plano inferior de las nubes queda el mismo, el aire que baja de este nivel redisuelve el vapor, y el que se eleva se enturbia á la misma altura.

En esta superficie terminal de la Atmósfera de vapor es donde se forman las nubes y donde parece que se sostie-

nen despues de formadas. El 15 de julio de 1867 viajaba yo entre 1 500 y 2 000 metros de altura antes de salir el Sol. Es una de las raras ocasiones en que he podido asistir á la formacion de las nubes, encontrándome en la misma fábrica de la naturaleza. Me hallaba sobre la llanura del Rhin entre Aquisgram y Colonia. La Atmósfera estaba despejada, cuando aparecieron algunos ligeros copos aquí y allá en la zona de humedad máxima. Despues reuniéndose formaron copos mas gruesos, y éstos, masas mamelonadas. En ocasiones se agrupaban en gran número; en otras se disolvian con la misma facilidad con que se habian formado. Las nubecillas blancas reunidas en masas redondeadas formaron *cumuli*. Esta formacion de las nubes se efectuaba á muchos centenares de metros por bajo de nosotros. Con el Sol se evaporó la humedad nocturna del globo, y nos elevamos lentamente hasta 2 400 metros. Lo mismo sucedió con las nubes que se elevaron algo mas deprisa que el globo y acabaron por envolvernos y subir mas que nosotros.

Peltier y Rozet han presenciado en las montañas la formacion de las nubes, y la refieren exactamente lo mismo que yo acabo de hacerlo.

La superficie superior de las nubes es muy accidentada, bombeada en unas partes por la accion de las corrientes ascensionales que las elevan y ahuecada en otras, presenta el aspecto de una série de montañas y valles frecuentemente muy pintorescos y de muy diversas formas. La superficie inferior por el contrario, es plana y frecuentemente horizontal, y flota sobre la atmósfera de vapor como sobre un lago.

Las vesículas de las nubes se atraen unas á otras y se agrupan en densas masas. Me parece indispensable suponer esta atraccion para esplicar las figuras tan limpiamente recortadas que afectan las nubes. Ademas he tenido muchas veces ocasion de verla funcionando y de sorprenderla, por decirlo así, in fraganti, entre otras en la ascension de que acabo de hablar. Las nubes nacian aquí y allá en estado fragmentario, y las agrupaciones de vesículas se unian poquito á poco, como se reunen en la superficie de una taza

de café las burbujas de aire que proceden de la disolucion del azúcar, y que vienen por fin á formar un mismo sistema. Esta especie de afinidad molecular, la he demostrado en una forma mas precisa todavía en algunas nubes de humo procedentes de esplosiones, que han podido observarse con mas frecuencia que nunca en este año de gracia de 1871. Particularmente el dia de la formidable esplosion del polvorin de Vincennes, el 14 de julio de 1871, la nube que se elevó en medio de los rugidos volcánicos del edificio tomó en el aire tranquilo de aquel dia caloroso una forma mamelonada, que puede compararse con mucha exactitud á la de una inmensa coliflor. Esta nube permaneció mucho tiempo inmóvil, y desde la distancia dominante del Observatorio de Vincennes pude observarla á mi gusto, con un anteojo astronómico de mucho alcance. La adherencia de las moléculas era visible, y aunque hubiera sido sólida no hubiera podido tener una forma mas recortada á la luz del Sol que la alumbraba (era la 1 y 20 minutos).

Las nubes son arrastradas ordinariamente por el viento siguiendo por completo su curso, sumergidas y relativamente inmóviles en la corriente en cuyo seno flotan. La medida de su velocidad determina por lo tanto la del viento superior. Pero como no hay regla sin escepcion, hay tambien *nubes que no andan*, aun cuando las atraviese un viento mas ó menos fuerte que debiera arrastrarlas al parecer.

Un dia que pasaba en globo acompañado de Eugenio Godard por cima del bosque de Villiers-Cotterets, me sorprendí al ver durante mas de veinte minutos una nubecilla que podria tener unos 200 metros de longitud por 15 de anchura, y que estaba flotando *inmóvil* á 80 metros próximamente sobre los árboles. Nos aproximamos y vimos muy luego otras cinco ó seis mas pequeñas diseminadas é igualmente inmóviles. Sin embargo el aire caminaba á razon de 8 metros por segundo. ¿Qué áncora invisible detenia aquellas nubecillas? Cuando llegamos encima de ellas, reconocimos que la mayor estaba situada sobre un estanque y que las otras indicaban el curso de un arroyo. De estos puntos se elevaba una corriente de aire húmedo, cuya humedad invisible llegaba á su punto de saturacion y se ha-

cia visible, al atravesar el viento fresco que soplaba sobre los bosques.

Kaëmtz ha observado un hecho análogo cerca de Wiesbaden despues de una lluvia fuerte. «Las nubes se habian roto, dice, el Sol habia salido y ví una columna de niebla elevarse constantemente del mismo punto. Corrí á él; era una pradera segada, rodeada de pastos con una yerba muy alta, que calentándose menos que la superficie segada, daban lugar á una evaporacion menos actíva.» En Suiza se presenta el fenómeno en mucho mayor escala: mientras sobre el Faulhorn hace el mas hermoso tiempo los lagos de Suiza están cubiertos de nieblas de distintas intensidades. El mismo meteorologista ha observado que la que cubria los lagos de Zug, Zurich, y Neufchatel era muy densa mientras que sobre los de Thun y Brienz apenas habia un ligero vapor. Este fenómeno se reprodujo bastantes veces para no poder atribuirlo á la casualidad. El lago de Zug es bastante profundo y sus afluentes no vienen directamente de la region de las nieves perpetuas. Su temperatura por lo tanto debe ser superior á la del lago de Brienz, en el cual desemboca el Aar inmediatamente despues de haber salido de los heleros del Grimsel. A igualdad de temperatura el primero se cubre de nieblas mucho mas facilmente que el segundo.

Mi escelente maestro el anciano M. Babinet observó este mismo hecho de una nube inmóvil en el pico de Canigou, el mas alto de los Pirineos orientales. «Un fuerte viento, dice, impulsaba el aire de Francia hácia España: en ninguna parte habia nubes á escepcion de una de pocos metros de espesor y no mucho mas ancha, que no obstante la violencia del viento, que al parecer debia arrastrarla, permanecia obstinadamente fija sobre el punto en que la observaba. Aquella nube estaba tan distintamente recortada que podia medirla en perspectiva con la mitad de un lapicero que tenia en la mano. El secreto de aquel curioso fenómeno era que el aire tenia precisamente la humedad necesaria para convertirse en nube á la altura en cuestion. Mas abajo y mas arriba es decir antes y despues de haber llegado á aquella altura volvia á tomar su

transparencia; y por esta razon antes y despues de su paso desaparecia la nube. No era en realidad que la nube estuviera formada por una masa de aire que se mantuviera quieta, era que el aire, transparente en todo el resto del espacio, perdia momentaneamente su transparencia en virtud del frio debido á la dilatacion, y era reemplazado por otro aire, que, sufriendo la misma influencia perpetuaba al parecer la faja nebulosa.

Réstanos ahora ocuparnos de la causa que sostiene las nubes suspendidas en la Atmósfera.

Cuando vemos una nube resolverse en lluvia y arrojar sobre la tierra millares de litros de agua nos asombra que semejante peso de líquido pueda hallarse suspendido en el espacio aereo. La causa de esta suspension depende simplemente de su estremada divisibilidad. Hemos visto que las vesículas de las nubes no miden mas que 2 centésimas de mílimetro de díametro. Abandonadas á sí mismas estas vesículas caen. El cálculo demuestra que tardarian mas de media hora para bajar 2 kilómetros en la Atmósfera, es decir, que la velocidad de su caida no llega á 1 metro por segundo; frecuentemente no pasa de 3 decímetros. Pero durante el dia, el aire está atravesado constantemente por corrientes cálidas *ascendentes* que se elevan con una velocidad de muchos metros por segundo. Es imposible, pues, que las nubes desciendan de dia á no existir circunstancias muy escepcionales, y no es necesario suponer para esto que sus vesículas estén llenas de aire dilatado y por lo tanto mas ligero como si fueran otros tantos globos. Sin embargo, como decia Fresnel, el calor solar absorbido por las nubes debe coadyudar tambien á su suspension. Durante la noche las nubes se aproximan al suelo. Pero ya hemos visto que las condiciones de visibilidad del vapor de agua dependen de la temperatura y del punto de saturacion. Resulta que las nubes se disuelven por su superficie inferior á medida que bajan á un aire mas caliente y con frecuencia tambien por su superficie superior cuando se elevan bajo la occion del Sol. De manera que en definitiva cambian constantemente de espesor, de forma y hasta de sustancia.

Las nubes, siendo simplemente un estado particular del aire aparecen inmóviles á nuestros ojos aun cuando las partículas que las componen desciendan sin cesar en su seno para desaparecer en su superficie inferior, pasada la cual se disuelven. Además descansan sobre la zona de vapor invisible de que hemos hablado. La marcha general de las corrientes representa un esfuerzo bastante considerable para sostener las nubes á la misma altura aun cuando todas sus vesículas acuosas estuvieran llenas.

Habitantes del espacio aereo, metamórfosis incesantes, é imperecederas, las nubes se elevan hácia las alturas inaccesibles y pueblan el azul del cielo con sus innumerables formas. «¡Dominemos la Tierra, las hacia decir ya el brillante Aristófanes, en su comedia de las *Nubes* contra Socrates, presentemos durante algunos minutos á las miradas de los hombres nuestra superficie variable á cada momento y que sin embargo durará tanto como la Eternidad! ¡Elevémonos palpitantes del seno de nuestro padre el Occéano! Lleguemos sin tregua á las nevadas cumbres de las montañas! Mantengámonos á estas alturas desde las cuales no podemos ya percibir nuestra imágen reflejada en el azul espejo de los mares! Si entonces no puede llegar hasta nosotros el grave sonido del murmullo de las olas, empezaremos á escuchar la sublime armonía de los rios del cielo. ¡Qué papel tan maravilloso el nuestro! ¿No hemos recibido de Jove la mision de desplegar á los ojos de los hombres todas las riquezas del firmamento? Y al mismo tiempo, de nuestro fecundo seno es de donde caen las lluvias que ponen en movimiento el ciclo de la vida terrestre. ¿No somos en fin nosotras las que protegemos toda la naturaleza viviente contra el sino mas cruel? ¿No es nuestra luz cubierta la que separa el mundo viviente del horrible frio cruel de la muerte eterna?»

Despues de haber observado la formacion de las nubes y su posicion en el aire consideremos sus formas variadas y características.

Las formas de las nubes varian hasta el infinito, desde la espesa niebla que baña la superficie del suelo, hasta los

delicadísimos filamentos luminosos que se ciernen en las alturas de la Atmósfera. Sin embargo la necesidad de una clasificacion científica ha hecho nacer la idea de distinguir, para introducir alguna claridad en este estudio tan frecuentemente nebuloso, formas generales, tipos, á los que puedan referirse la mayoría de las formas que se presentan. El meteorologista Howard es el primero que ha dado nombre á estos tipos principales para reconocerlos; y su clasificacion se ha adoptado generalmente en cuanto al principio de tal manera que sus figuras se han hecho por decirlo asi, clásicas y se ven hoy en casi todos los tratados de física: á nosotros nos servirá unicamente de base.

Las nubes cuya forma es mas frecuente en nuestros climas, tienen sus contornos redondeados, parecen colocadas unas delante de otras y los contornos definidos de sus límites, se dibujan formando curbas blancas sobre el azul del cielo Se les ha dado el nombre de *cúmuli*. En verano principalmente es cuando mejor se dibujan sus formas. Los marinos las llaman *algodones*. Se elevan y agrandan por la mañana, llegan á su mayor altura en el momento de máximo calor y vuelven enseguida á bajar para desaparecer cuando no son muy numerosas. Su espesor varia de 400 á 500 metros y su altura de 500 á 3 000.

Algunas veces los hemisferios que las forman se amontonan unos sobre otros y forman esas grandes nubes acumuladas en el horizonte que parecen montañas lejanas cubiertas de nieve. Estas son las que mas se prestan á los juegos de la imaginacion porque su tenacidad y la estremada variacion de sus contornos les dan todas las metamórfosis posibles. Se vé en ellas todo cuanto se quiere, hombres, animales, dragones, árboles, montañas. Proporcionan á los poetas sus comparaciones y de ellas ha tomado Ossian sus mas bellas imágenes. Las tradiciones populares de los paises montañosos están llenas de estraños sucesos, en que estas nubes representan un gran papel.

Esta forma frecuente corresponde por lo comun al viento cálido del S. O. y del S., es decir á la corriente ecuatorial. Cuando esta corriente húmeda sopla durante mucho tiempo, los cúmuli se hacen mas numerosos y mas densos,

y se entienden como capas que pueden cubrir enteramente el cielo. Esta segunda forma es casi tan frecuente como la primera en nuestros variables climas, y caracteriza el invierno como la primera caracteriza el verano: la diferencia principal consiste en su densidad, de modo que la condensacion ó la lluvia se verifica mas fácilmente con el segundo estado del cielo que con el primero. Esta forma de nubes se distingue con el nombre de *cúmulo-strati*. Las nubes algodonadas, el cielo aborregado, la representan bajo aspectos bien conocidos.

Las nubes que no presentan ondulaciones y solo forman una estensa faja, surcada por estrias horizontales que se estienden hasta el horizonte, reciben el nombre de *estrati*.

Cuando una nube va á resolverse en lluvia, adquiere mayor densidad, se hace mas oscura y, á menos que no se trate de una granizada ó de un aguacero parcial, se desarrolla en una gran estension. El agua que se desprende de ella caeria verticalmente si la Atmósfera estuviera tranquila y las gotas fueran bastante pesadas: pero dos causas, una de las cuales existe siempre, el viento y la pequeñez de las gotas de lluvia, hacen que la cantidad de agua que cae de la nube tome una direccion oblícua, que arranca generalmente de la nube impulsada por el viento con rapidez. Se da el nombre de *nimbi* á esta situacion especial de las nubes que se resuelven en lluvia.

Todas estas nubes están constituidas por vesículas acuosas mayores ó menores, y mas ó menos apelmazadas. Pero las nubes no existen solo en las capas aéreas, cuya temperatura es superior á cero: flotan tambien en las capas cuya temperatura es glacial. En esta situacion, el agua vesicular se condensa en filamentos finísimos de hielo, y las nubes que estos forman son nubes de hielo ó de nieve, que nos han servido ya para esplicar algunos fenómenos ópticos, como los halos, parelios, etc. Estas nubes de hielo son las que alcanzan á las regiones mas elevadas. Por mucha que haya sido la altura á que haya llegado en globo, las he visto siempre á tal elevacion, que no parece siquiera que se aproxime uno á ellas, mientras que en una ascension,

por modesta que sea, se atraviesan bien pronto los cúmuli y las demas formas de que acabamos de hablar. A 10 000 metros de altura sobre Inglaterra las ha visto aun M. Glaisher dominándolo todo, *excelsior!*

Le componen de agujas de hielo delicadísimas, cuyo conjunto se parece unas veces á rastros blancos hechos con una brocha, otras á las barbas de una pluma, otras á una cabellera ó á una red ligera y desigual. Su altura media es de 6 000 á 7 000 metros. Por su misma constitucion se encuentran en las regiones etéreas de las nieves perpétuas. Pero segun hemos visto tomo I, pág. 335, la zona de cero varia de altura segun los climas y las estaciones; y resulta que estas nubes pueden presentarse tambien en las regiones inferiores de la Atmósfera en las heladas latitudes de las regiones polares, y en nuestras mismas latitudes durante los frios fuertes del invierno.

Estas nubes se designan con el nombre de *cirri*. Un poco de costumbre las hace reconocer muy pronto, y lo que mas llama la atencion en ellas es que están casi siempre orientadas formando largas fajas estrechas, rectas y blancas que corresponden á las corrientes superiores que las dirigen, las congelan ó las funden.

A veces su blancura se empaña, sus estrías se cruzan mas con otras y se hacen mas densas porque el aire superior se humedece. En este caso, toman la apariencia del algodon cardado, y ordinariamente esta es una modificacion que anuncia lluvia. En este estado de mayor densidad reciben el nombre de *cirro-estrati*.

Otras veces se transforman tambien en ligeras nubes transparentes de vapor vesicular, tan transparentes que se pueden distinguir á través de ellas las estrellas y las manchas de la luna. Estas nubes son las que originan las coronas. Cuando están bien alumbradas aparecen redondas y algodonadas. Cuando el cielo está cubierto de ellas se dice vulgarmente que está *aborregado*. Su altura media es de 3 000 á 4 000 metros. Se las conoce con el nombre de *cirro-cúmuli*. Los *cúmuli* y los *cirro-cúmuli* son los que dan mas hermosas tintas á las puestas del Sol, refractando y coloreando sus rayos por su transparencia y su lejana refle-

xion. Las bellísimas puestas del Sol que se admiran en Paris, se deben en parte á que las nubes colocadas encima del Havre en el horizonte de la capital, nos envian una agradable imágen de los efectos luminosos producidos sobre el mar.

Fig. 18.—Diferentes formas de nubes.

1. CIRRI.—2. CÚMULI.—3. ESTRATI.

Tales son las principales formas que afectan las nubes y que se deben á la diferencia de su constitucion, de su elevacion, y de las condiciones de la afinidad molecular que las definen. En suma estas variedades no constituyen mas que dos grandes categorías: los *cúmuli* formados de

vesículas líquidas, y los *cirri* formados de filamentos helados.

M. A. Poey, resume todas las formas de las nubes en la «clasificacion científico-vulgar» siguiente:

1.er tipo...	CIRRI.-Nube rizada.	Nubes de hielo. Altura 8 000 á 12 000 metros.
Derivados..	*Cirro-estrati*. Nube estriada.	
	Cirro-cumuli. Nube algodonada.	Nubes de nieve. Altura 4 000 á 8 000 metros.
	Pallio-cirri. Nube á fajas.	
2.º tipo...	CUMULI. Nube montañosa.	Nubes de lluvia, vesiculares ó de vapor de agua. Altura media 1 000 metros.
Derivados..	*Pallio-cumuli*. Nube de lluvia.	
	Fracto-cumuli. Nube de viento.	

Concretándonos á las nubes formadas de vesículas líquidas, debemos fijar ahora nuestra atencion en las formas particulares, características, que corresponden á la produccion de los meteoros acuosos que ocasionan ó que anuncian.

Mi apreciable colega J. Silberman, preparador del Colegio de Francia y Vice-Presidente de la Sociedad Meteorológica, se ha ocupado laboriosamente desde hace mas de treinta años en estudiar y dibujar estas formas típicas particulares. Entre las numerosísimas especies que ha estereotipado y reunido en una especie de museo meteorológico, haremos notar las principales.

Todo el mundo recuerda la forma de las nubes que originan las grandes lluvias. El cielo está completamente cubierto de una inmensa capa gris, y la lluvia larga y continuada cae de capas horizontales ligeramente onduladas, que apenas se distinguen del fondo oscuro general. Se suceden los dias y las noches, y el cielo permanece cubierto de aquel manto opaco cuyo espesor llega á veces á muchos millares de metros, ocupados por capas sucesivas, por las cuales es absorbida y casi extinguida la luz del sol de otoño. Estas son las nubes de lluvia continental que se extienden sobre grandes comarcas y no dejan distinguir sus contornos.

Las *nubes de lluvia parcial* se asemejan á ellas por presentarse en capas horizontales; pero en este caso la forma, menos estensa, es mas definida, se destaca sobre el fondo del cielo, no oscurecido ya por la inmensidad de capas su-

perpuestas, sino cubierto parcialmente de cúmuli que oscurecen su azul con una intensidad variable. La lluvia se desprende de los costados de la nube para regar las ciudades y las campiñas; y se dibuja sobre el fondo pálido del cielo formando estrías grises oblícuas, cuyo conjunto se modifica á impulsos del viento. La nube no se deshace siempre por completo. Algunas de sus regiones, parece que despues de haber abandonado su plétora, se secan y se replegan en cierto modo en el seno de la nube misma, como atraidas por la afinidad molecular que da á estos meteoros sus variables contornos.

Las *nubes de aguacero* son muy diferentes. No se estienden en grandes fajas horizontales, sino que forman un conjunto definido y aislado á veces en medio del aire azul. El Sol llega hasta ellas y hace resaltar su blanca masa sobre el fondo del cielo. De sus abiertos costados caen la lluvia fria, el agua-nieve, el chaparron de marzo que, dispersado por el viento, nos azota el rostro.

Las *nubes de granizo* presentan el aspecto de una adherencia particular de las moléculas, como si la atraccion tendiera á reunirlas en masas considerables de forma globular, y su aspecto recuerda involuntariamente el de una coliflor. Tienen un color ceniciento característico, y esparcen á su alrededor una oscuridad profunda. Esta adherencia especial se ha demostrado tambien en las nubes de *tempestad*. El plano inferior de esta especie de nubes es horizontal, y de esta especie de meseta se elevan penachos y aglomeraciones, que parecen pelotones de lana mayores ó menores, mas ó menos alargados, y unidos todos formando un mismo sistema. Estos, por lo demas, son los tipos, es decir, formas muy marcadas que exageran mas bien que atenúan los aspectos observados. El color, la blancura ó la oscuridad de las nubes, no pueden tomarse como caracteres porque dependen de su posicion, relativamente al Sol y al observador. Si vemos una nube de tempestad á mucha distancia de nosotros, hallándonos colocados entre la nube y el Sol, nos parecerá blanca. Si la observamos, por el contrario, cuando llega á pasar sobre nuestras cabezas, y por lo tanto la miramos por la cara inferior, nos parecerá negra.

Las *nubes de nieve* no tienen formas tan definidas. Se estienden generalmente por la Atmósfera con gran espesor y con muy poca densidad. La luz tamizada á través de sus dilatadas brumas, hace aparecer de un color amarillento estas heladas nubes, de las cuales se van á desprender los copos que estenderán sobre la tierra su blanquísimo sudario.

Terminaré esta esposicion con un breve resúmen de las observaciones que he hecho en globo sobre el estado físico de las nubes.

Durante el d'a 23 de j nio de 1867 el tiempo estaba cubierto, y las nubes se estendian formando una inmensa capa gris de dilatados cumulo-estrati. A las cinco de la tarde llegamos á la superficie inferior de aquella capa á la altura de 630 metros. La superficie superior estaba á 810 metros; de modo que aquellas nubes que interceptaban por completo los rayos del sol, no llegaban á un espesor de 200 metros.

El máximo de humedad relativa se manifestó bajo la superficie inferior de las nubes El higrómetro en aquella region marcaba 90 grados; á 650 metros, 69, á 680, 88; á 720, 87, á 800, 86; á 840, por cima de la superficie superior de las nubes, 85; y desde allí continuó decreciendo.

El calor aumenta, por otra parte, á medida que se asciende en el seno de las nubes El termómetro, que marcaba 20 grados al nivel del suelo, bajó hasta 15 á los 600 metros. Cuando entramos en la nube se elevó á 16 grados á 650 metros; á 17 á los 700; á 18 á los 750, y á 19 á los 810; despues baja á la sombra y continúa subiendo al sol.

Al acordarme de aquella primera travesía por el seno de las nubes en el globo solitario, no puedo prescindir de indicar la impresion que el alma esperimenta ante aquellas sensibles variaciones. Al salir de la esfera inferior, gris, monótona, sombría y triste, y al elevarse en las nubes se siente un gozo indefinible que resulta sin duda de que aparece á nuestro alrededor insensiblemente una luz, desconocida en las regiones bajas que se aclara y que ilumina á medida que se va saliendo de ellas. Y cuando, alcanzado el nivel superior, se ve desarrollarse de repente ante la vista el océano inmenso de las nubes, se esperimenta siempre una agradable sorpresa al verse navegando en un cielo luminoso, mientras que la tierra queda sombría. Al descender bajo las nubes se esperimenta un efecto contrario y se siente alguna tristeza al verse caer de aquel alegre cielo en la oscuridad vulgar y bajo el pesado techo que cubre tan á menudo nuestro globo.

El dia de la ascension de que me ocupo, estuve mas de doce horas en la Atmósfera, y pude muchas veces repetir los esperimentos relativos al nivel superior é inferior de las nubes. Dos horas despues de la observacion indicada anteriormente, es decir, á las siete, la superficie superior se habia rebajado hasta 760 metros, y la superficie inferior á 590.

Lo general es que los cumuli se eleven con el aumento de temperatura durante el dia, y desciendan por la tarde, perdiendo sus contornos definidos y estendiéndose hasta el punto de hacerse casi transparentes.

Cuando es ya de noche en la tierra se goza á un nivel superior al de las nubes de una claridad relativa, que permite leer y escribir perfectamente.

Las nubes caen cuando su caida no está neutralizada por corrientes de aire descendentes. Cuando se elevan es porque las arrastra el aire, que á su vez sube tambien.

El 15 de abril de 1868 encontré algunas nubes que no se estendian formando una capa uniforme, como las he visto casi siempre, sino diseminadas á diferentes alturas de una misma zona, y bastante próximas unas á otras para aparecer como una capa miradas desde abajo. La altitud media de su superficie inferior era de 1 200 metros, y la de su superficie superior de 1 450. Dos horas despues la superficie inferior estaba á 1 100 metros y la superior á 1 380.

Haremos observar aun que cuando se navega por cima de esta region de las nubes inferiores (cumulo-estrati) y hay en el cielo cirri, estos aparecen tan elevados respecto del observador como si no hubiera salido de la tierra. En este caso el observador se encuentra *entre dos cielos* muy distintos. Al llegar á los 4 000 metros, el cielo de los cirri pierde su concavidad, y el de los cumulo-estrati la adquiere. Cuando la Atmósfera está pura se verifica lo mismo respecto de la tierra, y sorprende ver á sus pies una superficie cóncava en vez de una superficie convexa.

CAPITULO III.

LA LLUVIA.

Condiciones generales de la formacion de la lluvia.—Su distribucion sobre el globo. —La lluvia en Europa y en Francia.

Conocida ya la distribucion de la humedad en el aire atmosférico, la manera como se forman y se sostienen en el espacio las nubes, su division en dos especies principales bien distintas, y la accion de la temperatura sobre el vapor de agua, podemos esplicarnos fácilmente la formacion de la lluvia.

La lluvia es la precipitacion del vapor acuoso que constituye las nubes. Para que este vapor se precipite, es decir, forme gotas llenas, que en virtud de su peso caigan á través de la Atmósfera y formen la lluvia es necesario que el estado molecular de la nube se modifique por una causa esterior. Esta modificacion se produce por la influencia de las nubes superiores, de las nubes de hielo. Hay condiciones de tal naturaleza que se alteran profundamente ó se destruyen por la mas pequeña circunstancia. Estas son las que tienen los cumuli saturados: el menor enfriamiento los condensa y precipita en forma de lluvia una parte mayor ó menor del vapor vesicular que las compone.

Las condiciones ordinarias de la produccion de la lluvia consisten, pues, en la existencia de dos capas de nubes superpuestas, la superior de las cuales es la que determina la precipitacion en la de abajo. Esta es una observacion que todo el mundo puede verificar fácilmente estando ad-

vertido para ello. Háce muchos años que me he dedicado á observar el estado del cielo en el momento de empezar á llover y nunca he podido ver que faltara esta condicion.

Monck Mason en sus escursiones aeronáuticas ha observado que cuando un cielo completamente cubierto de nubes dá lluvia, hay siempre una capa semejante de otras nubes colocada á cierta altura sobre las primeras, y que por el contrario cuando no llueve aun cuando el cielo presente la misma apariencia por la parte inferior, el espacio situado inmediatamente encima tiene por carácter dominante una gran estension de cielo claro en el cual brilla el sol sin que le oculte ninguna nube.

Saussure habia observado ya el mismo fenómeno en sus viajes por los Alpes. Hatton observó tambien que cuando dos masas de aire saturadas ó casi saturadas, pero de temperaturas distintas, se encuentran, hay precipitacion de vapor de agua. Peltier observó bajo otro punto de vista que cuando se produce una tempestad hay siempre dos capas de nubes de electricidad contraria. El comandante Rozet dedujo de una larga série de observaciones que las tempestades y la lluvia resultan unas y otra de cirri y cumuli, es decir, vapor helado y vapor vesicular. Kaëmtz y Martins aceptan la misma teoría. M. Renou añade ademas que el agua puede llegar sin helarse hasta 15, 20, 25 grados bajo cero en el estado de estremada division que constituye las nieblas y las nubes, y que la lluvia y el granizo se deben á la mezcla de los cirri helados con los cumuli líquidos aun, bajo la variable influencia de la temperatura (1).

El transporte de las masas de nubes, representa pues,

(1) Esta es la manera con que en general se forma la lluvia. Pero sin embargo á veces cae *con cielo despejado*. Hé aquí muchos ejemplos:

El 9 de agosto de 1837, á las nueve de la noche, observó Wartmann, de Ginebra, que durante dos minutos, estando el cielo despejado y brillando las estrellas, cayó una lluvia formada de gruesas gotas de agua tibia. Los numerosos paseantes que estaban en el puente de Bergues apenas tuvieron tiempo para escapar en todas direcciones, muy sorprendidos de aquel estraño aguacero. Todo alrededor del horizonte habia grandes nubes separadas unas de otras.

El 31 de mayo de 1838, á las siete de la tarde, observó, el mismo, tambien en Ginebra una lluvia análoga que duró seis minutos. Las gotas ti-

por sí mismo un papel fundamental en la disolucion de esas masas, en la abundancia y en la distribucion de las lluvias. Ya hemos hecho esta observacion al estudiar la correspondencia de las diferentes direcciones del viento con la cantidad de lluvia que cae. El viento S. O. que domina en nuestras comarcas, es el mas lluvioso porque arrastra en su seno las masas de nubes formadas sobre el Océano, aun cuando estas capas de humedad vengan en vapores invisibles.

Considerando la inmensa evaporacion que se verifica diariamente en la superficie del Océano, podemos ver claramente en ella el orígen de las nubes y de las lluvias. Los vientos alisios que soplan sobre la superficie del mar entre los trópicos, llevan este vapor de agua hasta las calmas ecuatoriales, en las que se elevan, llegan á las frias alturas

bias, que al principio eran gruesas y compactas, se hicieron luego muy finas.

El 11 de mayo de 1844, á las diez de la mañana y á las tres de la tarde, volvió á observar lo mismo, estando el aire perfectamente tranquilo.

Los dias 21 y 22 de abril del mismo año, hácia las dos y media de la tarde, un capitan de ingenieros, de Noirfontaine, hallándose en los baluartes, lejos de los edificios, recibió en la cara y en las manos gotas de agua muy finas que caian con gran fuerza. Algunos soldados se apercibieron tambien de ello. Las gotas no eran ni bastante grandes ni bastante abundantes para poder notarse en el terreno. En el cielo no habia lo menor señal de nubes ni de vapores. El viento soplaba con fuerza del N. N. E.

M. Babinet hizo una observacion semejante el 2 de mayo del mismo año, hácia las nueve de la noche, en Paris. El cielo estaba muy despejado, y de un color azul oscuro; el aire tranquilo y el horizonte sin vapores. La lluvia fina, que duró diez minutos, no era bastante abundante para dejar señales en el terreno.

El 25 de agosto de 1865 observó M. Ragona, director del Observatorio de Módena, una lluvia análoga que duró un cuarto de hora entre las ocho y media y las nueve de la noche.

Humboldt cita muchos ejemplos de la misma clase. Kaëmtz asegura que, segun sus propias observaciones, el hecho no es muy raro, y ocurre dos ó tres veces al año.

Esta lluvia que cae estando el cielo despejado se debe ó á vapores que se condensan formando agua, sin pasar por el estado intermedio de vapores vesiculares, ó bien á un transporte de la lluvia por un viento fuerte que la ha tomado á muchas leguas de distancia. Dalton observó un dia el transporte de agua salada en Inglaterra hasta mas de 20 leguas tierra adentro.

PLANO DE LAS LLUVIAS

y vuelven á las regiones templadas cargados de humedad. Al elevarse al través de la Atmósfera de las regiones ecua-

toriales, se condensa una parte del vapor que llevan, y sucede naturalmente que hay siempre una zona constante de nubes y de lluvias. Este es el anillo de las lluvias *cloud-ring*) de los marinos ingleses ó el *pot au noir* de los marinos franceses. Un hecho semejante se verifica en el planeta Júpiter, cuyas fajas ecuatoriales se distinguen perfectamente desde aquí á pesar de los 200 millones de leguas que nos separan de él.

Las nubes oceánicas que vienen del S. y del S. O. derraman el agua que llevan, segun su marcha, su altura, su temperatura, las capas de nubes mas ó menos densas y mas ó menos frias que pasan por cima, los vientos occidentales que ejercen su influencia sobre ellas, y el relieve del suelo que modifica su curso. A igualdad de circunstancias la proporcion de las lluvias decrece del Ecuador hácia los polos, puesto que por una parte la evaporacion se verifica casi por completo en aquellas cálidas latitudes y por otra la cantidad de vapor que el aire puede disolver, aumenta rápidamente con el grado termométrico. Así por ejemplo en la Guyana, en Panamá, caen anualmente mas de 2 metros de altura de lluvia, mientras que en Arcangel no caen mas de 20 centímetros.

Se ha observado tambien otra ley en la distribucion de las lluvias y es su disminucion segun la distancia de los lugares al mar, medida en la direccion de los vientos dominantes. Es fácil comprender que no pudiendo las nubes volver á formarse en el interior de los continentes van siendo cada vez mas raras y dando menos cantidad de lluvia cuanto mas se alejan de las costas del Océano. La evaporacion producida en los rios, los lagos, los pantanos, las llanuras húmedas engendra tambien algunas nubes pero esto es un orígen insignificante comparado con el del océano. Así es que caen anualmente 1 m 24 de lluvia en Bayona; 1 m 20 en Gibraltar; 1 m 30 en Nantes; solo 42 centímetros en Francfort, 45 en San Petersburgo y 45 en Viena. En Siberia no caen mas que 20 centímetros y menos aun en los paises mas al Este. En Argel hay un promedio de 200 milímetros y otro de 100 milímetros en Oram y en Mostaganem. A poco que se baje hácia el Sur la cantidad de lluvia dis-

minuye rápidamente, y Biskra en los confines del Desierto no recibe mas que 5 milímetos de agua anuales cantidad enteramente insignificante.

Otra ley resulta tambien de la comparacion de un gran número de observaciones. El relieve del suelo modifica los dos elementos de distribucion que acabamos de considerar. Si una masa de aire saturada de humedad, una capa de nubes, encuentra á su paso una cordillera, esta prominencia del terreno la detendrá un tanto. Pero las nubes no se detendrán mucho tiempo. Las corrientes de aire que se elevan por las faldas de las montañas las arrastrarán consigo; se enfriarán á razon de 1° por cada 120, 150, ó 200 metros segun la estacion y la temperatura y esperimentarán una condensacion progresiva de tal suerte que cuando lleguen á la cumbre de la cordillera y puedan salvarla, una gran parte de su humedad se habrá condensado y caerá sobre la misma cumbre. La disminucion de la velocidad del aire las priva tambien de una parte del agua por un hecho algo parecido al que hace á una corriente de agua depositar una gran parte de los cuerpos que llevaba en suspension, cuando se hace mas lenta. En un pais cubierto de montañas cae por esta razon mas agua de la que caeria si aquellas no existiesen y si las nubes caminaran sin obstáculos por cima de inmensas llanuras: por la misma razon llueve mas en la ladera que mira al rumbo del viento marino que en la ladera opuesta. Así es que las nubes que al pasar sobre Lisboa no dejan caer mas que 70 centímetros de agua por año, se detienen muy pronto en las frias cumbres de Portugal y de España, y hacen que caigan 3 metros de agua en Coimbra. Las nubes que pasan por el zenit de París derraman anualmente 50 centímetros de agua. A medida que la altitud aumenta, aumenta tanbien la cantidad de lluvia: sin salir de la cuenca del Sena encontramos 1 metro de agua pluvial en la meseta de Langres y 1^{m} 80 en la estacion mas alta del Morvan, en Settons (Nierre). En Ginebra al fin de los Alpes la cantidad anual de lluvia es 825 milímetros y en el collado del Monte San Bernardo 2 metros.

Hay regiones en que se reunen estas condiciones de

tal manera que las lluvias se detienen en ellas como si las atrajese una causa permanente. La elevada Cordillera del Himalaya detiene las nubes que proceden de la inmensa evaporacion del Océano Indico. En Cherra- Ponjee, situado sobre los montes Garrows á 1 360 metros de altitud al Sur del valle de Brahmapoutra, la cantidad de agua que derraman las nubes es 14^m 80! Estas regiones montañosas próximas al trópico son probablemente aquellas en que mas llueve, de todas las de la tierra, y son tambien los grandes depósitos de los rios asiáticos. En las mismas vertientes inferiores del Himalaya, en la falda occidental del Gates se ha demostrado por una observacion de 14 años una altura de 7^m 67 de agua pluvial. Se ha visto en estos sitios, que un solo chaparron de cuatro horas recubrió el suelo de una capa de agua valorada en 76 centímetros, es decir en mas de lo que cae en París durante un año entero. En ninguna parte, á no dudarlo, está favorecida la precipitacion de las lluvias de un modo tan notable como en la zona tórrida. Las Antillas no tienen bastante anchura para impedir que los vientos y las nubes se inclinen á derecha é izquierda, pero algunas de sus regiones reciben sin embargo 10 metros de agua al año. En las Indias, el embudo del Golfo de Uraba, recibe mas aun. En el golfo de Méjico, las lluvias de verano que son casi las únicas, dan mas de 4 metros de agua en Veracruz. Alejándonos de las regiones tropicales no hallamos ya maximos notables de lluvia sino en las cordilleras que colocadas transversalmente á una corriente general la obligan á hacerse ascendente y la detienen; tal es, por ejemplo, el efecto producido por los Alpes Escandinavos que separan la Suecia y la Noruega. La vertiente occidental de esta cordillera recibe muchas mas aguas que su vertiente oriental; en Bergen caen anualmente 2^m 65 es decir mas que en ninguna otra ciudad de Europa. Por último á muchos puntos les favorece especialmente su posicion marítima abierta á la corriente del S. O. como por ejemplo á Nantes, que recibe por término medio 1^m 29 de agua pluvial al año.

Reuniendo y comparando las observaciones hechas en un gran número de puntos diseminados por la superficie

del globo se han podido demostrar las tres influencias de que hemos hecho mérito, marcar sobre el planisferio las alturas de agua observadas y trazar el mapa de las lluvias en el globo entero. Por esta carta se vé que la mayor precipitacion de vapor acuoso se produce al N. del Ecuador en el Atlántico, á ambos lados de esta línea en el Pacífico y al Este de la América. Dentro de estas mismas regiones, el máximo, la altura de agua superior á 2 metros, se manifiesta en Asia, en las islas de Borneo, Sumatra y Java, á lo largo de las montañas del Cambodge, del Himalaya y de los Gates de la costa occidental del triángulo Indico; en Africa á lo largo de las mesetas de la costa oriental; en el Atlántico entre la Guinea y la Guyana; en la América del Sur sobre los Andes de Chile, en el cabo de Hornos y en la cúspide que hay sobre el Perú, que por contraste está en una comarca sin lluvias. Por último la cadena de montañas que limita la América del N. al E. por 50 y 60 grados de longitud, presenta igualmente un máximo de mas de 2 metros de lluvia anual.

Las regiones sin lluvias se desarrollan á lo largo del Sahara, del Egipto, de la Arabia y de la Persia, estendiéndose hasta la Mongolia y hasta la Siberia; á escepcion de las comarcas del Asia central donde las monzones y las nubes de invierno derraman un poco de lluvia.

Si consideramos la Europa en particular observaremos lluvias relalivamente abundantes de 1 á 2 metros en las zonas marinas de Portugal, de Bretaña, de Irlanda y de Suecia. La proporcion de las lluvias disminuye gradualmente de Oeste á Este, con zonas de condensacion producidas por los relieves del suelo. Hay en ciertos puntos, regiones en que las lluvias son muy raras, como en Grecia por ejemplo; el clima del Atica es seco y el cielo está allí generalmente despejado: aquel aire ha pasado siempre por el mas puro de toda la Grecia, y lo es todavía. Mr. Lusieri cuya casa está en el mismo sitio del antiguo Pritáneo espuso toda la noche al aire un papel y á la mañana siguiente se podia escribir perfectamente en él. A esta escesiva sequedad del aire se atribuye la asombrosa conservacion de los monumentos atenienses.

El hemisferio boreal recibe mayor cantidad de lluvia que el hemisferio austral: casi una cuarta parte mas. Este aumento de lluvias se debe principalmente á la zona ecuatorial boreal de las lluvias y á las monzones. Sin embargo nuestro hemisferio contiene mucha mas tierra firme que el otro, y la evaporacion se verifica en mucho mayor escala en el hemisferio austral, ocupado casi enteramente por el océano. Así es que nuestras nubes, nuestras lluvias, nuestros arroyos y nuestros rios están alimentados en mucha parte por el océano del hemisferio de nuestros antípodas.

Debiéndose á una doble causa la distribucion de las lluvias, á las variaciones de temperatura y á los vientos reinantes, se concibe que deban ser aquellas mas ó menos abundantes en diversas comarcas, segun las estaciones. Esto es lo que ha venido á demostrar la esperiencia.

Los paises que tienen lo que se llama una *estacion de lluvias* son los que se hallan situados entre los trópicos, donde el Sol pasa dos veces al año verticalmente sobre la cabeza de los habitantes, originando en esos dias un esceso de calor, que naturalmente se debe traducir por un gran enrarecimiento de las capas próximas al suelo, por la elevacion de estas capas que se hacen muy ligeras para sostener las capas superiores y en fin por el enfriamiento y la lluvia que siguen siempre á estos efectos cualquiera que sea la causa que los produzca. Es imposible formarse una idea de la cantidad de agua que derraman las lluvias estacionales en las cuencas del rio de las Amazonas y del Orinoco. Despues del desbordamiento de estos rios y de sus afluentes en muchas decenas de metros de altura, toda una comarca tan estensa como Europa se convierte, sin exageracion, en un mar de agua dulce que al desembocar en el Océeano quita á este la sal hasta una gran distancia de las costas, y en comparacion del cual, las inmensas lagunas de América solo parecen estanques pequeños. Ante este desarrollo de las fuerzas físicas con que la accion superior é irresistible de la naturaleza llama la atencion de los hombres amenazando su existencia, las ciencias de observacion progresan forzosamente, y los mejores físicos son los mismos habitantes cuya conservacion de-

pende del conocimiento de las vicisitudes de las estaciones.

Así es que en los Estados Unidos, en el Atlántico desde el grado 24 al 40 de latitud, en España, en el Sur de Francia, en Italia, en Grecia, en Turquía, en Asia, en China, en el Japon y en el Pacífico á igualdad de latitudes, las lluvias se verifican casi siempre en invierno, á escepcion de las regiones en que hay monzones periódicas; y en algunos paises meridionales, se pasan meses enteros en el verano, sin que aparezca en el cielo una nube siquiera. Lo mismo sucede entre los grados 25 y 40 de latitud austral en Buenos Aires, en el Cabo y en Melbourne.

En una zona que se estiende desde los 12 á los 25° de latitud Sur, y que abraza tambien casi todo el globo, es en verano cuando llueve.

En la zona que se estiende del 40 al 60 grado de latitud Norte, y que se estiende á veces hasta el 75, mas allá de Islandia y de Suecia, para estrecharse de nuevo en Asia, llueve en todas las estaciones. Sin embargo hay tambien en nuestras latitudes tan variables, proporciones observadas para cada estacion en particular. Considerando como ejemplo la Francia vemos que puede dividirse en dos partes. La region occidental tiene su máximo de lluvia en verano y su mínimo en invierno. La Inglaterra está en el primer caso. La Alemania está en el segundo y en una forma mas marcada aun. Lo mismo sucede con la Rusia.

Hemos mencionado la cantidad de lluvia anual, $2^{m}25$ que cae en Bergen, en Noruega. Esta ciudad forma bajo este aspecto una escepcion notabilísima en la meteorología del globo; en toda Europa no hay otra en que la lluvia sea tan abundante. Está situada, en medio de una larga bahía, espuesta á los vientos de Oeste, que se ven detenidos en su marcha por las montañas, de suerte que segun el dicho de Kaëmtz el agua se esprime mecánicamente de las nubes.

Para formarse una idea mas exacta del fenómeno de la caida y de la abundancia de las lluvias, se puede consultar el siguiente cuadro construido para aquellos puntos de Europa en que las observaciones se han hecho durante mayor número de años.

CANTIDADES DE LLUVIA EN

Lugares.	Invierno.	Primavera.	Verano.
	m. m.	m. m.	m. m
Breslau.	55,7	77,3	139,8
Atenas..	134,3	81,4	24,2
Praga.	56,7	94,0	158,9
Upsala..	67,7	74,8	140,9
Viena.	82,5	93,3	164,4
San Petersburgo.	74,5	73,4	171,1
Lóndres.	102,1	96,3	143,1
Berlin.	112,3	110,4	181,2
Paris (terrado del Observatorio).	104,8	118,0	137,1
Stokolmo..	77,1	83,5	192,5
Palermo.	212,8	130,6	32,5
Copenhague.	125,8	116,3	180,8
Abo.	119,5	98,6	184,0
Stutgart.	106,2	144,0	215,5
Toulouse.	130,7	176,6	150,5
Metz.	143,1	144,2	183,1
Dijon.	145,3	156,3	178,2
Edimburgo.	147,8	126,1	169,6
Bruselas.	163,1	156,6	211,0
Nancy..	176,5	183,8	213,5
Rouen..	194,1	173,0	181,2
Gante.	166,2	164,7	242,0
Dublin..	172,5	149,4	205,3
Roma.	236,6	185,2	86,9
Ginebra.	132,6	182,3	228,0
Montpeller.	232,6	183,7	105,4
Padua..	178,4	187,9	227,7
Manchester.	206,5	174,6	250,8
Florencia..	258,0	217,6	133,7
Turin.	140,8	287,5	284,5
Milan..	205,7	230,4	233,1
Lausanne..	154,7	204,6	378,3
Nicolaïef (1)..	368,0	231,2	628,5

(1) En Madrid, segun el promedio de 10 años de observaciones caen el cuadro anterior con la linea siguiente, que deberia colocarse entre

	m. m.	m. m.	m. m.
Madrid.	94,75	125,83	52,01

La mayor cantidad de lluvia caida en Madrid en un solo aguacero dia desde las 6 $^3/_4$ de la tarde hasta las 12 de la noche cayeron 57mm, es

EUROPA POR ESTACIONES.

Otoño.	Promedio anual.	Número de años de observacion.	Altitud.	Latitud.
m. m.	m. m.		metros.	Grados.
80,0	352,8	56	140	51 ,6′
142,3	382,2	12	95	37 ,48
79,0	388,6	52	191	50 ,5
113,8	397,2	102	»	59 ,52
101,4	446,6	15	156	48 ,13
129,7	448,7	16	»	59 ,56
147,7	489,2	62	»	51 ,31
117,9	521,8	12	39	52 ,34
142,2	502,1	140	87	48 ,50
168,9	522,0	36	41	59 ,21
203,8	579,7	24	0	38 ,8
161,0	583,9	42	0	55, 41
199,9	602,0	48	0	60 ,27
149,6	615,3	31	248	48 ,46
168,2	626,0	25	152	43 ,36
189,6	660,0	22	0	49 ,7
216,6	696,4	30	0	47 ,19
188,6	632,1	27	88	55, 57
193,1	723,7	21	0	50 ,51
177,3	751,2	9	»	48 ,41
216,2	774,5	26	58	49 ,26
214,2	777.1	16	11	51 ,3
212,5	739,7	16	»	53 ,23
276,7	785,4	40	53	51 ,54
278,4	881,3	20	396	46 ,12
300,9	822,6	26	0	43 ,36
268,5	862,5	48	0	45 ,24
270,2	902,1	47	47	53 ,29
321,9	931,2	16	64	43 ,47
242,0	954,8	15	279	45 ,4
298,3	967,5	68	144	45 ,28
283,8	1021,4	6	507	46 ,31
370,8	1598,5	6	0	46 ,38

anualmente 387mm,52 de agua pluvial. Puede por lo tanto adicionarse Atenas y Praga.

m. m.	m. m.		metros.	Grados.
114,93	387,52	10	665	40 24′ N.

en el decenio de 1860-69 corresponde al dia 4 de junio de 1863, en cuyo decir, mas de lo que llueve en Francfort en todo un año.

(N. del T.

Se puede juzgar por las cantidades de agua caida en las ciudades de Breslau, Atenas, Praga, Upsala, Viena, San Petersburgo, de cuan poco llueve en estos puntos puesto que no equivale á 40 centímetros de altura.

En Holanda, Bélgica, Francia, Alemania y Polonia caen 50, 60, ó 70 centímetros. Es fácil ver tambien que las cantidades disminuyen á medida que las localidades están mas separadas del mar y situadas mas tierra adentro. Las ciudades de Bélgica dan mas de 700 milímetros de agua mientras que á igualdad de latitud las de Alemania y las que se aproximan mas al Asia dan cantidades menores. por otra parte es fácil ver que en todos los puntos de observacion, cualquiera que sea su distancia del mar, las dos estaciones mas lluviosas son el verano y el otoño. Inglaterra bajo este aspecto se encuentra en una situacion completamente especial: hallándose rodeada de mares recibe una cantidad de agua mucho mayor de la que correspondería á su latitud.

Tal es la cantidad de agua que cae anualmente sobre la superficie de Europa.

¿Cómo la raza humana tan inteligente y tan progresiva ha podido permanecer hasta hoy en la inercia y consentir en arrastrarse penosamente como lo hace, en el fondo del océano aereo? ¿Habeis observado nunca, como lo merecen, esos dias sombríos de noviembre durante los cuales hay siempre tendido un manto impenetrable á algunos centenares de metros de nuestras cabezas? El Sol no le atraviesa. En lugar de luz solo tenemos una claridad gris, monótona y melancólica, en vez de los alegres colores de los rayos del Sol, tenemos unicamente un manto sepulcral. La luz, la alegría, la vida, parece que se separan de la Tierra. Los empedrados de las calles están resbaladizos, la humedad es penetrante, la Tierra está fangosa, los caminos súcios, el Sol no sale, hay niebla, se coloca sobre la Tierra una inmensa pantalla y quedamos en la oscuridad de las regiones inferiores!

¡Ah! ¡qué diferencia cuando penetramos á través de esa capa de nubes oscuras y la atravesamos para mecernos en una atmósfera despejada y alegre! Allá arriba reinan

siempre la hermosura y la alegría, el Sol no se nubla, el azul de los cielos no se vela jamás, el aire está seco y trasparente, y cuando se piensa en la turba de hombres que desde hace millones de años consienten en arrastrarse como caracoles sobre el pegajoso barro del suelo, á través de la bruma, sufriendo el mal olor de la niebla, es imposible no asombrarse de que el genio del hombre no se haya aclimatado todavía á las regiones serenas de la inalterable luz.

Si concebimos un corte de la Atmósfera durante una lluvia, vemos la baja morada de los humanos abismada por una lluvia diluvial, trastornada por el viento manchada por el lodo descompuesta por un ridículo desórden, mientras que por cima de la doble capa de nubes, se cierne el globo aerostático en su luminosa tranquilidad.—Pero consideremos especialmente el estado de la lluvia en Francia.

Algunas veces se ha supuesto la Francia dividida en cinco regiones climatológicas: 1.° el clima *Secuanés* (del Sena, que ocupa el N. y el N. O. limitado al Sur por el Loire, Tours, Nevers; al Este por los departamentos del Aube y del Marne; 2.° el *Vosgense*, formado de los departamentos del Mosa, del Mosela, del Meurthe, el Alto Marne, los Vosgos, Ardennes, el Alto y el Bajo Rhin; 3.° el *Rodanés* cuyo límite occidental está formado por la cordillera de la meseta de Langres, de la Costa de Oro, del Charolais, del Lionnais y de las Cevenas; 4.° el *Mediterráneo* que comprende los Alpes altos y bajos, los Alpes marítimos, el Var, las Bocas del Ródano, el Ardéche, el Gard, el Heraut, el Aude y los Pirineos orientales, en una palabra, las costas del Mediterráneo; 5.° Por último el clima *Girondino* que ocupa todo el Oeste de la Francia desde el Morvan y el Charolais hasta el Oceano y los Pirineos.

Considerando separadamente la cantidad de lluvia anual que cae en estas cinco regiones se tiene el cuadro siguiente:

CLIMAS.	PROMEDIO anual de lluvia.	CANTIDAD RELATIVA.				ORDEN de las estaciones con relacion á la cantidad de lluvia.	NUM. de dias de lluvia.
		Invierno.	Primavera.	Verano.	Otoño.		
Vosgense. . .	669mm	19	23	31	27	V. O. P. I.	137
Secuanés (sin las penínsulas)	548	21	22	30	27	V. O. P. I.	140
Girondino. . .	586	24	21	22	34	O. I. V. P.	130
Rodanés. . .	946	20	24	23	33	O. P. V. I.	107
Mediterráneo. .	651	25	24	11	40	O. I. P. V.	53
Promedios (1).	681mm	22	23	22	33		113

(1) La península ibérica puede considerarse dividida para los efectos climatológicos en cinco zonas. 1.ª la *Septentrional*, que comprende Asturias, Santander, las Provincias Vascongadas, Navarra y la parte N. de Galicia hasta los 45° de latitud: 2.ª la *Central*, compuesta de las dos Castillas, Estremadura y la Mancha: 3.ª la *Occidental*, á la que corresponden Portugal y la parte S. de Galicia: 4.ª la *Oriental*, formada por la Cuenca del Ebro, el alto Aragon, parte de Valencia y Cataluña: y 5.ª la *Meridional*, constituida por Andalucia, Murcia y el S. de Valencia. Bajo el punto de vista de la lluvia que cae en cada una de ellas, puede formarse el siguiente cuadro.

ZONAS.	PROMEDIO ANUAL de la lluvia.		CANTIDAD RELATIVA.				ORDEN de las estaciones con relacion á la cantidad de lluvia.
	Milímetros	Dias.	Invierno.	Primavera.	Verano.	Otoño.	
Septentrional. .	1340	170	29	30	14	27	P. I. O. V.
Central. . . .	433	81	22	33	17	28	P. O. I. V.
Occidental. . .	1000	130	36	31	6	27	I. P. O. V.
Oriental. . .	407	61	21	31	15	33	O. P. I. V.
Meridional. . .	430	72	35	29	8	28	I. P. I. V.
Promedios. . .	722	105	28	30	12	30	

Las diferencias de altitud de los diversos puntos de cada zona y su distancia al mar, influyen muchisimo en la cantidad de agua que cae sobre ellos haciéndola separarse notablemente del promedio de cada zona: asi por ejemplo en la zona Meridional, al paso que en San Fernando al nivel y á la orilla del mar caen por término medio 922 milímetros de agua pluvial al año, en Granada á 670 metros de altitud y á 62 kilóme-

La medida anual de la lluvia en Francia estaria por lo tanto representada por una altura de 68 centímetros. El otoño da 33 por 100. Por término medio llueve en Francia durante 113 dias del año; pero hay grandes diferencias segun las comarcas, puesto que en las márgenes del Mediterráneo no llueve mas que 53, mientras que en el N. y á la latitud de París llueve 140. El número de dias de lluvia no tiene relacion con la cantidad de agua que cae. La cantidad de lluvia que cae anualmente en dos puntos próximos que pertenecen á la misma comarca, es con frecuencia muy distinta. La causa de estas diferencias está en el relieve del suelo, en la existencia de colinas ó de valles que dirigen las nubes hácia puntos especiales y las acumulan en ellos inundándolos luego de agua, mientras que otras localidades separadas de las primeras por colinas de 60 ó 70 metros de elevacion no reciben mas que una cantidad de agua insignificante. Estos hechos son probablemente la causa de que algunos cultivos prosperen mucho en algunas comarcas especiales, mientras que apenas se dan en otras muy próximas.

La agricultura tiene, pues, un interés considerable en que la distribucion de las lluvias en Francia se estudie y se conozca en sus menores detalles. En Inglaterra existen 1 000 á 1 200 pluvímetros: en Francia, con un territorio mas estenso no hay mas que 550 de estos instrumentos. Estamos, pues, muy lejos de hallarnos tan adelantados en este punto como nuestros vecinos del otro lado del canal de la Mancha (1).

La cantidad de agua que cae en una lluvia se mide

metros del Mediterráneo de donde vienen los vientos dominantes en la localidad, que se desvian al pasar sobre la Sierra de Alhama, solo caen 422, es decir, mucho menos de la mitad.

(1) Bajo este punto de vista, sensible, pero preciso, es confesar que nos hallamos en un atraso espantoso respecto de estos dos paises: en Francia con 500 pluvímetros hay uno por cada 1 080 kilómetros cuadrados: en España se publican las observaciones de 24 pluvímetros en la península, lo cual da uno por cada 20 622 kilometros cuadrados, es decir que tenemos 20 veces menos que en la vecina República, atendida la relacion de la superficie de uno y otro estado. Ademas hay un pluvímetro en Palma, otro en Canarias y tres en el vecino reino de Portugal.

(N. del T.)

por medio de un instrumento llamado *pluvímetro* ó *udometro*. Este instrumento consiste siempre esencialmente en un embudo destinado á recibir el agua de lluvia y en un depósito en el cual se conserva hasta que se mide. En algunos pluvímetros el agua se mide directamente pasando á un tubo graduado que está unido al depósito; en otros un sistema de báscula hace que el agua se vierta en cuanto ha llegado á cierta cantidad á otro depósito lateral y anota automáticamente la cantidad de agua vertida. El mejor y el mas práctico de todos los sistemas empleados es tambien el mas sencillo. El agua permanece en un receptáculo cerrado y sin evaporacion, y cuando se quiere medir la cantidad de lluvia que ha caido se vierte el agua por una llave en una campana graduada.

La superficie de los pluvímetros presenta dimensiones muy variadas. En Fatouville, en la cuenca del Sena, M. Belgrand ha hecho sus observaciones con aparatos que tenian, el mayor 25 metros cuadrados de superficie y el menor nada mas que 1 decímetro cuadrado. Los de dos decímetros dan las alturas de lluvia con suficiente exactitud. En el Observatorio de París hay dos: uno sobre el terrado y otro en el jardin. Tienen 8 decímetros de diámetro. Durante mucho tiempo el de arriba marcaba siempre 4 ó 5 milímetros menos que el de abajo, y se habia fundado en este hecho una teoría sobre el aumento de las gotas de lluvia durante su caida. Estas diferencias se debian á corrientes inferiores y remolinos que no existen ya hoy.

El pluvímetro del terrado, situado en el edificio pequeño y terminado por una techumbre cónica, está á 27 metros sobre el suelo, es decir á 86 metros sobre el nivel del mar. Se instaló en 1785 y ha indicado todos los años desde aquella época la cantidad de agua que ha caido en París.

El del jardin se instaló en 1817.

No es solo desde fines del siglo pasado desde cuando se mide el agua llovida en el Observatorio de París. La *Historia del Observatorio*, dice que en 1690 el rey de Inglaterra subió al terrado del Observatorio y observó los pluvímetros cuadrados en que se media la cantidad de agua que caia en los dias de lluvia.

Como ya hemos dicho caen por término medio sobre el terrado 50 centímetros de agua al año, distribuidos por meses del siguiente modo:

PROPORCION DE LAS LLUVIAS POR MESES

EN EL TERRADO DEL OBSERVATORIO DE PARIS.

Enero.	33mm	Julio.	40mm
Febrero.. . . .	30	Agosto.	45
Marzo.	30	Setiembre. . . .	47
Abril.	35	Octubre.. . . .	48
Mayo.	52	Noviembre.. . .	47
Junio.	51	Diciembre. . . .	41

Promedio anual.	500mm
Promedio mensual.	41 ,7
Promedio diurno.	1 ,37 (1).

Los abundantes chaparrones de mayo y junio determinan un máximo notable y otro los largos dias lluviosos de octubre y noviembre. El mínimo es muy pronunciado en febrero y marzo.

El carácter de un año bajo el punto de vista de las cosechas y de las producciones de la tierra depende mucho mas de la distribucion de las lluvias en los diversos meses que de su cantidad total. Por esta razon el año 1866 que fue el mas lluvioso que ha habido desde hace un siglo, porque cayeron 64 centímetros de agua en el pluvímetro dió un vino de mala calidad lo cual se debió especialmente á las lluvias de los meses de agosto (79mm) y setiembre (92mm). Cuando por el contrario falta la lluvia en los meses de abril y mayo, como en 1870, los forrajes son los que se pierden.

(1) En Madrid se reparte por meses la cantidad anual de lluvia del modo siguiente:

Enero.	32mm,21	Julio.	5mm,68
Febrero. . . .	19 ,28	Agosto.. . . .	8 ,77
Marzo.	37 ,99	Setiembre. . .	34 ,22
Abril.	33 ,47	Octubre. . . .	42 ,46
Mayo.	54 ,37	Noviembre. . .	38 ,25
Junio.	37 ,56	Diciembre.. . .	43 ,26

Promedio anual.	387mm,52
Promedio mensual.	32 ,29
Promedio diario.	1 ,06

(*N. del T.*)

CAPITULO IV.

LAS GRANDES LLUVIAS Y LAS INUNDACIONES.

Lluvias fertilizantes.—Lluvias destructoras.—Régimen de los cursos de agua.—Manantiales y fuentes.—Máxima cantidad de agua caida en un aguacero.—Los años lluviosos.

«El Sol, escribia Luis Napoleon Bonaparte antes de llegar al poder, el Sol absorbe los vapores de la Tierra para repartirlos en seguida en estado de lluvia sobre todos aquellos sitios que necesitan agua para ser fecundos y productivos. Cuando esta restitucion se verifica regularmente, resulta de ella la fertilidad; pero cuando el cielo en su cólera, derrama parcialmente en tempestades, en trombas y en borrascas los vapores absorbidos, los gérmenes de produccion se destruyen y resulta la esterilidad, porque unos tienen demasiado y otros no tienen lo bastante. Sin embargo cualquiera que sea la accion benéfica ó maléfica de la Atmósfera, casi siempre al fin del año, la cantidad que devuelve *es la misma* que ha tomado. La diferencia está solamente en la reparticion. Equitativa y regular engendra la abundancia; pródiga y parcial ocasiona el hambre.

»Lo mismo sucede con los efectos de una buena ó mala administracion. Si las sumas que se recogen cada año de la generalidad de los habitantes se emplean en usos improductivos como en crear empleos inútiles, en elevar monumentos estériles, en mantener en medio de una profunda paz un ejército mas costoso que el que venció en Austerlitz, en este caso el impuesto es una carga insostenible; aniquila el

pais, toma y no devuelve; pero si por el contrario los recursos se emplean en crear nuevos elementos de produccion, en restablecer el equilibrio de las riquezas, en destruir la miseria activando y organizando el trabajo, en curar en fin los males que nuestra civilizacion lleva consigo, entonces el impuesto es en realidad para los ciudadanos, como ha dicho un dia un ministro en el parlamento, la mejor colocacion del dinero.» (*Extincion del pauperismo*: 1844: capítulo I.)

Así hablaba el candidato al trono de Francia cuando aun estaba en los calabozos del fuerte de Ham. Esperemos á que una república inteligente y fuerte realice este hermoso sueño; y mientras tanto, guardemos la juiciosa comparacion que acabamos de reproducir y apreciemos su exactitud sin extralimitarnos del objeto mismo que la ha inspirado.

La lluvia en efecto derrama el bien ó el mal; la fecundidad ó la esterilidad; la abundancia ó la miseria. Corona dignamente el trabajo del cultivador ó le paga con ingratitud y destruye sus mas lisonjeras esperanzas.

No alimenta la lluvia á los vegetales solamente por la humedad que esparce por el suelo: les lleva tambien en su seno cierta cantidad de amoniaco de la cual sacan el nitrógeno, gas indispensable para su desarrollo: con ella se introducen en la tierra vegetal los restos de animales y vegetales que se consumen sin ser útiles á la vegetacion en los paises en que no llueve; humedeciendo los abonos que el cultivador agrega á su terreno, facilita el que las plantas los absorban, y es además probable que por la descomposicion del agua que aspiran, se procuren los vegetales una gran parte del hidrógeno que contienen.

El amoniaco, tan sumamente volátil, que existe siempre en la Atmósfera, vuelve á la tierra por medio de la lluvia, y sobre todo por medio de las lluvias de tempestad que constituyen por esta causa un poderoso medio de abono. Un litro de agua de lluvia contiene por término medio 8 décimos de milígramo de amoniaco; es decir cuatro veces mas de lo que contiene el agua de los rios, y nueve veces mas que la de los manantiales y los pozos. La facultal que posee

la tierra vegetal de fijar el amoniaco del agua que penetra en ella esplica perfectamente por qué no le tiene en general el agua de los manantiales. Por mínimas que parezcan estas cantidades de amoniaco al fin y al cabo se hacen considerables (1). El Rhin por ejemplo lleva en Lauterbourg por término medio 1 106 metros cúbicos de agua por segundo y por consiguiente arrastra diariamente 17 000 kilógramos de amoniaco, lo cual equivale á mas de 6 millones de kilógramos anuales. La nieve contiene mas amoniaco todavía que la lluvia, porque persistiendo en la superficie del suelo, absorbe tambien el que se desprende de este; algunas veces cuando tarda mucho en fundirse se encuentran en ella hasta 10 milígramos por litro. La niebla contiene cantidades mas considerables aun, porque M. Boussingault ha encontrado hasta 2 decígramos de carbonato amónico en un litro de agua que procedia de una espesa niebla olorosa. Volviendo á la lluvia es conveniente agregar que los primeros momentos de los chaparrones son los que suministran á la tierra mayor cantidad de sales volátiles, cosa muy natural puesto que las toman del aire; cuanto mas tiempo dura la lluvia menos sales contiene proporcionalmente. Asi es que medio milímetro de altura de agua ha dado por término medio 2, 94 milígramos de amoniaco; 1 milímetro 1, 37, 5 milímetros 0, 70; 10 milímetros 0,43 y 20 milímetros 0,36 por milímetro.

Examinemos ahora la marcha de las aguas pluviales en la superficie del suelo. O el terreno es permeable ó no lo es. En el primer caso el agua penetra mas ó menos profundamente en él, y empapa la tierra como si fuera una esponja. En el segundo apenas penetra, no moja mas que la superficie y corre por las pendientes inundándolo todo á su paso. Sin embargo los terrenos permeables no se empapan mas que hasta cierta profundidad, porque una gran parte del agua que cae sobre la tierra se evapora otra vez ó descien-

(1) Suponiendo que la cantidad de amoniaco que existe en el aire sean 136 milésimas de su peso, se calcula que el que recubre cada *hectárea* de terreno (que pesa 103 329 858 kilógramos), contiene 137 429 kilógramos de amoniaco en disposicion de depositarse.

de oblícuamente por las pendientes. Es necesario mas de un dia de lluvia constante para que se moje á 2 decímetros de profundidad el suelo cultivado de las tierras de labor de la Turena; y aun despues de lluvias contínuas de muchos dias seguidos, no está mojado el suelo á mas de 1 metro. Los depósitos subterráneos que existen en la tierra y la llenan de cursos de agua semejantes á un sistema venoso, no proceden de las aguas pluviales que han atravesado las tierras, sino de las que, cayendo sobre las rocas, pasan por entre las fisuras de las piedras sin ser absorbidas por el terreno.

El régimen de los cursos de agua es muy distinto segun que corran sobre terrenos permeables ó impermeables. El Sena y el Saona, por ejemplo tienen un curso pausado y tranquilo: sus aguas suben con lentitud y bajan mas lentamente todavía, porque los terrenos de sus lechos son permeables en casi toda su estension. El Loire por el contrario es un rio esencialmente torrencial en toda su parte superior donde los terrenos impermeables, por su naturaleza ó por su posicion, son muchos mas que los terrenos permeables. Toda la region N. O. de la Francia presenta una notable homogeneidad de clima; toda la cuenca del Sena especialmente está sometida á las mismas influencias atmosféricas bajo el aspecto de la lluvia. Resulta de aquí que el nivel de todos los cursos de agua sube y baja en las mismas épocas y que, segun la espresion de M. Belgrand, se puede prever la crecida de un arroyo del Morvan por medio de observaciones hechas en un arroyo de Normandía. El Loire, el Saona, el Mosa, el Sena, tienen siempre sus crecidas en la estacion húmeda. Durante la estacion seca, las lluvias son mas locales y las crecidas que producen en una cuenca pueden faltar en otra.

Para medir la altura de las aguas se acostumbra á poner en las arcadas de los puentes escalas métricas graduadas de abajo arriba. El punto de partida ó cero de estas escalas se coloca en Francia al nivel de las aguas tomado en las épocas de mayores sequías que se han conocido: esto es lo que se llama *estiraje* ó nivel de las aguas mas bajas del verano. Este punto no está fijado rigorosamente y no es

muy raro que en París por ejemplo, las aguas bajas, desciendan á un nivel inferior á él. El estivaje forma la base de la escala en el puente de la Tournelle; en el Puente Real el cero está 60 centímetros mas alto.

La altura media del Sena en París es de 1^m. 24. Esta altura se eleva por término medio en invierno á 2^m. 01; en primavera es 1^m. 51; en verano baja á 0^m. 65, y en otoño á 0^m. 83. Las aguas mas bajas del Sena, desde hace un siglo, han sido las del 13 de Setiembre de 1803, en cuyo dia bajaron 26 centímetros del estivaje. Las mas altas han sido las de 1802; 7^m. 45 y de 1836, 6^m. 40. El volúmen de agua de este rio es término medio 250 metros cúbicos por segundo; en el estivaje se reduce á 75 y se ha elevado á 1 400 en la mayor de las crecidas que se han conocido; la de 1615 en que llegó á 8^m. 4 de altura. Las inundaciones del Sena eran bastante frecuentes durante los siglos pasados. La principal causa de la disminucion gradual que se ha demostrado procede de que el rio está hoy mucho mejor cuidado que antes y de que han desaparecido los restos que ocupaban el fondo. Los puentes son mas anchos y al paso que otras veces en sus estrechos arcos se formaban verdaderos diques despues de las heladas, hoy el deshielo se verifica sin peligro alguno. A esta causa mecánica se agrega otra meteorológica y es que en el dia el N. O. de la Francia es mas seco que en los siglos pasados. Desde 1857 á 1866 el nivel del Sena ha bajado *todos* los años por bajo del estivaje.

Las inundaciones no han tenido jamás otro orígen que las lluvias, que corren rápidamente en el mismo momento en que caen, ó la fusion de nieve ó de hielo, cuando es á la vez muy abundante y muy repentina. El agua que cae sobre la cuenca de un rio, teniendo que correr con este hasta el mar, le hace desbordar en cuanto llega mas arriba que el nivel de su lecho. La cuenca del Sena por egemplo mide una superficie de 4,400 kilómetros cuadrados y recibe anualmente 28 billones de metros cúbicos de lluvia. Descontando cincuenta por ciento por la evaporacion, quedan 14 billones de metros cúbicos que surten de agua á todas las corrientes de esta cuenca durante un año, y que

cuando corren desproporcionadamente originan las inundaciones.

Se cree por lo general que la masa de agua que cae cada año en forma de lluvia es insuficiente para alimentar las grandes corrientes de agua que nos presentan las diferentes cuencas que dividen el globo. Sabemos el agua que cae anualmente en muchas localidades: considerando la estension de las comarcas regadas de este modo, se encuentra mucha mas cantidad de agua que haria falta para alimentar los rios. Además la evaporacion de los terrenos húmedos debe volver inmediatamente á la Atmósfera la mayor parte del agua que cae y que en general penetra poco en la Tierra cuando esta no es muy arenosa ó pedregosa. Esta cantidad de agua cuyo peso matemático confunde la imaginacion, está siempre marchando del suelo á las alturas aéreas y viceversa; subiendo y bajando indefinidamente.

Admitiendo, y aun nos quedamos muy por bajo de la verdad, que el conjunto de las lluvias anuales en toda la superficie de la Tierra formase alrededor del globo una capa de 50 centímetros de espesor, si las infiltraciones por un lado y la evaporacion por otro no desecaran el suelo á su vez despues de cada lluvia, obtendremos para el volúmen de esta capa con el radio medio del globo igual 6.362,200 metros, el número 63 687 546 691 423 metros cúbicos de agua, ó sean 175 mil millones de metros cúbicos que la evaporacion debe devolver á la Atmósfera en cada dia; y dividiendo el número citado por 86 400 (número de segundos que tiene un dia) tendremos que la cantidad media de agua que se reduce á vapor *en cada segundo* por la accion calorífica del Sol, será dos millones veinticinco mil metros cúbicos, es decir, algo mas de dos mil millones de litros de agua.

Las fuentes no son otra cosa que las aguas de lluvia que se infiltran á través de terrenos arenosos ó permeables y que se detienen por capas impermeables de roca, de creta ó de arenilla, sobre las cuales resbalan hasta que encuentran en la pendiente una salida por la cual nacen. Asi es como las aguas de los pozos artesianos nos llegan entre

dos capas impermeables desde la estremidad de Champagne, á muchas leguas de París. Se ha escrito mucho sobre las fuentes que nacen en la cumbre de algunas colinas ó montañas, y especialmente sobre las tres ó cuatro fuentes *indigentes de agua* que se ven en el cerro de Montmartre. Hechos los cálculos resulta que la cantidad de agua que cae sobre aquel corto espacio de terreno, segun las indicaciones de los pluvímetros es mas que suficiente para alimentar aquellos exiguos manantiales, y en este terreno como en otros muchos se puede preguntar en qué se emplea el resto (1).

(1) Bernardo Palissy habia concebido la idea de formar manantiales artificiales idénticos á los que nos presenta la naturaleza. Dos hectáreas de terreno en Francia, y especialmente en las cercanías de París, reciben próximamente cada año 10 000 metros cúbicos de agua, cuya mitad, es decir, 5 000 metros próximamente, pueden utilizarse en la fuente artificial. Ahora bien, lo que los fontaneros llaman *pulgada de agua*, es una fuente que subvendria holgadamente á las necesidades de dos grandes aldeas, para las personas y los ganados: una fuente de *media pulgada* da al año 3 650 metros cúbicos de agua (á razon de 20 metros cúbicos por dia y por pulgada). Esto es mucho menos de los 5 000 metros cúbicos de agua de lluvia que se pueden utilizar con dos hectáreas, admitiendo que se pierda la mitad. Serian por lo tanto menos de dos hectáreas preparadas lo que se necesitaria para obtener infaliblemente una fuerte hermosa y útil.

Para conseguirla, dice M. Babinet, se escoge un terreno de hectárea y media, cuyo suelo sea arenoso como los bosques que rodean á París y presente una ligera pendiente hácia un lado para que las aguas puedan correr. Se hace en la parte mas alta una zanja de toda la longitud y de metro y medio á dos metros de profundidad por unos dos metros de anchura: se aplana el fondo de esta zanja y se hace impermeable por medio de un empedrado, un macadam, un fondo de hormigon hidráulico, ó lo que es mas sencillo y mas barato, por medio de una capa de arcilla, sustancia que abunda mucho en las cercanías de París. Al lado de esta zanja se hace otra, echando la tierra que resulta de ella en el hueco de la primera y así se continúa hasta que se haya hecho impermeable al agua de lluvia todo el suelo del terreno. Se planta este de árboles frutales, especialmente de árboles de tronco bajo, que dan sombra al terreno y detienen los vientos que podrian reabsorber la lluvia; y por último, se practica en la parte mas baja del terreno una especie de muro ó contrafuerte de piedra con una salida en el centro. Indudablemente se tendrá así un hermoso manantial que correrá sin intermitencia, y que bastará para las necesidades de una aldea entera ó de una estensa granja.

Lo que proponia el idealista académico en 1855 lo ha realizado hace pocos años un hábil constructor en Sevres, donde he visto un ingenioso manantial artificial preferible á los naturales por la preparacion de los terrenos, y que corria á voluntad por medio de una llave.

Las crecidas estraordinarias, los desbordamientos y las inundaciones proceden del régimen de la lluvia en las diferentes regiones de la cuenca. Las lluvias pueden ser continuadas y abundantes y no producir mas que una crecida ordinaria: su reparticion, la organiza. Si el Yonne, el Marne, el Aube, el Armançon, el Serein, el Cousin y el Loing reciben al mismo tiempo un esceso de lluvia y llevan á la vez al Sena, ya engrosado por sí mismo, su contingente triplicado, el curso del rio en Paris sufrirá una crecida escepcional, aun cuando las crecidas de los afluentes consideradas una á una no tengan nada de estraordinario. La crecida mas grande que ha tenido el Sena en nuestro siglo, ha sido la del invierno de 1801 á 1802 que empezó el 15 de octubre y terminó el 19 de enero despues de haber durado 96 dias. Lo que aquella crecida tuvo de mas notable, fué que no se debió á ningun fenómeno meteorológico estraordinario; sino sencillamente á la repeticion en cortos intervalos, de crecidas en los quince afluentes; crecidas que se repitieron tres veces, y que si se hubieran verificado todas á la vez hubieran hecho subir el rio á 15 ó 20 metros en lugar de los 7^{m}. 45 á que subió.

Si consideramos, como otro ejemplo, una crecida que tuvieron en 1866 los afluentes del Sena y del Yonne, veremos que aquel enorme desbordamiento que causó incalculables estragos en el valle del Loire, y que fué de poca entidad en Paris, procedió de una lluvia torrencial de 30 horas en las partes altas de la cuenca del Loire: cayeron de 81 á 151 milímetros de agua, en el alto Yonne y solo de 44 á 46 en la cuenca del Marne y del Sena agua arriba de Paris.

Las grandes inundaciones de 1856 que se recuerdan aún con espanto y que esparcieron la muerte y la ruina en las dos ricas é inmensas cuencas del Loire y del Ródano, se debieron á la abundancia de las lluvias que resbalaron por los terrenos impermeables que atraviesan estos. El Ródano y el Saona tienen un régimen completamente distinto. El Saona muy pausado varía de nivel mensualmente segun las estaciones, y baja de 2^{m}. 29 (enero) á 0^{m}. 53 (agosto) mientras que el Ródano, rápido y constante no

varia en el mismo Lyon, donde tomamos estas medidas, mas que de 1 m. 44 (setiembre) á 0 m. 85 (enero) en cuya época alcanza su nivel inferior. Aunque llega á su mayor altura en el verano sus salidas de madre ocurren con mas facilidad, por la influencia del Saona, de noviembre á mayo. Es difícil oponer diques eficaces á estas inundaciones. El Loire que en otros tiempos tenia 3 500 metros de anchura frente á Orleans, se ha reducido por los diques á un lecho de 280 metros: en Jargeau no tiene mas que 250 metros de ancho, siendo así que en otros tiempos podia estenderse en un espacio lateral de 7 000 metros: así fué que en 1856 abrió 73 brechas á través de estos diques: cuando la altura de la crecida pasa de 5 metros, son inevitables las roturas.

Las inundaciones del Ródano se verifican á fines de mayo. Una abundancia desacostumbrada de lluvias durante este mes habia ocasionado hácia el 20 una crecida general en toda Francia que no era mas que el preludio de los desbordamientos que iban á inundar sobre todo la parte del Mediodia, las orillas del Ródano y del Loire. El 31 parecia el Ródano en Lyon un torrente impetuoso y las partes bajas de la ciudad estaban inundadas: el agua subia en algunos sitios hasta los pisos principales de las casas algunas de las cuales se hundieron. Muy pronto fue invadido todo el barrio de la Guillotière, y los de Charpentes, Vaux, Villeurbane, parecian estar destinados á ser completamente anegados por las aguas. Durante dos dias y dos noches, las casas se hundieron unas despues de otras, abandonando sus despojos á las impetuosas olas. Cuando se rompió el dique, hombres, mujeres, viejos y niños fueron sorprendidos durante su sueño. La mayor parte fueron arrastrados por las aguas antes de haber tenido tiempo de darse cuenta del suceso, y á pesar de los socorros que se organizaron con la presteza que las circunstancias exigian, no pudo encontrarse á muchos de ellos. La crecida del Ródano fué tal que subió el rio 1 m. 50 mas que en 1840, en cuya época habia hecho ya tantos estragos.

Habitaciones, plantíos, caminos, ferro-carriles, todo lo destruyeron ó sacaron de quicio en dos dias, aquellos es-

pantosos desbordamientos. Se valoraban en cerca de 200 millones las pérdidas materiales, en el valle del Ródano, y en otro tanto las del valle del Loire. Casi todos los rios del mediodía de Francia, crecieron con aquellas lluvias torrenciales que no cesaron en muchos dias; pero ninguna crecida llegó á adquirir proporciones tan considerables como la del Ródano y sus afluentes.

En Colmar, desde el 27 de abril hasta fin de mayo cayeron 19 centímetros de agua; la tercera parte de un año. En Versalles la lluvia del mes de mayo que habia sido 55 milímetros en 1853, 71 en 1854 y 84 en 1855 llegó á 148. Los dias 30 y 31 la lluvia contínua dió en 29 horas 60 milímetros.

Pocos dias antes de estas lluvias diluviales se habian observado masas de cirri, que llegaban del Sudoeste con una velocidad inusitada de 100 kilómetros por hora. Saltó el viento al Norte y resultó aquella precipitacion fenomenal de lluvia.

Los años mas lluviosos de este siglo han sido los siguientes. Las cantidades de lluvia son las indicadas por el pluvímetro del terrado del Observatorio, y el año meteorológico se cuenta de 1.º de diciembre á 30 de noviembre.

1824.	60 cénts.	1856 { abril, mayo y junio = 33 } .	55 cénts.
1828.	62 »	1866.	64 »
1845.	61 »		
1849.	59 »		

Los años mas secos han sido:

1820.	43 cénts.	1842.	40 cénts.
1823.	42 »	1855.	35 »
1826.	40 »	1863.	43 »
1833.	44 »	1870.	42 »

Las lluvias de 1866 han ejercido su accion hasta en los sótanos de París, que sufrieron inundaciones parciales inesperadas en enero y febrero de 1867. Las casas nuevas, sobre todo de los boulevares Sebastopol, Malesherbes, Haussmann, de la calle La Fayette, etc., que tienen cuevas dobles proporcionaron los mejores ejemplos de esta inundacion subterránea, porque los arquitectos, engañados

sin duda por el nivel muy bajo de los pozos de 1857 á 1865, pusieron el fondo de las cuevas casi á este mismo nivel. ¡Las lluvias de 1866 le hicieron subir 75 centímetros y mas! En la orilla izquierda las inundaciones subterráneas se debieron á otra causa: á la repulsion directa é inmediata de la corriente subterránea, en virtud de la crecida del Sena.

Entre los trópicos se observan con mucha frecuencia lluvias diluviales. En las riberas del Rio-Negro caen casi todos los dias lluvias de 6 horas y de 50 milímetros de altura de agua. En Bombay se ha visto que habia llovido un dia 108 milímetros. En Cayena observó el almirante Roussin que la cantidad de agua recogida desde las 8 de la noche hasta las 6 de la mañana era 277 milímetros.

Hooker cita una localidad del Himalaya en que un diluvio de 4 horas, semejante á la caida de una tromba, recubrió el suelo de una capa líquida calculada en 76 centímetros.

El 21 de octubre de 1817 cayeron en la isla de Granada 20 centímetros de agua en el corto intervalo de 21 horas: los rios subieron 9 metros sobre su nivel ordinario.

Hé aquí los *mayores chaparrones* que se han observado en nuestros climas:

Las inundaciones causaron en 1817 grandes desastres en el Mediodía de Francia. Raras veces se ha visto una série de lluvias tan estraordinarias en Europa entera como las de este año. El 20 de mayo cayeron en Ginebra 16 centímetros de agua en el corto intervalo de 3 horas. En el mismo año 1827 cayeron en Montpeller, en los 5 dias del 23 al 27 de setiembre inclusives, 45 centímetros de agua. Del 24 al 26 en dos veces 24 horas, la lluvia recogida cerca de la misma ciudad en una fábrica de productos químicos se elevó á 32 centímetros. En Joyeuse cayeron en un dia, el 9 de Octubre del mismo año, 79 centímetros de agua.

Valz observó en Marsella el 21 de setiembre de 1839 una fuerte tempestad que ocasionó la lluvia mayor que habian visto allí hasta entonces. Cayeron 40 milímetros de agua en 25 minutos. La Cannebière, esa calle de 30 me-

tros de ancho con una pendiente de 13 milímetros por metro, estuvo enteramente sumergida durante 5 minutos. El agua se habia elevado 45 centímetros sobre el empedrado.

En la cuenca del Saona existe una ciudad pequeña llamada Cuiseaux, donde llueve siempre mas que en ningun otro punto del mismo valle. Poco antes de las terribles inundaciones de 1841, cayeron en ella 27 centímetros de agua en 68 horas. En el mismo tiempo no habian caido mas que 15 en Oullins, cerca de Lyon.

F. Petit, director del Observatorio de Toulouse, refiere que ha visto caer durante una tempestad en aquella ciudad, el 19 de setiembre de 1844, 35 milímetros de agua en media hora, ó sea algo mas de un milímetro por minuto. Era la mayor lluvia que habia visto en nuestros climas. Pueden citarse tambien respecto de Toulouse las lluvias del 23 de abril de 1841 y del 25 de marzo de 1844, que dieron en 3 horas la una 38 y la otra 40 milímetros de agua: la del 8 de junio de 1848, que dió 49 milímetros en 5 horas; la del 6 de setiembre de 1848, 19 milímetros en 30 minutos; la del 10 de agosto de 1854, 21 milímetros en tres cuartos de hora; la del 10 de agosto de 1859, 52 milímetros en dos tormentas sucesivas, cada una de 40 minutos próximamente, etc.

En la noche del 5 al 6 de agosto de 1857, un aguacero que inundó la ciudad de Toulouse, dió en el pluvímetro del Observatorio 70 milímetros de agua. Con este motivo observaba Petit que habian caido sobre la ciudad, cuya superficie es de una legua cuadrada 11 200 000 hectólitros. Esto equivale á 7 000 hectólitros por hectárea, cantidad mas que suficiente para enfriar el suelo y favorecer, por lo tanto, lluvias ulteriores. Despues de muchos dias de calor y de sequedad, las nubes que llegan del mar deben disolverse por la radiacion calorífica del suelo, y su precipitacion en estado de lluvia, es tanto mas difícil cuanto mas considerable ha sido el calor. Despues de un enfriamiento, por el contrario, las nubes se condensan en agua mas fácilmente. La sequedad favorece la sequía y la humedad prepara la lluvia.

En Privas (Ardeche) se observó el 20 de setiembre

de 1846 una lluvia torrencial que duró 12 horas y que alcanzó una gran estension á su alrededor. Cayeron 25 centímetros de agua; se salieron de madre todos los rios, ininterceptaron las comunicaciones é hicieron grandes estragos.

Ultimamente, el 27 de julio de 1872, una tempestad derramó en el mismo París una cantidad de agua tal, que se inundaron muchas cuevas. En el pluvímetro se recogieron 33 milímetros de agua, y sin embargo, lo recio del temporal no duró mas que tres cuartos de hora.

Uno de los aguaceros mas fuertes que se han medido en el pluvímetro del terrado del Observatorio de París fué el del 9 de setiembre de 1865, que duró una media hora, y dió 52 milímetros de agua.

Durante las inundaciones de setiembre de 1868 se observaron en Bernardino (Alpes italianos) 25 centímetros de lluvia en 24 horas.

Como aguaceros prodigiosos é inundaciones súbitas se puede citar, entre otras, la de 4 de junio de 1839 en Bélgica.

La lluvia empezó antes de medio dia, y hasta cerca de la noche no ofreció nada de particular. La tempestad no empezó á reinar con furia hasta despues de las 8; la lluvia era impulsada con fuerza por un viento violento, cuya direccion era Norte al principio y despues Oeste. Durante mas de tres horas cayó el agua con una abundancia de que apenas hay ejemplo en nuestros climas. En muchos sitios se perdieron las cosechas y se inundaron los campos. En el jardin del Observatorio se desarraigaron muchos árboles y se troncharon tres álamos: en los boulevares se veian al dia siguiente muchos pájaros muertos, ó tan fatigados por la lluvia, que se dejaban coger por los transeuntes. El servicio del ferro-carril se interrumpió en muchos puntos: muchas reses perecieron en los establos; pero el desastre mas deplorable es, sin duda alguna, el de la aldeita de Borght, cerca de Vilvorde, que fué destruida totalmente con 40 de sus habitantes, muertos bajo los escombros ó arrastrados por las aguas. La tempestad en general hizo sus mayores estragos en toda la estension del valle del Wolu-

wre y por la parte de Berthein, donde hubo que lamentar tambien la muerte de 11 personas.

La cantidad de agua que cayó en diferentes localidades debió ser muy considerable, puesto que en Bruselas, á algunas leguas del teatro de aquellas grandes devastaciones, el agua recogida en el terrado del Observatorio se elevaba á 112 milímetros en 24 horas; cantidad enorme, puesto que forma la sesta parte de la que cae anualmente.

Una de las lluvias mas abundantes que se pueden citar aquí, es la que ha caido recientemente en Montpeller el 8 de agosto de 1871. El pluvímetro del Jardin de plantas suministró á M. M. Martins las siguientes curiosas sumas. Desde las 9 $^1/_2$ de la noche á las 4 de la mañana un aguacero sin cesar derramó 90 milímetros de agua. Un aumento de la tempestad volvió á dar otros 51, desde las 6 hasta las 12. Por la tarde, hasta las 4, cayeron aun 13 milímetros de agua, lo cual arroja una suma de 154 milímetros en 15 horas, cantidad superior á toda el agua caida en abril, mayo, junio y julio, que no pasa de 133.

La lluvia mas abundante que se ha conocido es la de 21 de octubre de 1822 en Génova; 81 centímetros en 24 horas. Este resultado inaudito, hace notar Arago, inspiró dudas á todos los meteorologistas que sospecharon habia en él un error de imprenta; pero se pudo comprobar el hecho. Dos cubos de madera de 64 y 70 centímetros de altura que estaban vacíos antes de empezar la lluvia, se encontraron llenos antes de que terminase.

Ya hemos visto que algunas veces hay tambien nevadas muy abundantes. Para recordar aquí una de ellas, nos bastará decir que *El Monitor* del 12 de enero de 1867 hacia observar que la nieve que habia caido en algunos dias sobre París en un espesor de 15 centímetros, representaba un volúmen de *un millon trescientos cuarenta y un mil metros cúbicos*, y que exigia para limpiarse, 15 000 carros que trabajaran durante 6 dias, y 6 millones de gastos.

Reflexionando sobre la impresion de terror que produce la vista de un precipicio, podemos preguntarnos, cómo no nos espantamos al oir que están suspendidas sobre nuestras cabezas esas enormes cantidades de agua, cantidades capa-

ces de dar en la superficie de una hectárea, como la lluvia de Toulouse en 1844, *tres mil* hectólitros de agua en 30 minutos, ó como la de Génova, *ochenta y un mil* hectólitros en 24 horas!

En las regiones ecuatoriales, en medio de aquellas mesetas montañosas, de aquellos inmensos bosques y de aquellos lagos profundos, se asiste á veces á algunas escenas de tempestad, de las cuales solo puede formarse una idea muy inexacta en nuestras regiones templadas. Durante la estacion de las lluvias, es decir, durante seis meses del año la cordillera de los Andes es el teatro de gigantescas tormentas.

En su viaje á Quito, capital de la república del Ecuador, situada en el primer grado de latitud y á 3 000 metros sobre el nivel del mar, fué testigo M. Ernesto Charton de una de estas tormentas, de la cual traza un pintoresco cuadro:

Yo sabia, dice que todos los dias á las tres de la tarde se desencadenaba violentamente la tempestad en las montañas, y habiéndome cogido una vez muy lejos de la ciudad me habia ofrecido á mí mismo estar siempre de vuelta antes de aquella hora terrible, pero deseoso de acabar una vista que tenia empezada, y retrasado por algunos accidentes del terreno, fuí testigo á mi pesar de una escena, cuyo sublime horror no pueden trazar ni la pluma ni el pincel...

El Sol habia desaparecido de repente tras de las nubes amontonadas que envolvian las cimas de los Andes en sus sombríos crespones. Las faldas de las montañas y las mil cavernas que hay en ellas rugian y vomitaban relámpagos, mientras que el cielo por su parte lanzaba torrentes de llamas. Durante tres horas no ví á mi alrededor mas que una atmósfera abrasada, ni oia otra cosa que las espantosas detonaciones del trueno, que repetia la voz profunda de los ecos. El que asiste al bombardeo y al incendio de una plaza de guerra, no tiene ante sus ojos mas que una pálida imitacion de esta lucha imponente de los elementos. Por último, la tempestad apaciguada hizo su último esfuerzo; un trueno fuertísimo precedió á una espantosa tromba de aire que tras de el desgarró, arrancó ó derribó cuanto encontró á su paso; penetró en el bosque y obligó á encorbarse á las palmeras y á los cedros. Entonces el cielo abrió sus cataratas y derramó el agua á torrentes sobre los montes inflamados; la tierra se habia convertido en un verdadero mar; el aire apenas podia respirarse.....

Hubiera perecido sin duda alguna, como otros tantos viajeros imprudentes sino me hubiera refugiado en una caverna. Aun allí mismo las descargas eléctricas que me rodeaban, estuvieron para alcanzarme mas de una vez. Cuando volví á la *posada*, el posadero que me creia muerto contaba ya mi desgraciado fin con una porcion de detalles que

hacian honor á su inventiva. El buen hombre me acogió sin embargo con júbilo, y durante toda la noche, hizo el gasto de la conversacion la narracion de las catástrofes causadas por las tempestades de las Cordilleras.

Aquellas lúgubres historias me hubieran probablemente quitado el sueño ó me hubieran espuesto á terribles pesadillas, si un caritativo Peruano no hubiese cambiado el curso de nuestras ideas refiriéndonos una anécdota cómica.

Dos generales que venian de Lima atravesaban juntos los difíciles senderos de los Andes. Distraidos con una conversacion animada, olvidaron el peligro á que les esponia el paso lento de sus mulas. De repente descargó sobre ellos una tremenda granizada; á cada paso caian rayos y la tierra escitada por la electricidad de las nubes lanzaba tambien llamas. Por último, la fuerza del viento se hizo tal que los dos amigos temieron que los arrastrase con cabalgaduras y todo. Buscaron con la vista un abrigo; pero no le vieron por ninguna parte.

Habia un gran estanque á la orilla del camino.

—Mire, dijo uno de ellos; si nos echáramos al agua; estaríamos menos espuestos al viento y á la lluvia.

—Excelente idea, respondió el otro; entre dos males; debe elegirse siempre el menor.

Y los dos generales echan pie á tierra y se meten hasta el cuello en el agua: pero si su cuerpo se hallaba preservado de este modo, no lo estaba su cabeza y para defenderla la sumergian á cada relámpago envidiando la suerte de los felices habitantes del estanque, á quienes la necesidad de respirar no obligaba á salir á la superficie.

Su terror aumentó cuando vieron sus mulas heridas del rayo á algunos pasos de su líquida habitacion; creyendo llegada su última hora, encomendaron su alma á Dios.

—¡Ay! dijo uno de ellos; yo he olvidado las oraciones hace ya mucho tiempo.

—En ese caso, respondió el otro que se habia educado en un convento, yo diré en voz alta el *confiteor* y no tiene usted mas que repetir lo que yo diga.

Y ambos se pusieron á recitar con voz temblorosa las santas oraciones acompañándolas de vigorosos y frecuentes *mea culpa*.

Aunque resignados á morir los dos viajeros, se daban sendos chapuzones santiguándose al mismo tiempo. Bueno ó malo el esperimento, no les salió mal. Cesó la tempestad sin que los rayos les hubieran aniquilado. Sin embargo, no tenian ni víveres, ni monturas, ni ropa para mudarse y tuvieron que andar á pie en aquel lamentable estado algunas leguas antes de llegar á una habitacion. Cuando llegaron dicen que tenian el pelo blanco; aquella prueba los habia envegecido mas que veinte campañas.

CAPITULO V.

EL GRANIZO.

Produccion del granizo.—Marcha de las tempestades.—Distribucion caprichosa del meteoro en los campos.—Granizadas mas fuertes que se han observado.—Naturaleza, magnitud y forma de los granizos.—Periodos de las granizadas.

No hay ninguno de nuestros lectores á quien no haya sorprendido alguna de esas tremendas granizadas que terminan las grandes tempestades de nuestras comarcas. En la superficie del suelo hace un calor sofocante, muchas capas de nubes negras y grises surcan el aire en todas direcciones. Pálidos relámpagos rasgan el cielo, retumba el trueno y del seno de las nubes se lanzan millones de kilógramos de granizos, como si se precipitasen de las salidas entreabiertas de un depósito inmenso. Durante muchos minutos el granizo surca el espacio, golpea las plantas y los árboles, y rueda con estrépito en las arroyadas arrastrado por la lluvia tempestuosa; despues se aleja con el viento; el calor sofocante es reemplazado por las frescas emanaciones de las plantas húmedas, la luz aumenta, el arco iris brilla y el azul del cielo, reaparece una vez sosegada la naturaleza.

¿Cuál es la fuerza que produce en las nubes esos trozos, frecuentemente enormes de hielo, los sostiene en el espacio y los lanza despues sobre nuestras cosechas y nuestras viviendas? Estudiando la produccion de la lluvia hemos visto que no se verifica esta sino cuando hay dos ó mas capas de nubes superpuestas. Lo mismo sucede con

la produccion del granizo; pero con una diferencia en las condiciones físicas respectivas de las nubes.

El granizo se produce durante las tempestades, á horas en que la temperatura es muy elevada en la superficie del suelo y disminuye rápidamente con la altura. Esta rápida disminucion es la principal circunstancia para la formacion del granizo. Segun las observaciones la temperatura desciende á veces 1 grado por cada 70 metros. ¿Que pasa entonces en la region de las nubes? Las nubes superiores desde 3 000 á 7 000 ú 8 000 metros, contienen las mas altas hielo á—30 y—40 grados; las mas bajas agua vesicular á—10 y—20 grados. Las nubes inferiores contienen agua vesicular á una temperatura mas alta que cero. Ordinariamente estas nubes marchan en diferentes direcciones y el granizo se forma cuando hay choque y mezcla entre vientos opuestos y entre corrientes y nubes de tan distintas temperaturas. Las gotas de agua de las nubes que se resuelven entonces en lluvia se hielan instantaneamente en medio de aquel frio. Arrastradas por los remolinos que llegan á elevarlas y colocarlas bajo la influencia de las electricidades contrarias de las distintas capas de nubes, estas gotas heladas no caen inmediatamente á pesar de su peso; tienen tiempo de aumentar su volúmen con una gran cantidad de agua que se va fijando á su alrededor; á veces hasta se aglomeran unas con otras en gran número.

El frio intenso que hace en las nubes por bajo de la region de las nieves perpétuas se debe en parte á la evaporacion y esta evaporacion depende á su vez de dos causas: la accion del Sol y la electricidad; porque se ha observado que despues de cada descarga eléctrica se precipita el granizo en mucha mas abundancia; y la reaccion produce una dilatacion que debe originar una evaporacion rápida.

La formacion de los granizos es siempre muy veloz. Volta creia que la nube superior se formaba por la condensacion del vapor que se desprendia de la capa inferior, cargado de electricidad positiva, mientras que la misma capa tenia electricidad negativa. Del mismo modo que entre dos placas de laton cargadas de electricidad contraria se vé á las esferillas de médula de sauco elevarse y des-

cender alternativamente bajo la influencia de la doble atraccion, creia que el granizo se formaba por una série de saltos parecidos de corpúsculos de nieve ó de hielo que aumentaban de volúmen condensando sucesivamente nuevas capas de vapor. Hoy ya casi nadie admite esta teoría y es mas sencillo en efecto admitir que el granizo se forma como la lluvia pero en condiciones de un frio atmósferico tal, que hiela instantaneamente los globulos de agua en el momento en que se forman.

Esta formacion ó el choque de los granizos transportados por el viento produce á veces un ruido bastante fuerte para oirse desde la superficie del suelo. Aristóteles y Lucrecio, entre los antiguos refieren este hecho. Los meteorologistas Kalm y Tisier dicen tambien que la han oido, el primero en Francia el 13 de julio de 1788 y el segundo en Moscow el 30 de abril de 1744. Hace unos treinta años que estando Peltiér en Ham, cuya fortaleza se ha hecho célebre, oyó un ruido tan fuerte al empezar una tempestad que creyó llegaba al galope á la plaza de la ciudad un escuadron de caballería. No habia tal cosa pero unos 20 segundos despues cayó una granizada terrible. En aquel mismo año 1871 dice M. Pissot corresponsal del Observatorio de Montsouris que oyó en Doulevant-le-Châtcau (Alto Marne) durante la tempestad de 14 de agosto un ruido contínuo seguido de una abundante granizada á algunas leguas de allí. Esto no seria tal vez mas que el ruido de un trueno, semejante á otro que citaré muy luego.

Ya hemos dicho en el capítulo de las nubes la forma que presentan las que se puedan tomar como tipos de nubes de granizo. Su superficie se vé modificada por grandes protuberancias irregulares. Vistas por debajo son generalmente muy oscuras á causa de su opacidad, que deja pasar muy dificilmente la luz del Sol. Arago habia hecho ya la observacion de que deben ser muy gruesas, y se distinguen de las otras nubes de tempestad por una tinta cenicienta muy notable. Sus bordes están muy dentellados. Pero no tardan en confundirse con la masa general de los nimbi que derraman la lluvia.

¿A que altura se ciernen? ¿De que elevacion caen las

granizadas? Saussure sufrió granizadas en el collado del Gigante á 3 428 metros; Balmat las ha sufrido hasta en la cima del monte Blanco y Paccard encontró algunos granizos bajo la nieve de la misma cima: graniza bastante amenudo en las praderas mas elevadas de los Alpes. El fenómeno, pues, se produce á todas las alturas. Pero en el caso de que se efectúe en estas grandes elevaciones, los granizos se funden al atravesar los millares de metros de aire á temperatura mayor de cero que recubren la supeficie del globo. En el caso de las granizadas de nuestros países por el contrario las nubes que las producen están bastante bajas probablemente entre 1 500 y 2 000 metros. Por debajo de ellas se encuentran las nubes tempestuosas y lluviosas á una altura de unos 1 000 metros y acaso á menos.

Las nubes que lanzan los granizos no son nunca de mucha estension. Transportadas por el viento, azotan una zona estrecha de terreno, cuya anchura no es frecuentemente mas que de un kilómetro y que raras veces llega á 4 leguas; pero cuya longitud llega á veces á doscientas. Una de las mas curiosas y de las mas notables granizadas que registra la meteorología es la del 13 de julio de 1788: Estaba dividida en dos fajas; la de la izquierda ó del Oeste empezó en la Turena, cerca de Loches á las 6 y media de la mañana; pasó por Chartres á las 7 y media; por Rambouillet á las 8; por Pontoise á las 8 y media; por Clermont en Beauvoisis á las 9; por Douai á las 11: entró en Bélgica á las 12 y media; pasó por Courtray y concluyó mas allá de Flessingue á la una y media. Tuvo una longitud de 175 leguas por 4 de anchura. La faja de la derecha ó del Este empezó hácia Orleans á las 7 $^1/_2$ de la mañana, pasó por Arthenay y Andouville; llegó al arrabal de San Antonio de París á las 8 $^1/_2$; á Crespy en Valois á las 9 $^1/_2$; á Cateau Cambrésis á las 11; y á Utrecht á las 2 $^1/_2$; corrió 200 leguas de longitud con 2 únicamente de anchura. El espacio comprendido entre las dos fajas era proximamente de unas cinco leguas en las cuales llovió. En ambas fajas precedió á la granizada una profunda oscuridad. La velocidad de aquella tormenta era de 16 le-

guas por hora lo mismo en una faja que en otra: en ningun punto granizó mas que durante 7 ú 8 minutos, pero con tal fuerza que todas las mieses se troncharon. Con seguridad ha sido aquella la granizada mas considerable que haya podido estudiarse en tan gran escala. Los terrenos de mas de 1 039 ayuntamientos fueron asolados en Francia; y las pérdidas, valoradas por una informacion oficial, llegaron á 24 690 000 francos.

Los granizos no tenian todos la misma forma: unos eran redondos y otros alargados y puntiagudos: algunos se recogieron que pesaban 250 gramos.

Es muy raro que una granizada se estienda en tanta longitud y en una línea tan regular. Es probable que las nubes en que se producia el granizo estuvieran á mas de 1 kilómetro de altura. En general no están mas que á esta elevacion y sufren la influencia del relieve del terreno. Algunas granizadas sin desarrollarse en tanta estension son notables por su abundancia. El 9 de mayo de 1865, por egemplo, empezó en Burdeos una tormenta á las 8 $^1/_2$ de la mañana y dirigiéndose al N. N. E. pasó por Perigueux á las 10, por Limoges á las 12, por Bourges á las 2; llegó á Orleans á las 5 $^1/_2$, á París á las 7 y $^3/_4$, á Laon á las 11 y se calmó despues de media noche en Bélgica y en el mar del Norte. Su anchura media era de 15 á 20 leguas. No granizó mas que algunos puntos; á la izquierda de Perigueux, en el distrito de Limoges, á la derecha de Châteauroux, al S. E. de París y de Corbeil, en Lagny y en los distritos de Soissons y de San Quintin: en este último punto la granizada fué terrible. La masa de cristales que cayó del cielo sobre las praderas del Catelet formaba una capa de 2 kilómetros de larga por 600 metros de ancha cuyo volúmen era 600 000 metros cúbicos! Cuatro dias despues no se habian fundido aun todos los granizos!

A veces se verifican granizadas de tal magnitud que destruyen todas las cosechas; por ejemplo, la que devastó las cercanías de Angulema el 3 de agosto de 1813. Era la víspera de hacer la recoleccion y todo anunciaba á los labradores que seria tan buena como abundante. El dia es-

tuvo magnífico y el viento sopló del Norte fijo hasta las 3 de la tarde, y despues en un momento saltó al rumbo opuesto: el cielo se cubrió de nubes y bien pronto estas se amontonaron de un modo aterrador. El viento que habia sido bastante fuerte desde las 12 hasta las 5, dejó de soplar. Se oyeron truenos á lo lejos y poco despues aumentaron sus estampidos; á cada momento eran mas fuertes y mas frecuentes. El cielo se oscureció por último repentinamente, y á la luz reemplazaron densas tinieblas. A las 6 se lanzó con estrépito sobre la tierra una granizada horrible. Los granizos, que eran tan gordos como huevos, hirieron á muchas personas, y mataron á un niño en el distrito de Barbezieux. Al dia siguiente, 4 de agosto, la tierra presentaba el desolado aspecto del invierno mas vigoroso; los granizos se habian amontonado en los valles y en los caminos hasta una altura de 8 ó 10 decímetros. Los árboles habian perdido sus hojas por completo; las viñas parecian cortadas y las mieses aplastadas. Los ganados, sobre todo los carneros y los puercos que no habian tenido tiempo de volver á los pueblos, fueron mutilados. Aquellas comarcas quedaron sin caza y hasta se encontraron algunos lobatos que habia matado la tempestad. En 1818 aun se resentia el país de aquel desastre; las viñas especialmente no habian recobrado su fuerza productora, y hubo necesidad de arrancar muchas cepas.

La tormenta que estalló el 17 de julio de 1852, hácia las 6 de la tarde en el territorio de Chaumont, en el alto Marne, recorrió 24 leguas de longitud por 2 de anchura; los trigos, las vides y casi todos los árboles fueron destruidos por granizos de una magnitud enorme. El mismo huracan se manifestó con gran fuerza en el departamento del Aisne, desarraigó los árboles, derribó las cabañas, mató á muchas personas: en algunos segundos, los campos, trastornados por la violencia del viento y de la granizada, no presentaban ni la menor traza de mieses.

El 17 de julio de 1868, hácia las ocho de la tarde, una fuerte granizada devastó los términos de muchos pueblos de las inmediaciones de Reims: los granizos tenian el tamaño de nueces pequeñas, y la tormenta duró unos 45 mi-

nutos. En los terrenos arenosos y pendientes quedaron muchas cabidades infundibuliformes, que se vieron despues de la tempestad y que podian compararse con las señales que hubiera dejado el haber estado tirando al blanco. Estas cabidades, en que al principio habian quedado empotrados los granizos, constituyen verdaderas impresiones físicas del granizo, que bajo el aspecto de la interpretacion de otras impresiones semejantes observadas por los geólogos, tienen una importancia especial.

Las granizadas desastrosas son poco frecuentes en nuestros climas: sin embargo, de tiempo en tiempo se verifican algunas que ocasionan grandes estragos. El 18 de junio de 1839 empezó en Bruselas una tormenta hácia las 7 de la tarde; densas nubes iban del S. S. O. al N. mientras que la veleta indicaba una corriente inferior de la parte del N. O. Hasta las 7 $^1/_2$ no se oyó mas que un ruido contínuo durante el cual se sucedian los relámpagos con asombrosa rapidez. Poco despues una inmensa nube, notable por su color ceniciento y cuya direccion era del O. N. O. al S. E. sumergió á Bruselas en una oscuridad casi completa, y derramó una espantosa granizada que causó los mayores destrozos. La mayor parte de los granizos tenian un tamaño que variaba de 12 á 20 milímetros de lado. Algunos eran próximamente esféricos, pero otros presentaban un aplanamiento mas ó menos pronunciado. La altura de lluvia que cayó durante la tormenta fué $37^{mm},4$. El termómetro centígrado se habia elevado hasta $33^{\circ},4$ que es el máximo de la temperatura de Bruselas: el barómetro llegó á un mínimo de $754^{mm},48$ hácia las 4 de la tarde.

Las granizadas manifiestan cierta tendencia á seguir los valles y el curso de los rios cuando las nubes de que proceden no son muy elevadas; porque segun se vé en los casos citados, las tempestades son corrientes generales que vienen del Atlántico y que siguen la marcha ordinaria de las corrientes que proceden de él, transportándose de las regiones del S. O. á las del N. E. Pero en todas las tormentas secundarias parciales, que son las mas numerosas y que se limitan á algunos departamentos se observa una evidente desviacion á lo largo de los valles. Tambien pa-

rece que evitan los bosques. Desde que las Escuelas Normales de Francia se dedican á hacer observaciones meteorológicas abundan los testimonios de la influencia del terreno en la distribucion de las tormentas y del granizo. Paises hay en que graniza todos los años, así como hay otros en que no graniza mas que cada diez. Se han podido construir tambien cartas estadísticas de los destrozos causados por el granizo en cada departamento, sirviéndose de los documentos de las compañías de seguros: pero estas cartas son poco exactas bajo el punto de vista meteorológico, puesto que están basadas en pérdidas de dinero: una inmensa cantidad de granizo producirá una pérdida diez veces mayor cayendo en una plantacion de tabaco como las del bajo Rhin, que cayendo en un terreno inculto ó en un bosque. No es menos exacto por esto que la cantidad intrínseca de granizo varía en dos países inmediatos, segun su situacion geológica, orográfica y climatológica.

Las tormentas de granizo son aquellas en que el desarrollo de electricidad adquiere mayores proporciones. Las densas nubes en que se elabora el meteoro están cargadas de una fuerte dosis del misterioso fluido, una parte del cual se estingue en su propio seno ó en descargas recíprocas con las otras nubes. El trueno en estos casos no es solamente un estampido que sigue al relámpago; es un redoble contínuo durante el cual no se perciben á veces los relámpagos, bien porque sean de muy escasas dimensiones, bien porque obren esclusivamente en el interior del movimiento de las nubes. El 4 de setiembre de 1871 entre otras ocasiones, observé siguiendo la tempestad de piedra que se desarrolló sobre todo París que á las 3 y 36 minutos, despues que la granizada habia pasado sobre el barrio del Observatorio y se hallaba sobre Menilmontant, un redoble de truenos sin relámpagos que duró unos 6 minutos y que se repitió muchas veces.—El 7 de mayo de 1865 estalló una violenta tempestad en el departamento del Aisne que causó uua pérdida de muchos millones. Por cima de las capas de nubes se veia un denso cúmulus de un blanco lívido, en el cual se producia un contínuo centelleo de relámpagos; el redoble de los truenos se prolongaba sin intensidad ni estré-

pito: un hormigueo incesante de relámpagos originaba una especie de crepitacion sin intermitencia, y las esplosiones parecian concentrarse en el seno de la nube mayor. Cuando el nublado atravesó lentamente las alturas de Rousoy, por cima del Somme y del Escalda, se precipitó con espantosa rapidez en el valle de este último rio, y derramó sobre Vend'huile, Câtelet y Beaurevoir tal cantidad de granizo que cubrió el suelo con un espesor de 5 metros: 5 dias des-

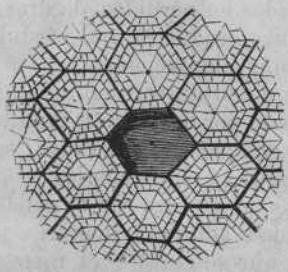


Fig. 20.—Granizo aumentado.

pues aun no se habia deshecho y formaba en algunos puntos bancos tan compactos que sirvieron de diques á las aguas; ¡cuando trataron de arrancarlos se resbalaban como si fueran de piedra!—El 18 de junio de 1839, observó M. Quetelet en Bruselas durante una gran tormenta de granizo, á las 7 $^1/_2$ de la tarde, un redoble contínuo de truenos durante el cual los relámpagos se sucedian con una rapidez asombrosa. Poco despues, una inmensa nube cenicienta sumergió la ciudad en una oscuridad profunda y derramó una tremenda granizada.

Es interesante para nosotros preguntarnos aquí hasta qué tamaño pueden llegar los granizos. Una coleccion escogida de documentos autenticos nos permite dar acerca de este punto noticias muy curiosas.

Despues de la terrible granizada del 13 de julio de 1788 de que hablábamos hace poco, el geólogo Tissier talló al-

gunos trozos de hielo que le pareció que tenian la consistencia del granizo, y les dió el tamaño de un huevo de pa-

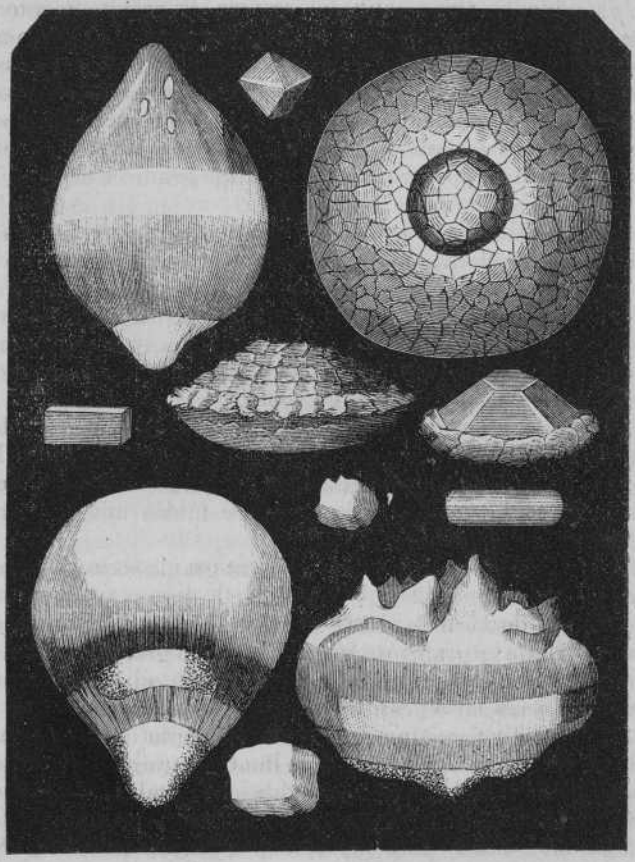


Fig. 21.--Diversas formas de granizos.

loma, de un huevo de gallina, de un huevo de pava para facilitar á los meteorologistas los medios de evaluar apro-

ximadamente el peso de los granizos, tomando como punto de partida la manera habitual de designar su magnitud. El primero pesaba 11 gramos, el segundo 23 y eltercero 69.

El tamaño mas comun del granizo es próximamente el de una avellana; muchas veces no llega mas que al de un guisante: en las granizadas ordinarias los granizos pesan de 3 á 8 gramos.

Las tres dimensiones que hemos citado se presentan con frecuencia en los anales de la meteorología: no es un hecho absolutamente estraordinaria encontrar granizos de 10 á 70 gramos.

Los hechos estraordinarios son los siguientes que son tambien completamente auténticos y certificados por físicos de nota.

En una granizada que hizo grandes estragos en las riberas del Rhin el 13 de abril de 1832, el granizo mas grande hallado por Voget en Heinsberg pesaba 90 gramos. En Randerath pesaban doble.

En una granizada que cayó durante 45 minutos sobre una parte del Morbihan el 21 de junio de 1846 todos los granizos eran de un tamaño comprendido entre el de una nuez y el de un huevo de pava. Se midió uno que tenia 22 centímetros de circunferencia.

Muncke ha pesado en el Hainaut granizos que llegaban á 120 gramos.

El 29 de abril de 1697 se recogieron en el Flintshire, segun Halley, granizos que pesaban 130 gramos; y el 4 de mayo del mismo año, midió Taylor en el Stratforshire otros que tenian 30 centímetros de circunferencia.

Volney refiere que durante la tormenta del 13 de julio de 1788 estaba en el castillo de Pontchartrain á 4 leguas de Versalles; el Sol radiaba un calor insoportable; el aire estaba tranquilo y sofocante, es decir, muy enrarecido; *el cielo despejado*, y sin embargo, se oian truenos. Hácia las 7 $^1/_4$ apareció una nube por el S. O. seguida de un viento muy vivo. En pocos minutos, dice, la nube cubrió todo el horizonte y corrió hácia nuestro zenit con un aumento de viento, fresco entonces; y de repente empezó una granizada, no vertical sino con una direccion oblícua de unos 45°, cu-

yos granizos eran de tal magnitud que parecian yesones arrojados desde una techumbre que se está derribando. No daba crédito á mis propios ojos; muchos granizos eran mas grandes que el puño de un hombre, y sin embargo, veia que muchos de ellos eran fragmentos de otros granizos mas grandes aun. Cuando pude sacar la mano con seguridad fuera de la puerta de la casa en que me habia refugiado muy á tiempo, cogí uno y la balanza destinada á pesar las mercancías me indicó un peso de mas de 6 onzas (135 gramos). Su forma era muy irregular: tres puntas principales del tamaño del pulgar sobresalian del núcleo que las reunia.

Volta asegura que en la noche del 19 al 20 de abril de 1787 entre los enormes granizos que destrozaron la ciudad de Como y sus cercanías, se recogieron algunos que pesaban 9 onzas (280 gramos).

Parent, de la Academia de Ciencias refiere que el 15 de mayo de 1703 cayeron en el Perche granizos del grueso de un puño que pesaban de 300 á 400 gramos.

Montignot y Tressan recogieron en Toul, el 11 de julio de 1753 algunos que tenian la forma de poliedros irregulares y un diámetro de 8 centímetros.

El 28 de julio de 1872 cayeron en Semur (costa de Oro) granizos de 300 y 400 gramos.

Durante una granizada que se verificó el 5 de octubre de 1831, cayeron en Constantinopla granizos mas grandes que el puño que pesaban 500 gramos. Otros del mismo tamaño se recogieron tambien en mayo de 1821 en Palestrina (Estados romanos).

Pero hé aquí hechos mas estraordinarios aun:

El 15 de junio de 1829 una granizada fué bastante fuerte para hundir los techos de algunas casas en Cazorla (España): ¡los trozos de hielo pesaban hasta 2 kilógramos!

Los granizos no pueden alcanzar proporciones tan considerables mas que aglomerándose y soldándose unos con otros, sea en el mismo punto en que caen, sea durante la caida. Esto es tambien lo que ha demostrado siempre la observacion. Tal es, con mayor motivo todavía la esplicacion de los siguientes hechos caso de que sean verdaderos.

En los últimos dias de octubre de 1844 en medio de un

huracan espantoso que devastó el mediodia de Francia, se vieron granizos de 5 kilógramos; la ciudad de Cette especialmente, sufrió los mayores desastres. Hubo hombres muertos de los golpes, tabiques derribados y barcos echados á pique.

Parece que en una granizada fantástica verificada el 8 de mayo de 1802 se recogió una masa de hielo de un metro de longitud y anchura por 7 decímetros de grueso.

El doctor Foissac que cita este hecho, no le considera exagerado y añade el siguiente: «M. Hue de la congregacion de San Lázaro, misionero apostólico en Tartaria, el Thibet y China refiere que en Mongólia graniza con frecuencia y que muy amenudo tienen los granizos un tamaño sorprendente; allí hemos visto, dice el venerable eclesiástico, algunos del peso de 12 libras: basta á veces un instante para esterminar rebaños enteros.

»En 1843, durante una fuerte tormenta, se oyó en los aires un ruido como de un viento terrible, y muy poco despues cayó en un campo, no lejos de nuestra casa, *un trozo de hielo mayor que una piedra de molino*. Se rompió con hachas, y aunque era la época de los mas fuertes calores, tardó tres dias en fundirse por completo.»

Si este hecho es cierto, nada impide creer la crónica del tiempo de Carlomagno que habla de granizos de 15 piés de anchos por 6 de largo y 11 de grueso; y la de Tippo-Saib que pone en escena un granizo del tamaño de un elefante.

Las formas de los granizos son muy diversas. Ordinariamente son redondos, esféricos, mas ó menos irregulares como guisantes, uvas ó avellanas. Otros son alargados como granos de trigo, cerezas silvestres ó aceitunas. Cuando son muy grandes están formados por la superposicion de partículas cristalizadas. El 4 de julio de 1819 durante una tempestad nocturna que asoló gran parte del oeste de Francia, recogió Delcros muchos granizos esféricos enteros en los cuales se observaba un núcleo central esférico de un blanco bastante opaco, y que presentaba señales de capas concéntricas; alrededor de este núcleo habia una cubierta de hielo compacto radiada del centro que la circunferencia y terminada esteriormente por doce grandes pirámides, entre

las cuales estaban intercaladas otras mas pequeñas. El granizo formaba una masa esférica de cerca de 9 centímetros de diámetro.

Algunos granizos recogidos el 12 de setiembre de 1863 en un camino situado al S. O. de Tiflis y dibujados en el boletin de la Academia de Ciencias de San Petersburgo tenian la forma elipsoidal, y su superficie estaba cubierta de una porcion de mameloncitos. El tejido poliédrico examinado con el lente presentaba el aspecto de una série de pirámides exaedras, y una seccion hecha en el interior indicaba tambien la existencia de una red de mallas exagonales representada en la fig. 20.

El 29 de julio de 1871 á las 6 de la tarde, con un sol hermoso y algunas nubes de apariencia inofensiva, se oyó en Auxerre un ruido característico, comparable á la marcha de un tren muy cargado. Algunos relámpagos precedieron á la granizada. Esta empezó á caer sin tempestad y sin trastorno atmosférico aparente, brillando al Sol durante su tranquilo descenso. Los granizos conservaron su forma al caer al suelo. M. Daudin ha dibujado algunos de sus aspectos mas característicos. La fig. 21 los representa en sus dimensiones exactas: (*Boletin internacional* del Observatorio, 27 de agosto de 1871) ocupan los cuatro ángulos del dibujo. Los dos faceteados que aparecen en el centro, son los que hemos indicado mas arriba que habia dibujado la Academia de San Petersburgo. Se han agregado tambien algunos granizos mas pequeños y de forma mas comun.

Durante esta misma tempestad, observó en Montargis M. Parant que á las 6 y 45 minutos de la tarde cayeron en medio de una granizada abundante, pedazos de hielo de 3 á 5 centímetros de longitud de forma ovoide y tan transparentes como el cristal.

En la tormenta del 22 de mayo de 1870 M. Trécul, del Instituto, observó en París que muchos granizos eran cónicos, ó mejor dicho, piriformes; es decir, mas anchos en su parte inferior que en su parte superior; habia algunos que tenian 2 centímetros de longitud y centímetro y medio de anchura. Uno, especialmente examinado, presentaba caractéres muy notables. El tercio superior (la parte mas

estrecha del granizo) era opaca y blanca, mientras que la parte inferior ó la mas ancha era transparente como el hielo mas puro. Ademas aquel granizo visto por la parte mas gruesa, es decir, cuando el diámetro mas estrecho estaba colocado transversalmente al eje visual, presentaba perfectamente la figura de un rombo de ángulos obtusos de cuyos lados salian facetas oblícuas que convergian é iban á perderse hácia el vértice obtuso del granizo.

En cuanto á las épocas de las granizadas, todo el mundo ha podido observar que se verifican principalmente en verano y por la tarde, es decir, en las circunstancias en que se reunen las condiciones meteorológicas indicadas al principio; mucho calor en la superficie del suelo, disminucion rápida de este calor con la altura y gran evaporacion en las nubes por la accion del Sol. Sin embargo, como el mero choque de un viento superior muy frio con un viento caliente de la misma altitud, puede ocasionar tambien la produccion del granizo cae algunas veces en invierno ó por la noche: pero estas son escepciones.

Los tratados de meteorología reunen por lo comun el granizo y la escarcha, y entonces dicen que estos metéoros acuosos caen mas frecuentemente en invierno y en primavera, que en verano y en otoño. Pero la escarcha difiere del granizo, no solo por su estado de gran division, sino tambien por el modo de formarse; porque nunca se produce en medio de tempestades, y no necesita los grandes movimientos atmosféricos que hemos reseñado. Es una lluvia helada ó una nieve granuda y densa.

CAPITULO VI.

LOS PRODIGIOS.

Lluvias de sangre.—De tierra.—De azufre.—De plantas.—De ranas.—De peces.—De diferentes animales.

Ademas de las lluvias ordinarias mas ó menos intensas, de agua, de nieve ó de hielo, que hemos estudiado hasta ahora, la historia de los meteoros nos presenta á veces lluvias estraordinarias que con mucha frecuencia han atemorizado á las personas pusilánimes é ignorantes que creian ver en ellas señales evidentes de la cólera celeste.

No hablaremos de las piedras caidas del cielo, de los aerolitos, en que los filósofos griegos veian fragmentos desprendidos de la bóveda celeste, y que son como ya hemos visto corpúsculos cósmicos errantes por el espacio. No hablaremos tampoco de las lluvias de piedras, de ladrillos, de tablas, de cacharros de todas clases que se deben á las trombas. Pero es conveniente que dirijamos una ojeada crítica á ciertos fenómenos que hemos pasado en silencio hasta ahora. Y empezaremos por las lluvias de sangre.

Homero hace caer una lluvia de sangre sobre los héroes griegos, presagio de muerte para muchos valerosos jefes que Zeus debe precipitar en Hadès. Obsequens cita las siguientes: Despues de la toma de Fidènes el año 14 de Roma, cayeron del cielo gotas de sangre en medio del general asombro. En 538 llovió abundantemente sangre en el monte Aventino y en Aricia. En 570 y 572 llovió sangre durante dos dias en la plaza de Vulcano y en la de la Con-

cordia; en 585 durante un dia; en 587 apareció este prodigio en muchos puntos de la Campania en el territorio de Prenesta. En 626 en Ceré; en 648 en Roma; en 650 en Duna; en 652 en las inmediaciones del Anio. Llovió sangre cuando asesinaron á Tacio.

Plutarco habla de lluvias de sangre despues de grandes combates; en la guerra címbrica, por ejemplo, despues del degüello de tanto cimbrio en las cercanías de Marsella. Admite que los vapores sanguíneos destilados de los cuerpos y diluidos en el humor de las nubes comunicaban á este su coloracion roja.

Hé aquí las lluvias de sangre que he podido recopilar, desde el principio de nuestra era hasta fines del siglo pasado, aprovechándome especialmente de las investigaciones de M. Grellois, sobre este notable asunto:

Encuentro desde luego en Gregorio de Tours que el año 582 de nuestra era, «cayó una lluvia de sangre sobre todo el territorio de Paris. Muchas personas la recibieron sobre sus vestidos y los llenó de tales manchas que tuvieron que quitárselos horrorizados.»

La historia de Constantinopla refiere que cayó una lluvia análoga en aquella ciudad el año 652.

En 654 el cielo de las Galias apareció inflamado y las nubes vertieron sangre en gran abundancia.

En 787 indica Fritsch que hubo en Hungría una lluvia de sangre seguida de una peste. Tambien hubo otras en 869 en Brixen, y en 929 en Bagdad.

En 1117 esparcieron el espanto por toda la Lombardía durante las guerras de la emancipacion de las municipalidades, fenómenos extraordinarios; lluvias de sangre, ruidos subterráneos etc., y con este efecto se provocó en Milan una reunion de obispos. El mismo fenómeno se observó en Brescia durante tres dias y tres noches antes de la muerte del papa Adriano II.

En 1144 llovió sangre en muchos puntos de Alemania; en 1163 en la Rochela.

En marzo de 1181 llovió sangre durante tres dias en Francia y en Alemania y apareció en el cielo una cruz luminosa.

Hácia fines de 1543 cayó sangre en el castillo de Sassembourg cerca de Barendorf en Westfalia; en 1560 en Lovaina. En 1571 cayó durante la noche tal cantidad de sangre en las cercanías de Einden (Frisia oriental) que en un espacio de cinco ó seis millas la yerba y los vestidos espuestos al aire, tomaron un color de púrpura. Muchas personas conservaron aquella sangre en vasijas. Se trató aunque en vano de esplicar aquel pródigo, suponiendo que el vapor de la sangre de una gran cantidad de bueyes muertos se habia elevado hasta las nubes. No se encontró esplicacion mas satisfactoria entre las causas naturales.

Se consignan tambien otras lluvias de sangre en 1623 en Strasburgo, en 1638 en Tournay y en 1640 en Bruselas.

La historia de la Academia de Ciencias, dice que el 17 de marzo de 1669 á las cuatro de la madrugada cayó en muchos sitios de la ciudad de Châtillon-sur-Seine una especie de lluvia de un líquido rogizo, espeso, viscoso y de mal olor que parecia una lluvia de sangre. Se veian grandes gotas señaladas en las paredes y una misma pared estaba manchada por un lado y por otro: lo cual hace creer que aquella lluvia se habia formado de aguas estancadas y cenagosas arrastradas por algun torbellino de viento de algunos pantanos de las cercanías.

En Venecia hubo una lluvia de sangre en 1689.

En 1744 cayó una lluvia de sangre en el arrabal de San Pédro de Arena de Génova, lluvia que causó gran terror en aquel pueblo por los horrores de la guerra que entonces asolaba la republica; despues se demostró que aquel color resultaba de cierta tierra rojiza que un viento impetuoso habia levantado en una montaña inmediata.

Las lluvias teñidas de rojo se han observado con bastante frecuencia en nuestros dias para que pueda abrigarse duda alguna acerca de la realidad del fenómeno: el único error de los antiguos está en la naturaleza de aquella coloracion que le daba la apariencia de un prodigio. Bède pensaba que una lluvia mas espesa y mas templada que las ordinarias podia ponerse roja como sangre y engañar á los ignorantes. Kaswini, El Hazem y otros sabios de la edad media refieren que á mediados del siglo IX llovió un polvo rojo y una sustancia semejante á sangre coagulada. Los filósofos habian entrado ya por lo tanto en el camino de una esplicacion sensata: veian en aquello una semejanza, lo cual puede ser cierto, y no una realidad lo cual repugna á la mas sencilla lógica. «Lo que el vulgo llama lluvias de sangre dice G. Schott no es otra cosa ordinariamente sino la caida de vapores tenidos por el vermellon ó por la creta roja; pero cuando cae sangre verdadera, lo que seria difícil negar, es un milagro debido á la voluntad de Dios» ¡Luz de verdad bien pronto oscurecida! Eustaquio, comentador de Homero dice que en Armenia las nubes dejan escapar lluvias de sangre, porque este país contiene minas de cinabrio cuyo polvo mezclado al agua tiñe las gotas de la lluvia.

Conrado Lycosthénes en su *Libro de los Prodigios* representa las lluvias de sangre y las lluvias de cruces en dibujos infantiles que nos dan una idea de la sencillez de otros tiempos.

A principios de Julio de 1608 una de estas llamadas *lluvias de sangre* cayó en los arrabales de Aix en Provenza estendiéndose hasta media legua de la ciudad. Algunos sacerdotes de esta, engañados ó deseosos de esplotar la credulidad del pueblo, no titubearon en ver en este suceso la influencia de Satanás. Afortunadamente un hombre instruido, M. de Peiresc (1) se entregó á investigaciones asíduas sobre aquel pretendido

(1) M. de Peiresc es una persona notabilísima á quien se debe el descubrimiento de la famosa Crónica escrita en los mármoles de Paros, y su cesion al conde de Arundel quien las depositó en la biblioteca de Oxford. No solo era una persona de grandísimos conocimientos, sino que empleaba su fortuna, que era considerable, en proteger las artes y las ciencias.

(N. del T.)

prodigio, examinando especialmente las gotas que habia en la pared del cementerio de la iglesia de Aix y de algunas casas inmediatas. Bien pronto reconoció que no eran otra cosa que los escrementos de mariposas que se habian observado muy profusamente á principios de julio. No habia ninguna mancha de aquella especie en el centro de la ciudad donde no habian ido las mariposas, y tampoco las habia por cima de la altura media de las casas de cuyo nivel no pasaba el vuelo de aquellos insectos. Además, la presencia de aquellas gotas en sitios cubiertos no podia permitir que se les asignara un origen atmosférico.

Se apresuró á enseñar lo que él habia observado á los amigos del milagro y demostró y evidenció que las pretendidas gotas de sangre solo se hallaban en cavidades, en intersticios, bajo las albardillas de los muros y nunca en la superficie de las piedras que tenian la cara superior al descubierto. Por todas estas observaciones demostró que las llamadas gotas de sangre no eran mas que gotas de un líquido rojo depositadas por las mariposas.

Sin embargo, á pesar de las tranquilizadoras observaciones de M. de Peiresc, el pueblo de los arrabales de Aix continuó sintiendo un verdadero terror á la vista de aquellas lágrimas sangrientas que manchaban el suelo de los campos.

Reaumur cita la mariposa llamada Tortuga grande, como la mas á propósito para esparcir estas especies de alarmas.

«Millones de ellas, dice, se transforman en crisálidas á fines de mayo ó principios de junio. Para verificar la transformacion dejan los árboles y van á aplicarse á los muros, y á veces entran en el interior de las casas de campo, donde se suspenden de las jambas de las puertas, de los techos, etc. Si todas las mariposas que salen á fines de junio ó á principios de julio volaran á la vez, formarian nubecillas, y habria bastantes por lo tanto para cubrir las piedras de algunas comarcas de manchas de un color rojo de sangre, y para hacer creer á los que solo procuran espantarse y ver prodigios en todo, que durante la noche habia llovido sangre.»

En general, sin embargo, las lluvias de sangre no son únicamente manchas rojas producidas por ciertos insectos, sino verdaderas lluvias teñidas por materias pulverulentas arrastradas por el viento. En nuestro siglo ha sido cuando se ha formado idea exacta de este orígen general.

El 14 de marzo de 1813 una de estas lluvias rojas cayó en el reino de Nápoles y en las dos Calabrias. Un sabio, Sementini, la examinó, la analizó y dió cuenta de ella en estos términos á la Academia de ciencias de Nápoles.

«Hacia dos dias que reinaba viento del E., cuando los habitantes de Gieraco (la antigua Locres) vieron una nube densa que se adelantaba desde el mar. A las dos de la tarde se calmó el viento; pero la nube cubria ya las montañas inmediatas y empezaba á interceptar la luz del Sol; su co-

lor de un rojo pálido al principio, se hizo despues de un rojo de fuego. Entonces quedó la ciudad sumergida en tan densas tinieblas, que á cosa de las cuatro hubo que encender luz en el interior de las habitaciones. El pueblo asustado por la oscuridad y por el color de la nube, corrió presuroso á la catedral para hacer rogativas públicas. La oscuridad fué aumentando progresivamente y *todo el cielo se presentó del color de un hierro encendido;* empezó á oirse el trueno, y los rugidos del mar que está á 6 millas de la ciudad aumentaban el pánico: entonces empezaron á caer las gotas de lluvia rojizas, que unos miraban como gotas de sangre y otros como gotas de fuego. Por último, al anochecer el aire empezó á despejarse, cesaron los truenos y los relámpagos, y el pueblo volvió á su tranquilidad ordinaria. »

El mismo fenómeno de una lluvia de polvo rojizo se verificó, aunque sin conmociones populares y con algunas diferencias en mas ó en menos, no solo en ambas Calabrias, sino tambien en la estremidad opuesta de los Abruzzos.

Aquel polvo tenia un color de canela y un sabor terroso poco marcado; era untuoso al tacto y se veian en él, con el lente, corpúsculos duros que se parecian á la piroxena. El calor le ponia pardo, despues enteramente negro, y por último la enrojecia, cuando era mas fuerte. Despues de haber sufrido la accion del calor se descubrian aun á la simple vista una multitud de laminillas brillantes, que eran de mica amarilla. Su peso específico, despues de separar los cuerpos duros era 2,07; estaba compuesto de 33,0 de sílice; 15,5 de alúmina; 11,5 de cal; 1 de cromo; 14,5 de hierro y 9 de ácido carbónico.

¿De dónde procedia aquel polvo? Eso fué lo que no pudo determinarse.

Es necesario llegar al año 1846 para tener un exámen general de esas lluvias que las siga por el espacio hasta su orígen.

El 16 de mayo de aquel año una lluvia de tierra ensució todas las aguas de Syam (Jura). En otoño del mismo se reprodujo la lluvia de tierra acompañada con un cortejo de rayos, de lluvias diluviales, de huracanes extraordina-

riamente desastrosos que se desencadenaron sucesivamente y con poco intervalo en una ancha faja del esferoide terrestre, de tal manera, que se pudieron esplicar por una gran perturbacion del sistema de los alísios.

A la sazon los huracanes trastornaban el Atlántico; en medio de ráfagas terribles, de tormentas y de pedriscos, hubo buques que se desarbolaron y quedaron tan lisos como pontones: otros navegaban entre despojos flotantes. Despues estallaron tempestades en Francia, en Italia, en Constantinopla, y mas lejos, hácia el Este, desencadenaron los tifones su furia en el mar de China.

Los vientos fueron bastante fuertes para arrancar una capa de tierra en las regiones en que la superficie del suelo presentaba arenas ó tierras desmoronadizas fáciles de levantar. Esta tierra, transportada á lo lejos, tenia que depositarse necesariamente en alguna parte, y este efecto se produjo en el mediodía de Francia, entre el Puy y el Mont-Cenis, en sentido del viento dominante, y desde Bourg á Drôme en sentido transversal. La abundancia del precipitado variaba segun las localidades; en Lyon fué poco perceptible, aun cuando se manifestó bajo la forma de un limo rojizo, que el vulgo calificó de *lluvia de sangre*. Pero en Meximieux, los soldados de un batallon que iba á la frontera Suiza quedaron cubiertos de barro y sus fornituras se impregnaron de tal manera, que fué preciso someterlas á un lavado hecho con gran esmero. El castillo de Chamagnieu sufrió una especie de reboco que le puso desconocido, y en Valence, la capa de barro fué tan gruesa que los habitantes tuvieron que limpiar los canalones y los tubos de bajada de aguas. Fournet hizo un cálculo, del cual resulta la curiosa deduccion de que en el departamento de Drôme los nublados tuvieron que acarrear, para esparcirle en el país, el enorme peso de 7 200 quintales métricos, que representan la carga de 180 carretas, tirada cada una de ellas por 4 buenos caballos, que pudieran arrastrar 40 quintales métricos de aquella tierra.

Ehrenberg, á quien se enviaron muestras de aquel producto, halló en él setenta y tres formas orgánicas, muchas de ellas características de la América meridional.

¡Aquella tierra venia del Nuevo-Mundo!

El intervalo de tiempo transcurrido entre su salida de América el 13 de octubre y su llegada á Francia el 17 del mismo mes fué de cuatro dias próximamente: velocidad $17^{m}5$ por segundo.

Desde 1846 no ha habido mas lluvia teñida notable que la del 31 de marzo de 1847 en las inmediaciones de Chambéry. El agua estaba enturbiada por una materia lechosa que tenia el aspecto de arcilla puesta en suspension. Las ropas de los transeuntes en que cayeron algunas gotas de aquella lluvia, quedaron moteadas con algunas manchas blanquecinas bastante perceptibles. Muy poco despues las noticias de Savoya, y sobre todo las del Monte San Bernardo hicieron saber que allí habia caido una *nieve roja terrosa*, impulsada por un viento S. O. y que recubrió el suelo en una altura de muchos centímetros.

Esta coloracion de la nieve, debida al polvo, no debe confundirse con su coloracion mas frecuente, debida á un animalillo que vive en su seno helado: el *disceraca* ó *uredo nivalis*, especie de infusorio que se desarrolla con una estension á veces asombrosa en los Alpes y en las regiones polares.

Cuando cayó la lluvia roja de 1847, de que estamos hablando, habia nevado en una gran parte de Francia. En París, en Orleans, en los Vosgos, en Bresse; y los huracanes reinaron en la Habana, en Bahama, en las Azores, en Terranova, en las Sorlingas, en Portugal y en España. Torbellinos atmosféricos trastornaban el N., el O., el Havre, París; en Erignan caian de las nubes 24 cigüeñas asfixiadas ó muertas por el rayo. Una tromba elevaba en Nántua á 3 metros una garita con su centinela dentro y cubria las calles de trozos de tejas, de cristales y de chimeneas. Los números que presenta Fournet consignan una baja barométrica muy pronunciada y muy rápida en el dia 31 de Marzo, á la cual sucedió una baja mayor todavía el 2 de abril.

Debemos citar tambien la lluvia de tierra de 27 de marzo de 1862, notable por sus resultados. El resíduo, cuando estaba húmedo tenia, como el de 1846, un color rojo bas-

tante marcado para resucitar las preocupaciones populares sobre las *lluvias de sangre;* cuando estaba seco era una tierra fina y amarillenta. Ehrenberg descubrió en ella 44 formas diversas, entre ellas, esas galionelas microscópicas de las cuales puede haber 466 000 en una pulgada cúbica.

En la noche del 30 de abril al 1.° de mayo, hácia las tres de la madrugada estalló una violenta tempestad de truenos sobre Perpiñan; despues se vió en muchos puntos de la ciudad y tambien en el campo, un polvo rojizo cuyo orígen se ignoró al principio; pero que se averiguó pronto que habia caido con la lluvia. El mismo fenómeno se estendió hasta la llanura del departamento de los Pirineos orientales y tambien se observó en los puntos elevados, con la única diferencia de que en estos se trataba de nieve roja.

La aparicion de aquellos copos al parecer teñidos de sangre causó cierto temor á los habitantes. Tambien ocurrió lo mismo en algunos otros puntos del litoral del Mediterráneo.

En estos se halló un polvo de margas arcillosas y ferruginosas mezcladas con arenas muy finas que al atravesar la atmósfera la privaron de una parte de las materias orgánicas que tenia en suspension. En este sentido, esas lluvias son precipitaciones de un limo fertilizador, son *lluvias de abonos*.

Todos los vientos un poco fuertes, son susceptibles naturalmente de levantar torbellinos de polvo; el hecho se observa mejor todavía cuando animados de un movimiento giratorio, tienen una especie de fuerza de aspiracion que los permite formar los remolinos de arena que con tanta frecuencia se hallan en los caminos.

La gran estension de la zona de desiertos, que se prolonga en los paises intertropicales y subtropicales del antiguo y del nuevo continente, está en condicion de suministrar á los vientos elementos terrosos que pueden transportar á distancia. Europa á su vez puede dar tambien á los vientos arenas y materias pulverulentas lo mismo que las lejanas comarcas de Asia, Africa y América.

Hemos considerado mas arriba el poder de las trombas.

Recordando nuevamente la de 1780, notable bajo el punto de vista actual, se desarrolló cerca de Carcassona á orillas del Aude, levantó grandes cantidades de arena, destechó ochenta casas, arrastró y desparramó á lo lejos las mieses que encontró en las eras, y desarraigó grandes fresnos cuyas mayores ramas fueron arrastradas hasta 40 metros de distancia etc. etc. Un poder tan grande basta para esplicar el transporte de arena y tierra aun cuando sea á puntos muy lejanos. La lluvia de sangre que cayó en Siena del 28 al 31 de diciembre de 1860, fue analizada escrupulosamente por el Dr. Campani y al parecer era de orígen orgánico.

Una de las lluvias de sangre mas notables fue la del 10 de marzo de 1869. Aquel dia soplaba en Nápoles el Sirocco de que hemos hablado en el capítulo de los vientos particulares. Sus ráfagas llevaban consigo la especie de nebulosidad que le caracteriza y que parece una ligera niebla; el barómetro habia bajado mucho y marcaba 637 milímetros: hacia mucho calor y de cuando en cuando caian fuertes y cortos chaparrones, ya en lluvia fina y espesa ya en gotas grandes como de tempestad. Cada gota de aquella lluvia dejaba una mancha de lodo en el sitio en que habia caido.

Aquellas manchas vistas de cerca, tenian un color pardo amarillento muy pronunciado y se parecian mucho á las que hubiera podido hacer un agua ferruginosa; las gotas dejaban una señal en las ropas y en la seda de los sombreros, como salpicaduras de lodo que contuviese óxido de hierro. Una hoja de papel blanco, mojada préviamente y espuesta al viento, presentó al cabo de algunos minutos un gran número de granitos rojizos de forma sensiblemente esférica cuyo diámetro podia variar de $^1/_{10}$ á $^1/_{100}$ de milímetro.

Si se pregunta de dónde procedia aquella arena, la respuesta no es dudosa: siguiendo la direccion trazada por el viento se llega directamente á Africa sin encontrar antes tierra alguna de que pueda suponerse que se habian tomado aquellas materias. El Simoun del Sahara habia sido pues, el que las habia arrojado por cima del Mediterráneo hasta nuestras costas.

M. Breton, profesor de Grenoble ha observado que este

resíduo era enteramente análogo al que recogió en Valence en setiembre de 1846 despues de la lluvia roja de que acabamos de hablar.

Segun se habia presumido aquella arena venia directamente del Sahara. En otra relacion se ve que el 3 de marzo de 1869 la Argelia fue teatro de un huracan de grandísima violencia.

Cerca de El-Outaïa nuestros soldados fueron sorprendidos por el viento en medio de un mar de arena. Tuvieron que emplear 4 horas y media para andar 11 kilómetros. «Desde que estoy en Argelia hace 17 años, dice un testigo ocular, no habia presenciado una tormenta semejante. Toda nuestra columna tuvo que detenerse, y fue preciso tomar las mayores precauciones para agruparla y evitar que fuera arrastrado algun hombre. La segunda vez que nos vimos obligados á hacer alto volvíamos la espalda al viento, y durante hora y media nos fue imposible ver el sol ni el cielo á pesar de que no habíamos advertido antes mas que nubecillas muy ligeras sobre nuestras cabezas. Durante cuartos de hora enteros no veia cada soldado al que estaba echado junto á él á 2 ó 3 metros de distancia.»

La lluvia que cayó en Nápoles habia tomado la tierra la víspera sin duda alguna en los arenales del Sahara, trastornados tambien por una tempestad que se estendió despues por toda Europa por el Mediterráneo y por Africa.

Estos fenómenos están íntimamente ligados á los grandes movimientos de la Atmósfera segun ha dicho recientemente con muy buen criterio, M. Tarry.

Diez dias despues de la lluvia roja precedente, el 20 de marzo, cayó sobre las costas del Norte de Francia una violenta tempestad que venia de Inglaterra. El 20 se manifestó en Boulogne un centro muy marcado de depresion atmosférica (734 milímetros); el 21 estaba ya en Lesina, á orillas del Adriatico. Durante muchos dias un viento fuerte del Nordeste, azotó la Francia, y despues la Italia. El 22 se levantó en Africa un huracan que arrastró las arenas del Sahara; y por último se verificó un movimiento retrógado: volvió á notarse una gran baja del barómetro en el Sur de Europa, donde la presion habia vuelto á elevarse despues

de pasar el huracan. El 24 bajó el barómetro á 740 milímetros en Palermo y á 742 en Roma; el viento adquirió una violencia inaudita; en Roma el meteorógrafo del P. Secchi indicó una velocidad de 640 millas en 24 horas, la mayor que se habia observado en todo el año.

Al mismo tiempo, el 23 de marzo se observó en Sicilia que la Atmósfera estaba cargada de densas nubes y de un polvo amarillento que daba al cielo un aspecto estraño. Empezó á llover y cada gota dejaba un resíduo amarillo que no se podia separar por completo del agua sin filtrarla dos ó tres veces. Esta sustancia analizada por el profesor Silvestre en Catana contenia arcilla, arena caliza, peroxido hidratado de hierro, cloruro sódico, sílice y materias orgánicas nitrogenadas.

El mismo fenómeno se observó tambien en Lubiaco cerca de Roma y en Lesina en Iliria. Hé aquí, pues, los prodigios de que habla Tito Livio, anotados hoy en el Observatorio de París.

La última lluvia roja notable es la del 13 de febrero de 1870.

El 7 de febrero se observó en Inglaterra una gran depresion barométrica; el barómetro marcaba 745 milímetros en Peuzance; el 9 se corrió al Mediterráneo; el 10 llegó á Sicilia donde bajó el barómetro mas que en Roma. Aquella depresion del barómetro fue acompañada de una violenta tempestad. En Roma sopló un viento muy violento del Norte durante los tres dias 8, 9 y 10. Bajo aquella influencia glacial hizo un frio terrible en Francia y en Italia. Las noches del 8 y del 9 nevó en Roma. Durante los dias 11 y 12 se tranquilizó el tiempo y volvió á subir el barómetro; el huracan se hallaba en Africa donde levantaba nubes de arena del Sahara. No tardó luego en manifestarse el movimiento de retroceso de que hemos hablado: el 12 bajó el barómetro en el Sur de España á 743 milímetros: en esta nacion y en Italia no dejó de soplar un terrible viento del Sur durante los dias 13 y 14. El Africa la envió de nuevo como lo habia hecho antes, el huracan que habia recibido de ella en los dias precedentes, con los fenómenos que le acompañaban y además la arena que habia cogido en el Sa-

hara. En efecto, el 13 de febrero á las 2 de la tarde se demostró la presencia de una arena rojiza en el agua de lluvia en las inmediaciones de Roma, en Lubiaco por M. Alvarez: en Trípoli por el P. Ciampri y en Mondragone por el P. Lavaggi. Durante la noche del 13 al 14 cayó en Génova una sustancia terrosa y roja; y el P. Denza, director del Observatorio recogió en Moncalieri *nieve roja* que contenia arena de la misma especie.

Esta reseña histórica de las lluvias de sangre indica: 1.° que son efectivas; 2.° que se deben por lo comun á materias pulverulentas arrastradas por el aire desde regiones con frecuencia muy lejanas; 3.° que no son tan raras como parecian. Las que se han demostrado auténticamente en Europa y en Argelia en nuestro siglo y han tenido alguna importancia por su densidad ó su estension llegan á 21.

1803.	Febrero.	Italia.
1813.	Febrero.	Calabria.
1814.	Octubre.	Oneglia (entre Niza y Génova).
1819.	Setiembre.	Studein (Moravia).
1821.	Mayo.	Giessen.
1839.	Abril.	Felipeville (Argelia).
1841.	Febrero.	Génova, Parma, Canigou.
1842.	Marzo.	Grecia.
1846.	Mayo.	Syam, Chambery,
1846.	Octubre.	Delfinado, Saboya, Vivarais.
1847.	Marzo.	Chambery.
1852.	Marzo.	Lyon.
1854.	Marzo.	Horbourg cerca de Colmar.
1860.	31 Diciembre.	Siena.
1862.	Marzo.	Beaumont cerca de Lyon.
1863.	Marzo.	Rodas.
1863.	Abril.	Entre Lyon y Aragon.
1868.	26 Abril.	Toulouse.
1869.	10 Marzo.	Nápoles.
1869.	23 Marzo.	Sicilia.
1870.	13 Febrero.	Roma.
1872.	7 Marzo.	Roma.

Se ve que en primavera y en otoño en la época de las tempestades equinocciales es cuando con mas frecuencia se producen estas singulares lluvias. Hemos visto que tambien pueden ocasionarse por los excrementos de algunas mariposas. Tambien debe indicarse otra causa; las cenizas de los

volcanes que los vientos pueden transportar á distancias inmensas. Podrian citarse muchísimos ejemplos de este hecho.

Veamos ahora otra série de lluvias prodigiosas referidas por las crónicas antiguas, exageradas é interpretadas de diferentes maneras, y cuya esplicacion no siempre es fácil de dar.

Las *lluvias de leche* se citan con bastante frecuencia. Obsequens refiere que en el territorio de Véies en 629 llovió aceite y leche. La carencia de datos positivos sobre hechos de esta naturaleza, autoriza cuando mas á sospechar que pudieran depender de algunas sustancias procedentes de erupciones volcánicas ó del arrastre de tierras blancas cretáceas por un huracan. En 620 corrieron arroyos de leche de Roma al lago romano. En 643 corrió la leche durante tres dias en un sitio que no se indica, y se sacrificaron numerosas víctimas con ocasion de aquel prodigio. Esos supuestos arroyos de leche son un fenómeno muy comun en ciertos paises: el simple lavado de algunas tierras blancas basta para dar origen á esta ilusion.

Dion Casio habla de una lluvia que tenia el aspecto de leche, y que cuando caia sobre monedas ó sobre otros utensilios de cobre, les daba durante tres dias la apariencia de plata. Si el hecho es exacto, es indudable que se trataba de azogue sublimado y que volvia á caer apenas se habia verificado su condensacion. ¿Pero en qué condiciones se habian verificado aquella sublimacion y aquella condensacion? Seria preciso saberlo para poder creer en aquel titulado prodigio.

Glycas habla tambien de una lluvia de azogue que puede ser la misma anterior, aunque la refiere á la época de Aurelio.

Podemos tambien comprender en estas lluvias un fenómeno que se ha observado frecuentemente en determinadas circunstancias para que se puedan poner en duda. Nos referimos á la aparicion de *cruces* en los vestidos. Hé aquí algunos ejemplos.

En 764 los desórdenes de los frailes de la iglesia de San Martin en Tours escitaron la cólera de Dios. Cayó sangre del cielo sobre la tierra y los vestidos de los hombres se llenaron de cruces (Gregorio de Tours).

Fritsch indica en 783 una lluvia de sangre y cruces en las ropas sin decir que llovieran estas últimas.

En 1094 cayeron cruces del cielo sobre los hábitos de los frailes, sin duda para advertirles por su impiedad, dice G. Schott.

El año 1534 cayó en Suecia una lluvia que dejaba en los vestidos la apariencia de cruces rojas. Cardan esplica este fenómeno diciendo que el agua de la lluvia tenia en suspension algunas tierras rojas, y que las cruces se formaban por las gotas que penetraban en la trama de los tegidos. Fromond y Schott no admiten esta esplicacion, porque segun ellos aquellas cruces no se formaban solo en ciertas partes de los vestidos, sino en todos ellos, y ademas dejando caer gotas de sangre en un tejido no afectan nunca esa forma. Segun aquellos hombres religiosos en aquel fenómeno habia una intervencion directa de la divinidad.

Pero hay mas: las crónicas refieren que en 1501 cayeron cruces en

Alemania y en Bélgica, no solo en los vestidos, *aun en los que estaban encerrados* en arcas (al menos respecto de estos últimos deberia decirse que las cruces *se formaron* y no que *cayeron*) especialmente en las ropas de las mujeres, sino tambien en la cara de algunos indivíduos y hasta en el pan. Este fenómeno duró tres años renovándose siempre por las épocas de la Pasion y de Páscuas: sin duda, dice el cronista, para inspirar el respeto tan frecuentemente olvidado, que debemos á la Sangre y á la Cruz de Nuestro Señor. Juan de Horn príncipe de Lieja dió cuenta al emperador Maximiliano I de la observacion que habia hecho de una jóven de 22 años, de aquella ciudad, cuyas ropas se cubrian siempre de cruces sangrientas por mas que se las mudara muy amenudo.

De la sangre á la carne, la transicion es directa. Relatemos el hecho siguiente citado por Obsequens. «En el año 273 de Roma caia la carne del cielo como la nieve en trozos mayores ó menores. La que no fué devorada por los pájaros no se corrompió ni sufrió ninguna alteracion.» Este último carácter demostraria evidentemente, si se necesitara hacerlo, que no se trataba de verdadera carne animal, puesto que esta se corrompe fácilmente. ¿Qué sustancia era, pues, la que habia caido del cielo? ¿Podria establecerse alguna analogía entre esta lluvia de materia sólida y el maná de los Hebreos? Recordando que en algunos manantiales termales y sulfurosos se produce una materia de aspecto animal, ¿se traspasarian los límites de la verosimilitud científica, suponiendo que las condiciones necesarias para la formacion de aquella sustancia se habian encontrado accidentalmente en la Atmósfera? (1). ¿Sería mas prudente, se pregunta el doctor Grellois, negar absolutamente el hecho? Cada uno puede juzgar lo que le parezca mas acertado.

Recordemos sin embargo que se citan otros ejemplos de lluvias de sustancias nutritivas. En nuestro tiempo, en 1824 y 1828 en una comarca de Persia se verificó una lluvia de esta clase, tan abundante en algunos puntos que cubria el suelo con una capa de cinco á seis pulgadas de altura. Aquello era una especie de líquen conocido ya. Los rebaños, especialmente los carneros le comieron con avidez y hasta se usó para hacer pan.

Se puede agrupar con los hechos precedentes la caida de ciertas materias blandas, indicada por Muschenbroeck y que se verificó en Irlanda en 1675. Era una lluvia de sustancia crasa como la manteca, glutinosa y que se ablandaba en la mano, pero que se secaba al fuego adquiriendo mal olor.

El abate Richard réfiere los dos hechos siguientes, que llama lluvias de fuego. En el mes de noviembre de 1741 una nube impulsada por un fuerte viento del Este, despues de haber chocado muchas veces contra las montañas que coronan la ciudad de Almería en el reino de Granada en España, dejó caer una lluvia de chispas ardiendo que no solo prendieron

(1) En las inmediaciones de Choluteca (república de Honduras) nace de una gruta traquítica un manantial de agua teñida de rojo por una porcion de animalillos infusorios, que se llama en el pais el *rio de Sangre*. A poca distancia de su nacimiento se altera, y exhala un fuerte olor á carne corrompida. A manantiales de esta especie se refiere el autor al hacer la suposicion que da márgen á esta nota.

(N. del T.)

fuego á todo el campo de las cercanías, sino tambien á parte de una escuadra mandada por M. de Court y que estaba á la sazon en el puerto de Almería.

En 10 de marzo de 1695 á las siete de la tarde estalló una violenta tempestad en Chatillon-sur-Seine; habiéndose inflamado la cabeza de la nube que parecia escitarla, todo el aire apareció ardiendo; los que la vieron se asustaron y creyeron que las aldeas inmediatas se habian inflamado por el fuego que caia por todas partes en chispas análogas á las que despide un hierro ardiendo cuando se golpea; despues de haber caido rodaban algun tiempo por el suelo y se volvian azules, apagándose inmediatamente. Esta lluvia de fuego duró un cuarto de hora y cayó en una gran estension de terreno; pero no ocasionó incendios: cuando terminaba el huracan caian grandes copos de nieve.

En 828 cayeron del cielo granos semejantes á los del trigo, pero mas pequeños. Se relaciona con este hecho insólito la victoria de los Sarracenos y los Turcos.

Puede aceptarse sin dificultad este hecho y tambien el siguiente referido por Jonston. Durante dos horas, y en una superficie de mas de dos millas cayeron en Carintia granos de trigo con los cuales se pudo hacer pan.

No hay tampoco dificultad para admitir la relacion de Cassiodoro el cual asegura que entre los Atrébatas en 371 cayó lana verdaderamente mezclada con la lluvia.

Las *lluvias de azufre* citadas tambien con frecuencia no son por lo comun mas que el pólen de ciertas plantas dioicas, especialmente pinos y avellanos, que los vientos transportan á grandes distancias. Sin remontarnos hasta la lluvia de azufre que destruyó Sodoma y Gomorra, no es posible sin embargo poner en duda ciertas lluvias de azufre cuya existencia aparece perfectamente demostrada. Olao Wormense refiere que el 16 de Mayo de 1646 cayó en Copenhague una lluvia muy abundante que inundó toda la ciudad, y que contenia un polvo semejante al azufre por su olor y su color. Segun dice Simon Pauli, el 19 de mayo de 1665 cayó en Noruega en medio de una tempestad horrible, un polvo enteramente análogo al azufre, que arrojado en el fuego, producia el mismo olor, y que mezclado con esencia de trementina producia un líquido cuyo olor era igual al del bálsamo de azufre. La proximidad de los volcanes de Islandia basta para esplicar estos hechos. En Nápoles no es raro observar fenómenos de la misma naturaleza. Sigesbek en las memorias de Breslau, hace mencion de una lluvia de azufre que cayó en la ciudad de Brunswick y *que era un verdadero azufre mineral.*

Este hecho necesita confirmacion: en cuanto á las lluvias de pólen, de flores y de hojas han sido auténticamente demostradas.

El 9 de abril de 1869 estaba el aire tranquilo y sin ninguna nube á las doce y diez minutos del dia. M. Jallois refiere que uno de sus corresponsales observó una lluvia de hojas secas de roble que caia de las regiones elevadas de la atmósfera. Tiene una escelente vista y las divisaba al principio como puntos brillantes sobre el azul del ciélo á una gran altura, viéndolas luego caer á su alrededor siguiendo una trayectoria casi vertical, ligeramente inclinada de O. á E. Fue testigo de este fenómeno durante unos diez minutos; pero la lluvia debia haber empezado antes de que él saliera. Un estanque próximo, sobre cuyas aguas flotaban las hojas tenía por lo menos una en cada metro cuadrado.

Aquel fenómeno debió ser consecuencia de una borrasca muy fuerte que se verificó el 3 de abril. Las hojas de roble arrastradas por un torbellino y transportadas á las altas regiones de la Atmósfera se mantuvieron en ella seis dias á causa del viento, y cayeron cuando este dejó de soplar.

Esta lluvia de hojas de roble nos trae á la memoria una lluvia de naranjas.

El 8 de julio de 1833, una tromba que se habia formado en el mar en la Punta de Posilipo, cerca de Nápoles, penetró en la costa y vació por completo dos grandes cestos de naranjas; poco tiempo despues y á mucha distancia de allí, una jóven que se hallaba en un terrado, vio caer á su alrededor una lluvia de naranjas; fenómeno mucho mas agradable que una lluvia de ranas ó de sapos; pero mas estraño aun, porque las naranjas son mucho mas voluminosas y mucho mas pesadas que los animales de esas especies que han aparecido en algunas lluvias de tempestad.

Despues de las lluvias de vejetales, hé aquí ahora algunas observaciones tambien curiosas y demostradas de un modo incontestable. Son *lluvias de animales vivos*.

Hemos visto ya en el capítulo de las trombas pág. 187 que estos meteoros pueden elevar el agua de los estanques con los peces que contiene. El meteorologista Peltier refiere que un dia le cayeron sobre la cabeza algunas ranas, arrastradas por una tromba. Esto sucedió en Hans, en 1835 y el hecho se demostró perfectamente. Citemos otro mas reciente aun.

En la noche del 29 al 30 de enero de 1869 hácia las 4 y media de la madrugada despues de una fuerte ráfaga de viento, empezó á nevar hasta que fué de dia. (Arache: Savoya superior) y por la mañana se hallaron en aquella nieve gran cantidad de larvas vivas. La mayor parte de estas larvas parece que son las del *Trogosita mauritánica*, que es muy comun en las maderas viejas en los bosques del Mediodia de Francia. Tambien se han encontrado algunas orugas de una mariposilla del órden de las Noctuas probablemente la *Stibia stagnicola*. Esta oruga adquiere todo su desarrollo en el mes de febrero y habita el centro y el mediodia de Francia. Esta lluvia de insectos en Arache cuya latitud es de 1 000 á 1 200 metros no puede esplicarse sino por medio de un viento fuerte que los haya transportado del Mediodia de Francia.

En noviembre de 1854, un dia de fuerte viento cayeron muchos millares de insectos, la mayoría vivos, en un bosque de las cercanías de Turin. Unos estaban aun en estado de larvas y otros en el de insectos perfectos; pero todos pertenecian á una misma especie del órden de los hemípteros, que solo se ha encontrado en la isla de Cerdeña.

Los autores antiguos refieren muchos ejemplos de estas lluvias de insectos. Filarco dice que Ateneo habia visto caer del cielo peces y ranas en gran cantidad y en muchos sitios. El mismo autor contiene la cita siguiente. Heraclito Lembus en el libro XXI de las Históriias dice que Dios hizo llover ranas alrededor de la Peonia y la Dardania en tan gran cantidad que las casas y los caminos estaban llenos de ellas. Se cerraron las

habitaciones y se mataron muchas; pero se encontraban hasta mezcladas con los alimentos y cocidas con ellos. Las aguas las contenian en un número enorme y no se podia poner el pie en el suelo sin pisarlas. La descomposicion de sus cadáveres produjo un olor tan infecto, que hubo necesidad de abandonar el pais.

Fromond indica que hallándose con muchos de sus amigos á las puertas de Tournay en 1625 empezó á llover sobre un polvo seco, y apareció de repente tal ejército de ranas, que por todas partes no se veia otra cosa; y que todas eran del mismo tamaño y del mismo color.

Porta indica haber visto con frecuencia entre Nápoles y Puzzuoli ranas que nacian en medio del polvo, cuando se mojaba repentinamente por la lluvia. Esta particularidad, añade, la conocen muchos habitantes de estas dos ciudades.

Estas apariciones súbitas de ranas y de sapos se deben en la mayoría de los casos á que estos animales salen con gusto de los terrenos bajos en que viven despues de las lluvias de tempestad, y atraviesan fácilmente los caminos. Solo en circunstancias estremadamente raras pueden las trombas levantar y llevar consigo peces ó ranas.

Las lluvias de langostas son producidas por caravanas volantes de estos ortopteros, y en particular de la *langosta de paso*. Estos insectos son el azote de la agricultura. Llegan sostenidos por el viento, se posan en el suelo y transforman en árido desierto la comarca mas fértil. Vistas de lejos sus innumerables bandadas tienen el aspecto de nubes de tempestad: estas nubes siniestras oscurecen el Sol. En toda la altura que puede alcanzar la vista el cielo se presenta negro y cubierto por los insectos. El chirrido de tantos millones de alas se puede comparar al ruido de una catarata. Cuando el horrible ejército se arroja sobre el suelo, las ramas de los árboles se tronchan y toda clase de vegetacion desaparece al cabo de muy pocas horas en una estension de muchas leguas. Roen los trigos hasta las raices y arrancan las hojas de los árboles: todo lo destruyen, lo sierran, lo cortan, lo devoran. Cuando ya no queda nada, la funesta banda se levanta otra vez, como si la dieran una señal, y parte de nuevo dejando en pos de sí la desolacion y el hambre.

Sucede con frecuencia que despues de haberlo asolado todo, mueren de hambre antes de que llegue la época de la postura. Sus infinitos cadáveres amontonados y calentados por el Sol, se descomponen muy pronto, y en virtud de sus emanaciones pestilentes, se declaran enfermedades epidémicas que diezman las poblaciones.

En 1749 la langosta detuvo el ejército de Cárlos XII rey de Suecia cuando se retiraba hácia la Besarabia, despues de la derrota de Pultawa. El rey creia que iba á caer sobre el ejército una granizada, cuando se posó sobre él una nube de estos insectos. Su llegada se habia anunciado por un silbido semejante al que precede á una tempestad, y el ruido de su vuelo era tal que apagaba por completo el del Mar Negro. Todos los sembrados quedaron destruidos á su paso.

La langosta en el Mediodia de Francia se multiplica á veces con tal profusion que se pueden llenar muchas barricas con sus huevecillos. En muchas ocasiones han originado inmensas pérdidas. Especialmente en los años 1805, 1820, 1822, 1824, 1825, 1832, y 1834 ha sido temible su aparicion en el Mediodia de Francia.

Mezeráy refiere que durante el reinado de Luis XIII, en el mes de enero de 1613, la langosta invadió la campiña de Arlés. En siete ú

ocho horas devoró hasta las raices, los trigos y los forrajes en una estension de 15 000 fanegas de tierra (1). Despues pasó el Ródano y llegó á Tarascon y á Beaucaire donde se comió la hortaliza y la alfalfa, y por último se trasladó á Aramon, Monfrin, Valabrègues etc, donde felizmente fue destruida en gran parte por los estorninos y otros pájaros insectívoros que habian llegado en bandadas inmensas atraidos por aquel opíparo banquete.

Los cónsules de Arlés y de Marsella hicieron recoger los huevecillos. Arlés gastó en esta operacion 25 000 francos y Marsella 20 000. Se recogieron, y enterraron ó hecharon al Ródano 3 000 quintales de huevos que á razon de 1 750 000 en quintal darian una cantidad de 5 250 millones de saltamontes destruidos en germen y que sin aquella precaucion hubieran renovado muy pronto, los estragos que el pais acababa de sufrir.

En 1825 se recogieron en el territorio de Saintes-Maries, cerca de Aigues-Mortes, á orillas del Mediterráneo 1 518 sacos de langostas muertas, que pesaban 68 861 kilógramos. 165 sacos ó sean 6 600 kilógramos se cogieron solo en Arlés.

La Argelia se ve en ocasiones asolada por la langosta. Hay años de langosta, como los hay entre nosotros de abejorros, pulgones, orugas etc; pero estas plagas son afortunadamente muy raras. Las mas terribles fueron las de 1845 y 1866.

Tambien se han visto verdaderas lluvias de abejorros bajar del cielo como fuertes aguaceros y cubrir los campos las carreteras y los caminos.

Estos coleópteros lo mismo que la langosta vuelan en bandadas de una provincia á otra; emigran de un pais, no llevados en el seno de alguna tromba sino solamente ayudados por el viento, cuando lo han asolado todo en él, y le han dejado como tabla rasa.

Para dar una idea del número prodigioso de abejorros que se han presentado en algunas circunstancias, referiremos algunas fechas históricas.

En 1574 fué tal, en Inglaterra, el número de estos insectos que no permitieron girar á los molinos del Saverne.

En 1688, formaron una nube tan sumamente densa en el condado de Galway en Irlanda, que el cielo se oscureció en un espacio de mas de una legua, y que los campesinos apenas podian abrirse paso, por los sitios en que se posaban. Destruyeron la vegetacion de tal manera que toda la campiña tomó el aspecto tétrico del invierno. Sus voraces maxilas, hacian un ruido comparable al que produce al serrarse una viga gruesa y por la tarde el zumbido de sus alas semejaba á lejanos redobles de tambor. Los desgraciados irlandeses se vieron precisados á falta de otro alimento á cocer á sus invasores y comérselos.

En 1804 un viento muy fuerte precipitó en el lago de Zurich inmensas nubes de abejorros, cuyos cuerpos amontonados formaron una capa muy gruesa y apestaron la Atmósfera con sus exhalaciones pútridas.

El 18 de mayo de 1832 á las nueve de la noche, cayó una bandada de abejorros sobre una diligencia que iba de Gournay á Gisors, cuando salia de la aldea de Talmontiers. La violencia fué tal que los caballos

(1) Son fanegas francesas y equivalen á unas 7 650 hectáreas ó sean cerca de 1 200 fanegas de Castilla.

asombrados y ciegos se negaron á continuar la marcha y el conductor tuvo que volver á la aldea para esperar á que concluyese aquella granizada de nueva especie (*Figuier: Los Insectos*).

Tal es la série de lluvias de sangre, tierra, vegetales y animales que puede hallarse en la historia de la meteorología. Aquí nos detendremos. Del mismo modo que en el capítulo anterior hemos visto hablar de granizos del tamaño de un elefante, en estos otros fenómenos la exageracion ha duplicado y centuplicado los efectos verdaderos. Por esta razon, aunque la fuerza que el viento puede adquirir sea fabulosa, dejamos al dominio de la fábula, lo que cuenta Avicena, el principe de los médicos árabes, de haber visto caer de las nubes el cuerpo entero de una ternera. Sin embargo, Javier de Maistre refiere formalmente que una jóven fué arrebatada por una tromba en 1820: este es ya un objeto mas aéreo y mas susceptible de que lo arrebatase el céfiro de Homero: la cuestion está en saber hasta que altura fué elevada la vaporosa doncella. Ya Cabeus habia referido en el siglo XVII que por el año 1618 una mujer que lavaba la ropa en el lago de Mántua, habia sido arrastrada por un fuerte viento; pero la cuestion es la misma de antes. En cuanto á animales corpulentos, la historia mas atrevida es tambien la mas antigua: la del leon de Nemea que cayó de la luna en el Peloponeso... Es verdad que á veces caen del cielo masas de centenares de kilógramos, como ya lo hemos dicho respecto de los aerolitos; pero los otros mundos no nos han enviado todavia mas que piedras. Los animales, peces, insectos, semillas y hojas que caen del cielo son originarias de la Tierra, por mas que hubiéramos tenido mucho placer en recibir muestras de animales ó vegetales de Marte ó de Júpiter.

LIBRO VI.

LA ELECTRICIDAD, LAS TORMENTAS Y EL RAYO.

CAPITULO PRIMERO.

LA ELECTRICIDAD EN LA TIERRA Y EN LA ATMÓSFERA.

Estado eléctrico del globo terráqueo.—Descubrimiento de la electricidad atmosférica.—Esperimentos de Otto de Guericke, Vail, Nollet, Franklin, Romas, Richmann, Saussure etc.—Electricidad del suelo, de las nubes, del aire.—Formacion de las tormentas.

En los primeros libros de esta obra hemos aprendido á apreciar el aire considerado en sí mismo, su trabajo en la naturaleza, su importancia en la vida terrestre. Hemos estudiado despues la distribucion del calor en el globo y en la Atmósfera, y reconocido la accion permanente de esta fuerza colosal que pone en contínuo movimiento la inmensa fábrica en cuyo fondo respiramos. Mas adelante hemos fijado nuestra atencion en otro elemento no menos digno de estudio, en el agua; examinando su reparticion en el globo y en la Atmósfera uniendo siempre en nuestras consideraciones el globo sólido y el fluido vital que le rodea, puesto que su accion recíproca está tan íntimamente ligada, que al estudiar la Atmósfera no hemos tenido otro fin ni hemos tratado de conseguir otro objeto, en definitiva, mas que el de estudiar la vida terrestre en su conjunto general. Ahora llegamos al agente mas maravilloso y mas singular que existe, cuyo estudio completará y cerrará el inmenso panorama que hemos desarrollado en esta obra. He aquí, pues, ahora la *electricidad*, las tormentas y el rayo. Su estudio no es el

menos complicado; pero bien recompensarán nuestro trabajo los prodigiosos espectáculos que se desarrollarán á nuestra vista. Examinemos ante todo, segun nuestro método general su distribucion en la Tierra y en la Atmósfera.

Pero al entrar en sus dominios, recorramos primeramente su historia que es bastante curiosa.

Podríamos seguramente remontarnos hasta Numa Pompilio y hasta los Etruscos, que, segun parece, conocieron la atraccion del rayo por las puntas y su conductibilidad á través del hierro; y trataron de desarmarle como hoy hacemos nosotros con el pararayos. Podríamos presentar tambien en escena á su sucesor Tulio Hostilio, herido de un rayo, como lo fué en el siglo último el físico Richmann, por haber faltado á ciertos ritos, es decir á ciertas precauciones sin las cuales es peligroso jugar con los rayos. Podríamos por último, referir como interpretaban los romanos las diferentes especies de relámpagos y de truenos dividiéndolos en rayos nacionales, rayos individuales, rayos de familia, rayos de consejo, rayos de autoridad, rayos admonitorios, confirmatorios, postulatorios, auxiliares, desagradables, pérfidos, pestíferos, amenazadores, asesinos, etc. etc. Pero esta obra es ya demasiado voluminosa y temo, mi querido lector, abusar de tu ya probada paciencia. Hénos ya en la pág. 311 del tomo II lo que me asusta á mí mismo, y lo que llegaria hasta desesperarme, si no hubiese apreciado la inmensidad del mundo atmosférico en las seiscientas leguas que he viajado en globo. A pesar de todo, fuerza es ya detenerse aun en medio de los mas magníficos paisajes, aun en medio de los dulces y melancólicos paseos noturnos: es fuerza detenerse; pero hay que ver sin embargo todo lo mas que se pueda, como hemos procurado hacerlo al abarcar el espectáculo de la naturaleza, desde las esplendorosas obras del sol, hasta las mortecinas luces de la silenciosa luna. Pronto descansaremos; pero no habríamos apreciado el trabajo de la Atmósfera en toda su estension si no viéramos estallar ante nuestros ojos una tormenta, desgarrando con furia el seno de las nubes, lanzando el rayo en medio de sus terribles convulsiones y desaparecien-

do despues, aniquilada por múltiples descargas eléctricas. En ninguna especie de fenómenos atmosféricos, se ponen en juego fuerzas tan sútiles y formidables á la par, tan bruscas por una parte y tan juiciosas y tan metódicas por otra. Allí nada se puede comprender; desde Roberto-Houdin hasta los sonámbulos extralucidos, no se ha visto ningun fenómeno medianímico que sea superior á los fenómenos del rayo.

Decíamos que era supérfluo remontarnos hasta los antiguos en la relacion de que nos vamos á ocupar; y podemos tambien prescindir con facilidad de los modernos. Veamos pues la historia en dos palabras.

Otto de Guericke, burgo-maestre de Magdebourg, y célebre por su invencion de la máquina neumática, fué el primero que descubrió, hácia 1650 cierta apariencia de luz eléctrica. El doctor Wall, casi en la misma época, escitando la electricidad en un gran cilindro de ámbar, observó una chispa mas viva y un ruido mas fuerte; y, cosa notable, aquella primera chispa producida por la mano del hombre se comparó al instante, al resplandor de rayo. «Aquella luz y aquel chasquido, dice Wall en su memoria (*Transaciones filosóficas*), parece en cierto modo que representan el trueno y el relámpago». La analogía era muy notable y bastaba tener talento para apreciarla; pero para demostrar su verdad, para descubrir en un fenómeno tan pequeño las causas y las leyes del fenómeno mas grande de la naturaleza era necesaria una série de pruebas que solo podian esperarse de un genio superior. Muchos físicos, sin embargo, buscaban estas pruebas por medios mas ó menos ingeniosos: unos observaban que la chispa era *ganchuda* como el relámpago; otros pensaban que el rayo es en manos de la naturaleza lo que la electricidad en las nuestras. «Confieso que esta idea me agradaria mucho, decia el abate Nollet, si estuviera bien sostenida; y para sostenerla ¡cuántas razones especiosas!» En fin, todo se volvian razonamientos que nada podian decidir, porque en física únicamente de la esperiencia, es de la que pueden sacarse deducciones. Mientras esto se hacia en Europa y en todo el antiguo continente, en América en un pueblo nue-

vo, apenas conocido en el ramo de las ciencias, se hacian esperimentos que se referian directamente al rayo. Franklin hallaba el medio de hacerle bajar del cielo para interrogarle á él mismo acerca de su orígen. Despues de haber hecho muchos descubrimientos eléctricos, especialmente sobre la botella de Leyde y sobre el poder de las puntas tuvo Franklin la feliz idea de ir á buscar la electricidad al seno de las nubes: de algunos esperimentos decisivos, habia deducido que un vástago de metal puntiagudo, colocado á gran altura en la techumbre de un edificio, recibiria la electricidad de las nubes tormentosas. Esperaba con impaciencia la terminacion de un campanario que se iba á construir por entonces en Filadelfia: pero cansado de esperar é impaciente por ejecutar su esperimento que debia solventar todas las dudas, recurrió á otro medio mas espedito y no menos seguro en sus resultados. Como solo se trataba de elevar un cuerpo hasta la region de la tempestad, es decir á una gran altura en el aire, pensó Franklin que una cometa, como las que sirven de diversion á los niños, podria servirle tan bien como cualquier campanario por elevado que fuera. Preparó pues dos barras en cruz, un pañuelo de seda y una cuerda de la longitud conveniente, y aprovechando la primera tempestad salió al campo para hacer el esperimento. Solo le acompañaba su hijo, porque temiendo el ridículo que es siempre cortejo obligado de los ensayos infructuosos, segun confiesa con la mayor ingenuidad, no quiso confiar á nadie su designio. Echaron la cometa; una nube que les habia hecho concebir grandes esperanzas, no produjo ningun efecto. Otras se adelantaban y puede juzgarse la inquietud conque las esperarian. Todo estaba tranquilo al parecer; no se veia ninguna chispa ni señal eléctrica ninguna; por último sin embargo, algunos filamentos de la cuerda comenzaron á erizarse como si hubieran sido rechazados y se oyó un ligero chasquido. Animado con aquellos signos eléctricos, Franklin acercó el dedo á la cuerda y vió aparecer al momento una chispa brillante, seguida poco despues de otras muchas. De esta manera, el genio del hombre pudo burlarse por primera vez del rayo y sorprender el secreto de su existencia.

El esperimento de Franklin verificado en junio de 1752, se repitió en todos los paises ilustrados, y en todas partes fué coronado de igual éxito. M. de Romas, magistrado francés, asesor en la audiencia de Nerac, aprovechándose de la primera idea de Franklin, que se habia publicado en Francia, habia pensado tambien en sustituir las cometas á las barras colocadas á grandes alturas, y en junio de 1753 antes de conocer los resultados obtenidos por Franklin, habia obtenido señales eléctricas muy marcadas, porque habia tenido la ocurrencia feliz de poner un alambre en el interior de la cuerda, que tenia 260 metros. Mas adelante en 1757, repitió de Romas estos esperimentos durante una tempestad y entonces obtuvo chispas de una magnitud notable. «Figuraos, dice, que se veian lenguas de fuego de nueve ó diez pies de longitud y de una pulgada de anchura, que hacian tanto ó mas ruido que un pistoletazo. En menos de una hora ví seguramente mas de treinta chispas de aquel tamaño, aparte de otras mil de siete pies y mas pequeñas.» Una porcion de personas, entre ellas algunas señoras á quienes no daba miedo la tempestad, asistian á aquellos esperimentos cuyo principal actor era la naturaleza misma.

Como se comprende fácilmente, estos ensayos no dejaban de ofrecer peligro. Romas fué derribado por una descarga demasiado fuerte pero sin recibir lesion grave. No sucedió lo mismo con Richmann, individuo de la Academia de Ciencias de San Petersburgo, que perdió la vida en uno de aquellos esperimentos. Habia hecho bajar desde el tejado de su casa hasta su gabinete de física una varilla de hierro aislada que conducia á él la electricidad atmosférica cuya intensidad averiguaba diariamente. El 6 de agosto de 1753, en medio de una violenta tempestad estaba á alguna distancia de la varilla para evitar las chispas demasiado fuertes, esperando el momento de medir la tension eléctrica, cuando entró de repente su grabador. Richmann dió hácia él algunos pasos que le aproximaron demasiado al conductor: un globo de fuego azulado, del tamaño del puño, saltó á su frente y le dejó muerto en el mismo instante.

Desde hace un siglo, el estudio de la electricidad se verifica por medio de dobles esperimentos hechos por una parte en los gabinetes de física y por otra en la Atmósfera. Sabidos son los esplendidos resultados y las maravillosas consecuencias que se han deducido de los primeros: ¡la telegrafía eléctrica, que nos hace hablar en voz baja con nuestros amigos de América y que lleva el pensamiento humano y las palpitaciones de la vida de los pueblos á través de todo el mundo civilizado! La galvanoplastia, que reproduce con la mayor fidelidad las obras maestras del arte estatuario y del grabado, son sus dos aplicaciones mas importantes. Los esperimentos sobre la electricidad atmosférica, consagrados á fenómenos mas complejos y mas potentes, han permitido que se adquiera una nocion exacta de los estados de la electricidad y de sus diversas manifestaciones.

La electricidad es una *fuerza* cuya naturaleza íntima, lo mismo que las de la luz, el calor y la atraccion, nos es aun desconocida. Esta fuerza produce efectos; y el estudio de estos efectos es lo que constituye la ciencia. Para esplicarlos se admite: 1.° que la electricidad es un fluido sutíl, susceptible de aglomerarse, de condensarse, enrarecerse, descargarse de un cuerpo á otro y franquear distancias inmensas con una velocidad muy superior á la de la luz, que es ya de 77 000 leguas por segundo; 2.° que este fluido tiene dos modos de existir, dos maneras de manifestarse, que se distinguen llamándose el uno *positivo* y el otro *negativo*. Estas son distinciones que no existen en la naturaleza y que se manifiestan á nuestros sentidos por variaciones relativas de intensidad. Sea de esto lo que quiera se ha demostrado que las electricidades *contrarias se atraen*, mientras que las electricidades *del mismo nombre, se repelen*. La reunion de cantidades iguales de fluidos de nombre contrario, forma el fluido *neutro*, ó *natural* que se supone existe en todos los cuerpos en cantidad inagotable. En virtud de diversas influencias, entre las cuales se debe citar el frotamiento, el fluido neutro se descompone en sus dos elementos. El globo terraquéo y la Atmósfera son dos inmensos depósitos de electricidad, y del uno al

otro hay cambios perpétuos de descomposicion y de reconstitucion, que representan en la vida de las plantas y de los animales un papel que completa la obra del calor y de la humedad.

El resultado general de las investigaciones sobre el estado eléctrico de la superficie del globo y de la Atmósfera

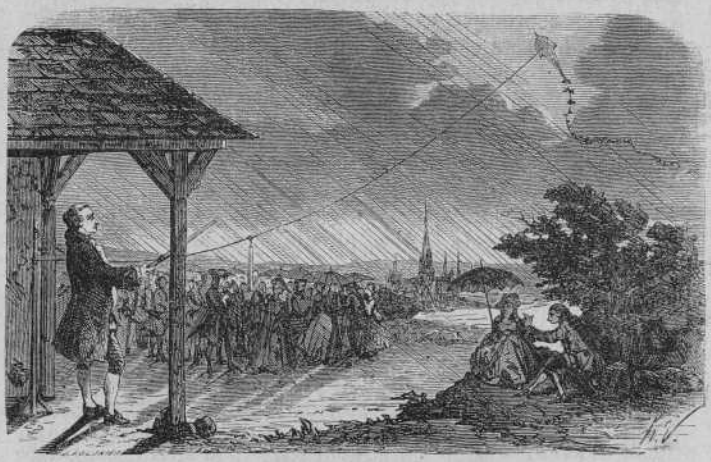


Fig. 22.—Esperimentos de M. de Romas sobre la electricidad eléctrica.

es que en el estado normal, el globo terráqueo está cargado de electricidad *negativa*, mientras que en la Atmósfera existe la electricidad *positiva*. En la superficie del suelo en la cual se verifican constantes cambios, la electricidad se halla en estado neutro; y lo mismo sucede con la capa de aire que está en contacto con ella, tanto en los mares como en los continentes. La electricidad positiva aumenta en la Atmósfera con la altura.

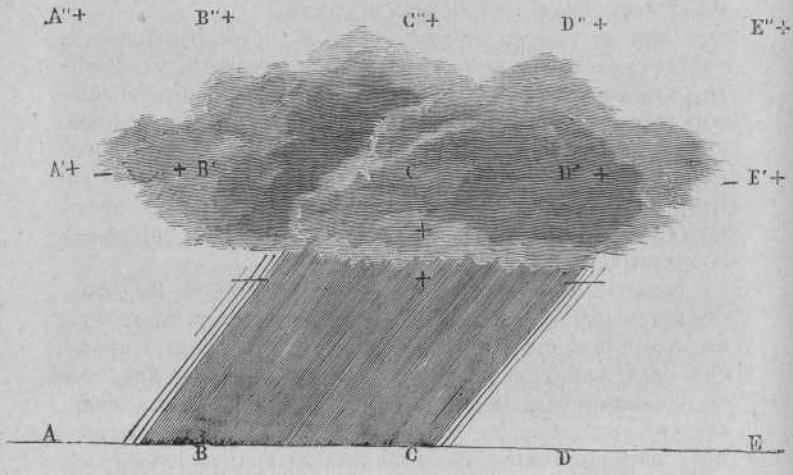
La evaporacion considerable que hemos visto se efectua en la superficie del mar en las regiones ecuatoriales,

carga de electricidad positiva las nubes, que trasportadas por los vientos superiores caminan hácia las regiones polares y acumulan en su Atmósfera esta clase de electricidad. La influencia de esta determina en el suelo de las regiones polares una condensacion contraria de electricidad negativa. Las auroras boreales se deben especialmente á estas dos tensiones opuestas: son una reconstitucion silenciosa pero visible del fluido natural por las dos tensiones contrarias de la Atmósfera y del suelo: así es que la aparicion de las auroras boreales vá acompañada de corrientes eléctricas que circulan por el suelo á tal distancia, que los movimientos de la aguja imantada indican en el observatorio de París, por ejemplo, una aurora que se verifica en Suecia ó en Noruega.

De la electricidad positiva de la Atmósfera resulta un estado análogo para las nubes. Sin embargo algunas veces se ven nubes electrizadas negativamente. No es raro observar en las cúspides de las montañas nubes que se adhieren á ellas como si las atrajera una fuerza misteriosa que se detienen allí un momento y que despues se desprenden para seguir el movimiento general de los vientos. Sucede en estos casos que las nubes pierden su electricidad positiva poniendose en contacto con las montañas y toman en cambio la electricidad negativa de estas, que entonces, lejos de continuar deteniéndolas tienen tendencia á rechazarlas. Por otra parte una masa de nubes situada entre el suelo, negativo, y otra masa superior positiva, está casi en estado neutro; su electricidad positiva se acumula en su superficie inferior y las primeras gotas de lluvia la hacen desaparecer. Desde aquel momento las nubes quedarán como la superficie del suelo, es decir que se harán negativas bajo la influencia de la capa superior, dotada de una gran tension positiva. Pero en general, las nubes están cargadas de electricidad positiva.

La electricidad atmosférica representa, como el calor y la presion del aire, una doble oscilacion anual y diurna, y otras oscilaciones accidentales mas considerables que las regulares. El máximo se verifica de 6 á 7 de la mañana en verano y de 10 á 12 en invierno: el mínimo se observa en

verano entre 5 y 6 de la tarde y en invierno á cosa de las tres. Hay tambien otro máximo al ponerse el Sol y una disminucion despues, durante la noche, que continúa hasta la aurora. Esta oscilacion está ligada con el estado higrométrico del aire. El máximo de la variacion anual es en enero y el mínimo en julio; se deben á la gran circulacion atmosférica: el invierno es la época en que las corrientes ecuatoriales tienen mayor actividad en nuestro he-



misferio, y entonces las auroras boreales son mas frecuentes.

Como el estado positivo ó negativo de la electricidad, acusado en los aparatos construidos para medir la intensidad de este agente, es tan solo la relacion en mas ó en menos entre dos cargas distintas, resulta, que cuando una nube electrizada positivamente pasa por cima de nuestras cabezas y se resuelve en lluvia, el aire puede acusar electricidad antes y despues de la lluvia y aun durante ella, segun la intensidad de la carga de la nube. Este estado de

cosas se puede representar, segun M. Quetelet, por el siguiente razonamiento.

A, *B*, *C*, *D*, *E*, es el suelo que suponemos en estado neutro. La capa de aire *A'*, *B'*, *C'*, *D'*, *E'*, paralela al suelo se ha electrizado mientras no hay nubes, positivamente y con igualdad en todas sus partes. La capa *A''*, *B''*, *C''*, *D''*, *E''*, está tambien electrizada positivamente y con mayor intensidad aun. Se forma una nube *B'*, *C'*, *D'*, electrizada tambien positivamente, pero menos que el aire que la rodea: resulta, que relativamente á este aire, manifestará electricidad negativa.

Para un observador colocado en *A*, la electricidad en la superficie del suelo se manifestará como positiva. Conforme se vaya aproximando la nube las indicaciones irán disminuyendo y acabarán por ser nulas; y hasta negativas, cuando empiece á pasar la nube; pero la lluvia vendrá cargada de electricidad positiva. Una variacion correspondiente se verificará cuando cese la lluvia y se aleje la nube; en *D*, las indicaciones serán negativas; en *E*, volverán á ser positivas.

Hemos visto en el libro IV que los choques de las grandes corrientes atmosféricas en las regiones tropicales, donde se anuda el circuito del ecuador á los polos, la evaporacion del Océano, ocasionada por el calor solar en estos focos de condensacion, la variacion de la presion atmosférica, etc., originan los movimientos ciclónicos, los huracanes, las tempestades, cuya marcha tormentosa llega hasta nuestras latitudes. Estos enérgicos movimientos desarrollan electricidad en inmensas proporciones, y es muy raro que las tormentas, los relámpagos y los truenos no acompañen á aquellos meteoros. La formacion de las nubes sobre el Océano y sobre los continentes, las nieblas de nuestras comarcas, la marcha de los nublados por nuestros valles y nuestras montañas desarrollan tambien cantidades variables de electricidad. Hay *tormenta*, cuando esta electricidad de las nubes, en vez de neutralizarse por medio de corrientes tranquilas, se reune en ciertos puntos, se condensa, satura en cierto modo las nubes, y acaba por estallar bruscamente para reunirse á la electricidad negativa, condensada al

mismo tiempo, bien sobre el suelo, bien sobre otras nubes.

Las grandes tormentas llegan á nosotros completamente formadas desde el Atlántico; proceden de los huracanes, y las nubes que las traen se hallan generalmente á una altura de mas de 1 000 ó 1 500 metros y caminan del S. O. al N. E., sin que, al parecer, altere su marcha el relieve del suelo francés. Las tormentas secundarias que se forman en nuestros mismos paises, se encuentran en nubes cuya altura es muy inferior á la precedente y que con mucha frecuencia pasan casi rasando el suelo, sufriendo de tal modo su influencia, que trasponen difícilmente las montañas y siguen de preferencia los valles, en los que distribuyen con largueza los rayos y los pedriscos.

A la formacion de las tormentas precede un descenso lento y contínuo del barómetro. La tranquilidad del aire y un calor sofocante, que depende de la falta de evaporacion en la superficie del cuerpo, son circunstancias completamente características. Las variaciones del estado eléctrico del suelo y de la Atmósfera unidas además á las causas precedentes, obran mucho sobre nuestra organizacion. Una ansiedad particular, independiente de todo temor motivado se apodera de ciertas personas nerviosas, que no pueden evitarla por mas que se esfuerzan en conseguirlo. En estas circunstancias es en las que se conoce principalmente, cuán íntima es la relacion que existe entre la parte física y la moral del hombre.

CAPITULO II.

EL RELÁMPAGO Y EL TRUENO.

Cuando la electricidad se desprende de una nube cargada de ella en demasía y se precipita, bien sobre otra nube, bien sobre un punto del suelo cargado de electricidad contraria, se produce luz eléctrica, semejante á la rápida chispa que hacemos saltar en pequeño en los esperimentos de física. Esta chispa recorre instantáneamente la distancia que separa los dos puntos electrizados, cualquiera que ella sea: se ha demostrado que no dura un diez milésimo de segundo. Esta chispa eléctrica es lo que constituye el relámpago: esta chispa es la manifestacion del rayo durante las tormentas.

Por punto general, los relámpagos solo aparecen bajo la forma de una claridad difusa que ilumina las nubes, el cielo y la tierra, los cuales quedan inmediatamente despues en una oscuridad mas densa que antes, por efecto del contraste. En este caso, que es el mas frecuente, bien sea porque el cambio de electricidades entre las nubes se verifique á la vez en un gran espacio que se ilumina y se oscurece instantáneamente, bien porque haya una chispa como en los relámpagos lineales, pero oculta por las nubes, no se observa mas que un resplandor súbito, difuso, sobre cuyo fondo se destacan un momento los contornos mas ó menos marcados de aquellas.

Estos relámpagos difusos son los mas comunes; se ven por cientos durante un solo dia, ó mejor, en una noche de

tempestad, para cada relámpago lineal que aparece. Este es, sin embargo, el relámpago característico por escelencia.

No es mas que una gran chispa eléctrica, una bola de fuego que se lanza desde una nube muy cargada de electricidad, sobre la tierra ó sobre otra nube, ó tambien que sube á las nubes desde el suelo; la rapidez con que recorre su trayecto produce el efecto de una línea delgada y luminosa. Es raro que este trayecto se verifique en línea recta á pesar del axioma del camino mas corto: sea en virtud de la distribucion variable de la humedad en el aire, lo cual le hace mejor ó peor conductor, sea en virtud de la variacion de sobrecarga eléctrica de los diferentes puntos del suelo y de las nubes, el relámpago aparece casi siempre en zig-zag. Este sutil flúido nos manifiesta por sus hechos y sus ademanes cuando atraviesa nuestras habitaciones, que salta de repente de un punto á otro, y despues á otro, caprichosamente al parecer, pero en realidad obedeciendo á las leyes de la distribucion del flúido y de la conductibilidad de los medios que atraviesa. Por lo general los relámpagos lineales forman zig-zags de ángulos obtusos, ó serpentean, segun líneas onduladas y sinuosas. Algunas veces se bifurcan en dos ó mas ramas. Nicholson y el abate Richard han observado algunos relámpagos ahorquillados. En otras ocasiones, pero con menos frecuencia, se dividen en tres ramas. Arago cita muchos ejemplos de estos, especialmente en las tormentas volcánicas; Kaëmtz no los ha visto mas que una vez en toda su vida. En muy raros casos se ramifican en cuatro ó cinco brazos, ó los que arrancan del relámpago primitivo se dividen á su vez en pequeñas ramas laterales. M. Liais los ha observado y dibujado con cinco ramas.

Los relámpagos no son siempre de un blanco brillante, sino que á veces presentan una tinta amarillenta, rojiza, azulada y hasta violada ó purpúrea: estos colores dependen de la cantidad de electricidad que atraviesa el aire, de la densidad de este, de su humedad y de las sustancias que tiene en suspension. Los relámpagos violados denotan en general una gran altura para las nubes tempestuosas de

que proceden, á través de un aire enrarecido que recuerda el de los tubos de Geissler.

Dificilmente se forma idea de la longitud de los relámpagos. Mientras que tanto trabajo cuesta en los gabinetes de física producir una chispa eléctrica de algunos centímetros, la naturaleza hace saltar algunas que no tienen menos de 1 kilómetro y que llegan á 5, 10 y 15 de longitud. F. Petit midió en Tolosa relámpagos de 17 kilómetros: de una porcion de medidas hechas es la mayor que conozco. Arago encontró en una serie de relámpagos estudiados por él, longitudes de 3 y 4 leguas.

¿Cual es la altura de las nubes de tempestad? Segun todas las observaciones hechas, es evidente que hay tempestades á todas las alturas. De l'Isle midió el 6 de junio de 1712 una que se cernia á 8 000 metros sobre Paris; Chappe estudió otra el 13 de julio de 1761 á 3 470 metros por cima de Tobolsk: Kaëmtz demostró que otra, el 15 de junio de 1834, estaba á 3 100 metros sobre el Haya. Estas observaciones han dado una série decreciente de alturas que llega hasta muy cerca del suelo. Haidinguer midió la altura de algunas nubes tempestuoras que no estaban mas que á 70 metros de altura sobre Gratz el 15 de junio de 1826, y otro dia, el 26 de abril de 1827, á 28 metros tan solo por cima de Admont. Esto en los paises llanos. En cuanto á los paises montañosos Saussure las ha observado sobre el Monte Blanco, y Bouguer y La Condamine sobre el Pichincha á 4 868 metros; Ramond sobre el Monte Perdido á 3 410 metros y sobre el Pico del Mediodia á 2935 metros; en fin, se han podido estudiar á todas las alturas. Sobre el Océano se las ha hallado situadas generalmente entre 900 y 1400 metros. En las montañas y sobre todo en las gargantas de los Alpes y de los Pirineos, es donde los relámpagos aparecen mas terribles y donde los truenos retumban con mayor estrépito. Parece que sus estampidos se precipitan en cascadas á través de los asombrados abismos. Bien se produzca el relámpago horizontalmente entre dos grupos de nubes ú oblícuamente entre nubes situadas á distintas alturas ó entre las nubes y la tierra, ordinariamente mide una longitud de muchos kilómetros. Esta lon-

gitud es la primera causa del estampido redoblado del *trueno*.

El trueno no es en efecto otra cosa, que el ruido de la chispa eléctrica que verifica un cambio de electricidades, una neutralizacion entre dos puntos mas ó menos distantes

El ruido del trueno puede depender de muchas y diversas causas. La chispa por sí misma atravesando instantáneamente el aire atmosférico, rechaza á su paso las moléculas de este y produce un vacío en el que se precipita inmediatamente despues el aire que le rodea, y asi sucesivamente hasta cierta distancia. Pouillet combate esta esplicacion bastante natural, diciendo que si fuera esa la causa del ruido del trueno, el paso de una bala de cañon debia producir un ruido semejante: pero esa objeccion no es justa; porque al lado del rayo una bala de cañon camina con mas lentitud que una tortuga. Además el ruido del trueno puede depender de que las nubes se dilaten por la influencia de la tension eléctrica que las hincha en cierto modo, las alarga y las mantiene con bastante tension en algunos puntos para que si una chispa muy fuerte, descarga la nube; el aire esterior, no viéndose ya detenido por la fuerza espansiva del fluido eléctrico que le hacia equilibrio se precipite por todas partes hacia la nube. En este hecho se puede ver la causa del ruido del trueno y del chaparron que le sigue frecuentemente. Siendo solidarios unos de otros los estados eléctricos de las diferentes nubes que forman una tempestad, la descarga de una de ellas debe originar la de otras muchas mas ó menos próximas. Sin embargo en uno y otro caso el ruido depende siempre de la espansion del aire en el punto en que se efectúa un vacio mas ó menos perfecto, como sucede en las armas de fuego, en el rompe-vejigas etc. En el punto en que termina la chispa, ó en que cae el rayo, como suele decirse, este ruido no es nunca muy largo y se parece segun su intensidad á un cañonazo, ó á un tiro de fusil ó de pistola hasta el punto de poder equivocarse con ellos. Pero uno de los caracteres particulares del trueno es la prolongacion del ruido, prolongacion que el hombre imita en

todos los idiomas: *trueno*, *tonerre*, *tonitruum*, *bronte*, *thunder*, *donner*, etc.

Es frecuente preguntarse á qué se debe este redoble que á veces es tan largo. Esto es un efecto de muchas concausas. La primera es la longitud del relámpago y la diferencia entre la velocidad de la luz y la del sonido. Supon-

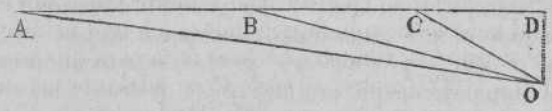


Fig. 23.—Duracion del ruido del trueno.

gamos por ejemplo, un relámpago horizontal A D (Fig. 23) de 11 000 metros de largo. El observador colocado en O debajo de la estremidad D del relámpago que se dibuja á un kilómetro de altura, verá este relámpago en toda su longitud en un momento indivisible. El sonido se producirá tambien en el mismo instante en toda la línea del relámpago. Pero las ondas sonoras llegarán al oido del observador en momentos distintos. La que parte del punto D, que es el mas próximo, llegará en 3 segundos puesto que el sonido recorre 337 metros por segundo: la que se ha for-

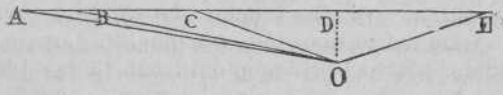


Fig. 24.—Principio, aumento y disminucion de la intensidad del trueno.

mado en el mismo momento indivisible en el punto C á 2000 metros del punto O, tardará doble tiempo en llegar. La formada en B á 4000 metros llegará á los 12 segundos... y por último la que arranque de A no la oirá hasta pasados 32 segundos: el redoble habrá durado pues, mas de medio minuto, apagándose cada vez mas.

Si lo que es mas frecuente, el observador no está colocado precisamente en uno de los estremos del relámpago sino en un punto cualquiera de su trayecto, oye primero un ruido seco que despues aumenta y acaba por disminuir. Efectivamente en este caso (Fig. 24) el sonido que parte de un punto D colocado sobre la cabeza y á 1 000 metros de altura llega á sus oidos solo en 3 segundos; pero los sonidos formados desde D á C por un lado y desde D á E por el otro llegan al mismo tiempo agregándose el uno al otro durante 9 segundos, tiempo que hace falta para que recorran de 1 000 á 3 000 metros. Desde C en adelante los sonidos llegan solo de un lado, y van debilitándose con la distancia como en el ejemplo anterior, durando el trueno solamente 23 segundos en lugar de los 32 de antes.

A esta causa de prolongacion del ruido se agregan tambien el número de las descargas que se verifican con gran rapidez entre las nubes de tempestad, los zig-zags y las ramificaciones de los relámpagos, ocasionados por la diferencia higrométrica de las diversas capas de aire, los ecos que devuelven las montañas, el suelo, las aguas y las mismas nubes, y las interferencias producidas por la interseccion de los diferentes sistemas de ondas sonoras.

La duracion del ruido del trueno es muy variable como todo el mundo ha podido observar. La mayor duracion que se ha anotado para un solo relámpago ha sido 45 segundos, y la observó de l' Isle en París, el 17 de Junio de 1712. Aquel mismo dia oyó otro trueno que duró 41 segundos: y el 8 de julio del mismo año otro de 39. Los intervalos comprendidos entre el principio del trueno y las diferentes fases de la intensidad del ruido se observan, por lo general, como en el ejemplo siguiente, que es el del dia 8 de julio:

á 0	segundos,	el relámpago,
á 11	»	empieza suavemente el trueno,
á 12	»	estalla con fuerza,
á 32	»	cesan los golpes fuertes,
á 50	»	termina suavemente el ruido.

La intensidad del trueno presenta asombrosas variaciones. En algunos casos, las noticias de que hablaremos mas

adelante, le comparan al ruido de *cien piezas de artillería que disparasen á la vez.* En otros casos apenas se oye mas ruido que el de un pistoletazo y despues un arrastre, mas ó menos sordo. Otras veces los chasquidos recuerdan el ruido chillon que produce al rasgarse una tela de seda, y otras la marcha de una carretilla cargada de barras de hierro, que corre por una calle pendiente y empedrada...

El mayor intervalo que se ha observado entre el relámpago y el trueno es de 72 segundos, y tambien lo fué por el astrónomo de l' Isle el 30 de abril de 1712. Este número considerable da 24 kilómetros, ó sean 6 leguas, para la distancia de las nubes. Despues de este resultado escepcional el mayor es de 49 segundos, que corresponde á 4 leguas y media. Por demostraciones directas se ha venido en conocimiento de que una tormenta no se estiende *nunca* á mas de 6 leguas, y raras veces mas allá de 3 ó 4. Los relámpagos se ven; pero no se oyen nunca tan lejos, y el hecho es tanto mas notable cuanto que el *rayo de los hombres* se oye á mucha mayor distancia. Un cañonazo se oye muy bien á 10 leguas, y cuando las piezas son de grueso calibre se oyen á doble distancia. El cañoneo de los sitios, ó de las grandes batallas, se deja percibir hasta una distancia de 30 y de mas de 30 leguas. Durante el invierno último (1871) los cañones Krupp, á los cuales habia concedido una recompensa en la Exposicion de 1867 el Emperador de los franceses, y que los hombres de estado de este planeta consideran como el medio mas espedito de civilizacion, esas hermosas piezas de acero, se oian, durante las noches del bombardeo hasta en Dieppe, á 35 leguas de París. El bombardeo del 30 de marzo de 1814, que terminó el primer imperio, como el de 1871 ha venido á terminar el segundo, se oyó desde el pueblo de Bassou, situado entre Lisieux y Caen, á 44 leguas de París. Arago dice que se oyeron los cañones de Waterloo hasta en Creil, que se halla á una distancia de 50 leguas. Los rayos fabricados por mano de los hombres se oyen, pues, mucho mas lejos que los rayos de la naturaleza. Es verdad que son incomparablemente mas dañinos y que ocasionan muchísimas mas víctimas.

No pudiendo oirse el trueno á mas de 6 leguas, resulta, que si se oye un trueno con cielo despejado, este trueno no procede de nubes que estén situadas mas allá del horizonte visible, porque la vista alcanza una distancia mucho mayor de 6 leguas. Un hombre de una estatura regular, de $1^{m},65$, puede ver, si el horizonte está claro, un objeto colocado en el suelo á la distancia de 4 000 metros, ó sea de una legua.

Si el objeto está á 25 metros de altura se puede distinguir á $5\ ^1/_2$ leguas.

Si la altura es de 500 metros, una montaña aislada por ejemplo, se puede distinguir á 21 leguas.

A 1 000 metros de elevacion, es decir, á la altura que tienen en nuestros climas los cumuli, son visibles los objetos á 29 leguas.

Para que un trueno que se oyera con un cielo despejado pudiera proceder de una nube, sería preciso suponer que esta se hallara á 30 leguas de altura, lo cual no se verifica jamás. La electricidad puede, por lo tanto, desprenderse de ciertas regiones del aire, de nubes invisibles y producir relámpagos y truenos, estando la atmósfera despejada. Este hecho se ha observado algunas, aunque muy raras veces.

A este conjunto de documentos relativos al modo de ser general de los relámpagos y los truenos podemos añadir, que á pesar de la estremada rapidez, ó mejor dicho, á pesar de la instantaneidad del relámpago, ¡se ha llegado á medir su duracion y á demostrar que no llega á *un diez milésimo de segundo!* Para esto se toma un disco de carton, dividido del centro á la circunferencia en sectores blancos y negros. Este círculo puede girar como una rueda con toda la velocidad que se quiera. Sabido es que las impresiones luminosas permanecen un décimo de segundo en la retina: así es, que imitando el juego de niños, que consiste en hacer girar un carbon encendido, si cada vuelta se dá en menos de un décimo de segundo, permaneciendo en la retina la impresion del ascua al pasar por cada punto, antes de que se borre la que produjo al pasar en la vuelta anterior, se ve una circunferencia completa. Haciendo girar

el círculo de rayas blancas y negras no distinguiremos los sectores y no veremos mas que un círculo gris si cada sector pasa delante de nuestra vista, en menos de un décimo de segundo. Se puede dar al aparato una velocidad de 100 y mas vueltas por segundo. Esto supuesto si el círculo está continuamente iluminado no distinguiremos las líneas, puesto que se suceden con tal rapidez que pasa cada una de ellas por delante de los ojos sin que haya tenido tiempo de borrarse la impresion de la anterior.

Pero si el círculo gira ante nosotros en la oscuridad, y de repente le ilumina una luz instantánea, que desaparece inmediatamente despues, la impresion producida sobre nuestra vista, por cada uno de los sectores durará menos de un décimo de segundo, será casi instantánea y el círculo aparecerá *como* si estuviera inmóvil. Comunicando al aparato una velocidad calculada, ¡se ha demostrado que el relámpago no dura mas de un diez milésimo de segundo!

Recorriendo la luz 77 000 leguas en un segundo, es claro que no tarda mas que un momento inapreciable en llegar hasta nosotros desde el punto en que se verifica un relámpago, que nunca está á mas de unas cuantas leguas de altura. Vemos, pues, el relámpago en el *mismo momento* en que se produce. Pero el sonido se propaga con lentitud, á razon de 337 metros por segundo como ya hemos visto. Resulta de aquí que el ruido del trueno que se produce al mismo tiempo que el relámpago no le oiremos nosotros hasta 10 segundos despues, si estamos por ejemplo á 3 370 metros de la tempestad. Por este medio puede calcularse fácilmente la distancia á que nos hallamos de la tempestad, viendo el tiempo que media entre el relámpago y el trueno:

1/2 segundo	de intervalo	corresponde á		168	metros.
1 —	—	—		337	»
2 —	—	—		674	»
3 —	—	—		1 000	»
4 —	—	—		1 350	»
5 —	—	—		1 680	»
6 —	—	—		2	kilómetros.
7 —	—	—		2,3	»

8	segundos	de intervalo	corresponden á	2,7	kilómetros.
9	—	—	—	3,	»
10	—	—	—	3,3	»
11	—	—	—	3,7	»
12	—	—	—	Una legua.	

Doce pulsaciones corresponden, pues, á una legua de distancia.

Estendiéndose el relámpago en una longitud de muchos kilómetros, el sitio en que cae el rayo puede estar muy lejos aun cuando se oiga el trueno inmediatamente despues del relámpago, porque se oye primero el sonido que parte del estremo mas próximo. Por esta razon durante la tempestad del 27 de junio de 1866 oyó M. Hirn el trueno inmediatamente despues del relámpago, á pesar de que aquel rayo cayó sobre dos viajeros que se hallaban cobijados bajo un árbol á 5 kilómetros de distancia.

CAPITULO III.

HECHOS Y PROEZAS DEL RAYO.

Entramos en este momento en un mundo maravilloso, mas fantástico que el de las Mil y una noches, mas profundo que el antro de Cerbero, mas complicado que el laberinto de Creta... mundo inmenso y encantado que no podríamos describir y diseñar en un libro menos voluminoso, aun cuando estuviera tan condensado como el presente. Hasta aquí hemos encontrado dificultades enormes para no elegir mas que los hechos capitales de las observaciones meteorológicas, eliminando, bien á pesar nuestro, una multitud de observaciones y demostraciones sumamente curiosas que hubieran dado á nuestros capítulos un desarrollo ilimitado. En adelante esas dificultades se aumentan mas aun; porque de los *millares* de hechos maravillosos producidos por el rayo ¿á cuáles debemos dar hospitalidad? ¿cuáles debemos despedir sin piedad de ningun género? ¿qué clasificacion, qué método debemos emplear para distinguir todas estas variaciones, para dar, sin hacernos demasiado difusos, una idea exacta y suficiente de estos prodigios imposibles de concebir que puede llevar á cabo el sútil fluido eléctrico, como por juego y con la rapidez del relámpago?...

Ninguna funcion teatral, ni comedia ni drama, ninguna escena de prestidigitacion es capaz de rivalizar con los incomparables juegos del rayo. Parece que es un ser sútil que posee un término medio entre la fuerza sin conciencia que tienen las plantas y la fuerza con conciencia que se

encuentra en los animales: un espíritu elemental, inteligente, estraño, travieso ó estúpido, lúcido ó ciego, voluntario ó indiferente, que pasara de un estremo á otro, con un carácter único y aterrador, insondable y mudo. No hay medio posible de esplicarse con él. Rodeado de misterios no se descubre jamás. *Obra* y esto es todo. Sus acciones como las nuestras, aunque parecen personales y caprichosas, están sometidas sin duda alguna á leyes superiores é invisibles; pero hasta ahora no ha sido posible relacionarlas á una causa directriz. En un caso mata y deshace por completo á un hombre sin que en sus vestidos se encuentre el mas pequeño desarreglo ni la menor señal de quemadura: en otro, destruye por completo las ropas de una persona que se vé envuelta de repente en un relámpago brillante, y la deja absolutamente desnuda sin hacerla el menor daño, ni el mas ligero arañazo; otras veces roba las monedas sin tocar al bolsillo ni á la ropa del dueño: aquí quita el dorado de una araña y le deposita sobre los adornos de yeso que decoran un salon; allá descalza á un viajero y lanza sus botas á 10 metros de distancia, mientras que en la aldea próxima agujerea por el centro una pila de platos, pero no todos, sino alternativamente dos sí y dos no... ¿Qué órden puede establecerse en medio de esta variedad?

A fin de formar un cuadro tan completo como sea posible de todas estas curiosidades del rayo, elegiremos un número determinado de los hechos mas importantes y los clasificaremos por analogía, dividiéndolos segun sus formas y sus caractéres distintivos y agrupando los que ofrecen muchos puntos de semejanza unos con otros.

La galería de cuadros eléctricos que vamos á presentar, debe tener como único mérito la exactitud. Escasearemos, por lo tanto, los comentarios y dejaremos que los hechos se presenten por sí mismos tales como han ocurrido. El lector podrá reflexionar por sí mismo despues que lea cada una de estas relaciones. Espero que se me perdonará imprimirlas en un tipo mas pequeño, porque no obstante mi gran deseo de abreviar, los hechos son tan numerosos y tan variados, que para no dejarlos incompletos he tenido que ele-

gir un número muy considerable. Nada perderá con ello el lector, á quien pido para este asunto una atencion muy marcada.

Uno de los actos mas formidables del rayo es el de matar instantáneamente á un individuo dejándole en idéntica posicion que si estuviera vivo y abrasándole al mismo tiempo de un modo tan absoluto que queda enteramente consumido. Esto es lo que aparece, por ejemplo, en el caso siguiente:

En 1838, tres soldados se habian cobijado bajo un tilo para librarse de una violenta tempestad en Vic-sur-Aisne (Aisne). De repente cae un rayo y los mata á los tres instantáneamente; pero los tres *permanecen de pie* en la situacion en que se hallaban como si no hubieran sufrido la descarga eléctrica: ¡sus vestidos quedan intactos! Pasada la tempestad los ven los transeuntes, los llaman, y al ver que no responden se acercan, los tocan y caen pulverizados, *formando un monton de cenizas* (A. Poey).

Este hecho no es el único de su clase: hay muchos análogos y ya los antiguos habian observado que los muertos de rayo se convertian en polvo. Sin embargo no por eso es menos estraordinario. Veamos ahora un modo de obrar completamente opuesto:

El 29 de junio de 1869, el alcalde de Pradette (Ariège) tuvo la desgraciada idea de cobijarse bajo un álamo blanco sumamente elevado: pocos momentos despues cae un rayo, hiende el árbol y deja muerto al alcalde. Por uno de esos caprichos inesplicables le desnuda por completo y arroja á su alrededor todas sus ropas hechas girones, esceptuando sin embargo un zapato * (1).

El 11 de mayo de 1869 estaba un labrador de Ardillats llamado Ballandras, segun el *Diario de Villefranche*, arando con sus dos bueyes á poca distancia de su casa, á las cuatro de la tarde; el aire estaba pesado y el cielo cubierto de negras nubes. De repente retumba el trueno, y el rayo deja muertos instantáneamente al labrador y á los dos bueyes. Aquel desgraciado quedó tambien completamente desnudo y sus zuecos aparecieron á mas de 30 metros de distancia de su cuerpo. *

El 1.º de octubre de 1868, se habian guarecido siete personas durante una terrible tempestad bajo una haya enorme, cerca de la aldea de Bonello del ayuntamiento de Perret (Costa de Oro), cuando de repente cayó un rayo sobre el árbol y dejó muerta instantáneamente á Mariana Guillemot, mujer de Le Roy. Las otras seis personas fueron derribadas pero sin heridas graves, á escepcion de la mujer de Le Gourd, á la cual se le abrasaron las espaldas y la pierna y el brazo del lado izquierdo. El rayo hizo pedazos sumamente pequeños los vestidos de la muerta y muchos de ellos se encontraron enganchados en las ramas del árbol. *

El 11 de agosto de 1855, fue herido por un rayo en un camino cerca de Vallerois (Alto Saona), un hombre que se quedó tambien completa-

(1) Los ejemplos que van marcados con un * están sacados de una coleccion de curiosidades relativas al rayo que estoy recogiendo desde hace quince años en los periódicos científicos y en los demas. Pueden comprobarse recurriendo á los periódicos de la época.

mente desnudo. No se pudieron encontrar mas que algunos trozos de sus zapatos claveteados, una manga de camisa y algunos girones de la ropa. Diez minutos despues de la descarga recobró el conocimiento, abrió los ojos quejándose de frio y preguntó como era que estaba desnudo. Apesar de sus heridas, no murió sin embargo. *

Uno de los ejemplos mas curiosos de esta clase es el siguiente, referido por Morand:

Los vestidos y los zapatos de una mujer, que en el momento de caer el rayo estaba disfrazada de hombre, se hicieron girones y fueron á parar á 5 ó 6 pies alrededor de su cuerpo, de tal modo que en el estado de desnudez en que se hallaba, hubo necesidad de envolverla en una sábana para llevarla á la aldea mas próxima.

En algunos casos los vestidos aun los mas próximos al cuerpo, se queman, se rasgan, se agujerean y se rompen sin que se experimente la mas pequeña lesion en la superficie de la piel. En otros casos la piel se abrasa y los vestidos no esperimentan accidente alguno.

Un rayo abrasó todo el lado derecho á un hombre, desde el brazo hasta el pie, como si hubiera estado mucho tiempo sobre una hoguera, sin que ni la camisa ni el calzoncillo, ni el chaleco, ni el resto de la ropa tuvieran la mas leve señal de quemadura (Sestier).

Neale cita un caso en que las manos de un individuo se abrasaron hasta el mismo hueso, quedando intactos los guantes.

Los vestidos de otro individuo quedaron despedazados hasta convertirse en *átomos*, sin que en la superficie del cuerpo se observara señal alguna de la accion del fluido eléctrico, á escepcion de una ligera mancha en la frente (Howard).

Por lo comun los vestidos se queman sin llama; pero á veces son devorados por un verdadero fuego que enciende el rayo. El 10 de mayo de 1865, á cosa de las 5 de la tarde, un peon caminero llamado Luis Roussel fue muerto por un rayo en el camino de Bapaume á Albert (Somme). Cuando se recogió á aquel desgraciado habia desaparecido la mayor parte de sus vestidos y el resto estaba ardiendo todavía. *

Otras veces se queman las ropas interiores, mientras que las esteriores no sufren nada. Hay de esto muchos ejemplos.

En algunas ocasiones, y esto es mas singular aun, solo se quema el forro de los vestidos y la tela esterior queda intacta.

Los rayos *descosen* á veces las ropas y hasta los zapatos como si se hubiera hecho á mano. Ejemplo: el 18 de junio de 1872 en la Grange-Forestière cerca del Creusot (Somme y Loire), un rayo descosió por completo de arriba abajo el pantalon de un individuo, al cual quitó tambien los zapatos. Algunas veces se observa que algunos muertos del rayo no presentan la mas ligera lesion. Esto lo habian observado ya los antiguos, segun se ve en este delicioso párrafo de Plutarco: «El rayo los ha herido de muerte sin dejar en sus cuerpos señal alguna de golpe, de herida ó de quemadura; *el alma ha huido medrosa* fuera de su cuerpo, como el pájaro que se escapa de su jaula.»

En muchos casos, las personas heridas de rayo ya sea mortalmente ya sin heridas graves han quedado completamente sin pelo, barba, ni vello alguno, bien en el primer momento, bien algunos dias despues.

El doctor Gaultier de Claubry, herido en una ocasion por un rayo globular cerca de Blois, se quedó sin barba y no volvió á tenerla jamás. Una enfermedad estraña le puso al borde del sepulcro: su cabeza se hinchó en tales términos que llegó á tener metro y medio de circunferencia!

Herido tambien por un rayo cerca de Aix otro individuo, que segun parece era extremadamente velludo, se vió que tenia arrancado á fajas desde el pecho hasta los pies el vello, que hecho una pelota se le habia incrustado en una pantorrilla (Sestier).

En medio de tan gran variedad de acciones es muy difícil señalar reglas para la marcha de los rayos. Sin embargo aunque el hecho sea instantáneo se puede con alguna frecuencia seguir su camino sobre los jalones metálicos que ha buscado preferentemente examinando las peripecias de un caso como el siguiente, por ejemplo, que es uno de los que hicieron mas ruido con motivo de las tormentas de 1869: la muerte del capitan Lacroix el dia 7 de mayo, en su tienda del campamento de Chalons.

Llovia á torrentes cuando cayó el rayo, á las 7 y 53 minutos de la tarde. Nadie se apercibió de la desgracia hasta la mañana siguiente. El cadáver yacía tendido en el suelo boca arriba con la mano derecha crispada, oprimiendo contra el pecho una palmatoria de metal. En el sitio donde estaban los pies, tenia el terreno unas huellas circulares que indicaban con toda claridad que el capitan, que se hallaba de pie y vuelto hácia la puerta, habia caido de espaldas girando. Tenia pantalon de uniforme y un gaban de paisano. En la cabeza llevaba puesto su kepis de tres galones. La tienda estaba cerrada y la puerta de lienzo sujeta con sus hebillas por fuera y por dentro.

Segun las señales observadas, el camino que habia recorrido la chispa eléctrica era el siguiente: boton de hierro que terminaba la parte superior de la tienda; tela mojada en la cual se pudo reconocer su marcha; hebilla esterior; cabeza y kepis del capitan; reloj, cuerpo, portamonedas y cama de hierro.

La hebilla de la tienda habia sido proyectada á 30 pasos: en la frente del muerto se veia una herida que tenia la forma misma de la hebilla; el kepis estaba completamente abrasado y los galones desfilachados; la soldadura del alambre de hierro se fundió.

El reloj se paró en aquel momento á las 7 y 53′; en la caja habia una señal como de haberse fundido en un espacio de milímetro y medio de diámetro.

Los caractéres que presentaba el cadáver al hacerle la autopsia 30 horas despues del suceso, eran los siguientes: rigidez cadavérica completa aun; el calor del cuerpo se habia mantenido en 21° $^1/_2$ durante 24 horas; cara lívida, pero serena y tranquila; quemadura en el lado derecho de la cabeza, cuello, hombro y brazo, apergaminando la piel; pulmones ingurgitados de sangre negra que corre abundantemente por las incisiones; caso de muerte instantánea.

Otros militares sufrieron tambien conmociones por efecto del mismo rayo, pero sin presentar fenómeno alguno interesante.*

El campamento de Chalons fué visitado por otro rayo el 9 de julio

de 1870. Cayó en medio de una tormenta espantosa y de un verdadero diluvio sobre una tienda del 32.° regimiento de línea, matando repentinamente á un soldado é hiriendo á otros cuatro.*

Los hilos telegráficos conducen perfectamente la electricidad durante las tormentas. Muchas veces se ha visto quedar muertos de repente y colgados de sus garras crispadas algunos pajarillos que se habian posado en ellos. Otras veces se han visto los mismos hilos hechos mil pedazos en una gran estension, y esparcidos por la superficie del camino, quedando los aparatos estropeados é inútiles para trasmitir los despachos. Los enrejados de hierro y los alambres de las espalderas de los jardines son tambien escelentes conductores que se escitan con mucha facilidad, y cerca de los cuales es espuesto ponerse.

En el mes de junio de 1869 fué tambien muerto por un rayo un trapista del monasterio de Scourmont, en el territorio de Forges, cerca de Chimay (Bélgica).

Era por la tarde, y los religiosos se estaban ocupando de segar la yerba: de repente estalló una tempestad que les obligó á guarecerse, y uno de ellos, el hermano Aloisio, que dirigia la máquina movida por dos caballos, condujo el tiro hácia un cercado de alambre y se arrodilló junto á él. De repente suena un trueno terrible, los caballos huyen espantados y el monje queda en el sitio, cayendo de bruces sobre el suelo. Los demás que le habian visto caer acuden á socorrerle y le encuentran completamente muerto. El médico del convento, á quien se mandó á buscar inmediatamente, descubrió en el cuerpo de la víctima dos quemaduras anchas y profundas, de la misma forma y colocadas simétricamente á cada lado del pecho: además hizo notar á las personas que se hallaban presentes una mancha blanca debajo de la axila derecha que presentaba la imágen bien dibujada de un tronco de árbol con sus correspondientes ramas; estraño efecto del fluido eléctrico.*

Es evidente que presentando al rayo un camino que prefiere, las corrientes de aire, las vibraciones y los metales, es una mala costumbre tocar las campanas durante las tempestades; y esto lo demuestra tambien la práctica. Lejos de ahuyentar el rayo y de enviarle á los paises próximos, como creen algunos, las campanas le incitan, por decirlo así, á caer inmediatamente. Pocos años pasan sin que muera por efecto de rayo algun campanero en alguno de los campanarios de las 37 548 municipalidades de Francia.

El 11 de setiembre de 1868, durante la tempestad que estalló en la ciudad de Puy-le-Evêque, el señor Delpon, comerciante de comestibles, se hallaba en la iglesia al comenzar la tormenta, y se creyó obligado sin órden ni permiso de nadie, en ausencia del campanero y siguiendo la rutina, á tocar las campanas para conjurar los efectos de la tempestad. Pero apenas habia tocado la cuerda, que era de alambre, y por consiguiente escelente conductora del fluido eléctrico, cuando sonó una gran esplosion, y pocos momentos despues, habiéndose repuesto los circunstantes del primer momento de asombro, vieron al señor Delpon tendido en el suelo y dando pocas señales de vida. Le recogieron inmediatamente y se le prodigaron los cuidados que su estado exigia; pero á pesar de todo espiró tres cuartos de hora despues.*

El 28 de julio del mismo año, durante una tempestad, el campanero de la aldea de Communay, dice el *Imparcial del Delfinado*, tocaba con gran estrépito para conjurar el mal tiempo, cuando fué derribado y casi asfixia-

do por el fluido eléctrico que habia caido con espantoso estrépito sobre el campanario de la iglesia. El rayo, penetrando despues en el interior, destruyó el altar y quemó los ornamentos, perdiéndose por último en el muro.*

En 1783 decia ya un sabio aleman que en el espacio de 33 años habian caido rayos en 386 campanarios y habian matado á 121 campaneros, hiriendo á muchos mas. Indudablemente es mas espuesto ponerse en comunicacion con la cuerda de un campanario, sobre todo cuando se tocan las campanas, que cobijarse bajo los árboles altos que atraen el rayo.

Solo durante la noche del 14 al 15 de abril de 1718 cayeron rayos en 24 campanarios, en el espacio comprendido á lo largo de las costas de Bretaña, entre Landernau y Saint-Pol de Leon. Estos graves desastres no hicieron ningun daño á la reputacion de las campanas, en el ánimo de los Bajos Bretones. Decian que era un Viernes Santo, que las campanas debian estar mudas durante aquel dia, y que los campaneros fueron castigados por su desobediencia.

En 1747, la Academia consideraba ya esta costumbre como peligrosa. Un decreto del Parlamento, fechado en 21 de mayo de 1784, ratificó una órden del bailio de Langres, que prohibia espresamente tocar las campanas mientras tronase. Sin embargo, aun hoy mismo las tocan en esa misma diócesis de Langres, tan ilustrada bajo otros puntos de vista.

Los rayos mas funestos por el número de personas que han matado son los siguientes:

Un dia de fiesta cayó un rayo en una iglesia cerca de Carpentras, y mató, hirió, ó volvió imbéciles, á *cincuenta* personas. (Fort-Lintilius)

El 2 de julio de 1717 cayó otro rayo en una iglesia de Seidemberg, cerca de Zittau durante los oficios y mató ó hirió á cuarenta y ocho personas. (Reimarus).

El 26 de junio de 1783 otro rayó que cayó en la iglesia de Villars-le-Terroy, cuyas campanas estaban tocando; mató once personas é hirió trece. (Verdèil).

Otro rayo mató en febrero de 1820 seis hombres á bordo de la chalupa *la Safo* é hirió gravemente á catorce. (Sestier).

El 11 de julio de 1819 hácia las 11 de la mañana hubo una descarga eléctrica en la iglesia de Châteauneuf-les-Moutiers (Bajos-Alpes) en el momento en que tocaban las campanas y hallándose reunido un inmenso gentío. Nueve personas quedaron muertas en el acto y otras ochenta y dos heridas. Todos los perros que habia en la iglesia quedaron muertos en la actitud que tenian al caer el rayo. (Pouillet).

Otro rayo que cayó en el buque *Le Répulse* cerca de las costas de Cataluña el 13 de abril de 1813, mató ocho hombres en los aparejos é hirió de gravedad á nueve, muchos de los cuales perecieron despues. (Sestier).

En los ejemplos citados por Arago, aparece uno en que ocho hombres quedaron muertos por efecto de un rayo en Sauve (Gard) el 22 de octubre de 1844.

El 27 de julio de 1769 hácia las 3 de la tarde cayó un rayo, que afectaba la forma de una bala de cañon del mayor calibre en el teatro de Feltri (Marche-Trevisane), en donde estaban reunidas mas de seiscientas personas: hirió á setenta, dejó muertas en el acto á seis y apagó todas las luces.

El 11 de julio de 1857 estaban reunidas 300 personas en la iglesia de Grosshad, pueblecito situado á dos leguas de Düren, cuando cayó un rayo

que hirió á *ciento, treinta* de ellas muy graves. Murieron *seis* que eran todos hombres y vigorosos. (Follin).

En los primeros dias de julio de 1865 cayó otro rayo en el territorio de Coray (Finisterre), en un soto donde habia 16 personas ocupadas en rozar la tierra. *Seis hombres y un muchacho* quedaron muertos en el acto y otros tres heridos de mucha gravedad. Algunos se quedaron completamente desnudos y sus vestidos esparcidos por el suelo hechos girones: los zapatos se hicieron añicos. Cosa extraordinaria, fue que, segun se dice, algunos de estos trabajadores fueron heridos á cien metros de distancia unos de otros (1).

Hé aquí un hecho muy estraño y muy complejo referido por *El Eco de Fourvieres:*

El último domingo de junio de 1867 á las 2 de la tarde y durante las vísperas cayó otra exhalacion en la iglesia de Daucé, canton de San German Laval.

Al ruido de la esplosion sucedió un silencio de muerte; despues se oyó un grito y luego otros cien.

El cura que creia haber recibido él solo toda la descarga eléctrica, y que sin embargo no sentia dolor alguno, se separó del altar, donde se hallaba rodeado de una nube de polvo y de humo, y desde el comulgatorio se dirigió á sus fieles para tranquilizarlos. «No es nada, les dijo, estaos quietos: no hay desgracias.»

Se equivocaba. Veinte y cinco ó treinta personas habian sido mas ó menos maltratadas. Cuatro de ellas quedaron sin conocimiento; pero el que mas habia sufrido era el tesorero de la fábrica. Cuando le levantaron tenia los ojos abiertos pero empañados y turbios y no daba signo alguno de vida. Sus ropas estaban abrasadas y los zapatos rajados y llenos de sangre se le habian salido de los pies.

La custodia espuesta en el tabernáculo se cayó al suelo, y se encontró

(1) Es muy notable que el autor no indique siquiera el fenómeno conocido con el nombre de *choque de retroceso*, que esplica sencillamente el hecho á que se refiere la presente nota, y otros muchos de los citados en este capítulo. Cuando una nube de gran estension está muy cargada de electricidad, puede suceder, y sucede frecuentemente, que constituya en un estado de gran tension eléctrica los objetos colocados sobre el suelo en el radio de su esfera de actividad. Si despues esta nube, bien por efecto de un rayo ó bien por una recomposicion de su fluido con el de otra nube, queda repentinamente en estado neutro, aquellos objetos, cuya tension eléctrica desaparece tambien en el mismo instante, esperimentan una conmocion fuertísima que en muchos casos determina la muerte cuando se trata de personas ó de animales. Asi se comprende que la caida de un rayo en un punto cualquiera pueda matar á una porcion de personas ó de animales situados á una gran distancia, y que mueran parte de las cabezas de un rebaño quedando las demás ilesas, segun la mayor ó menor conductibilidad del terreno. Esplicado por el choque de retroceso nada tiene de extraordinario, ni siquiera de estraño, el hecho de morir por la accion de un solo rayo personas colocadas á 100 metros de distancia, y el perecer como indica el autor mas adelante 2000 cabras y el pastor que las guardaba. De otro modo seria verdaderamente muy difícil esplicarse estos hechos.

(*N. del T.*)

torcida y agujereada por el pie: *la hostia habia desaparecido*. El cura la buscó durante mucho tiempo y al fin la halló entre los corporales bajo una gruesa capa de escombros.

Solo quedó un candelero en las graderías: todos los demás y los vasos de flores fueron derribados. Dos ramos se quemaron por completo: tres ó cuatro metros de la sillería del coro saltaron en pedazos que se recogieron por cientos en todos los rincones de la iglesia. Por la parte de fuera toda la techumbre del campanario quedó al descubierto, yendo á parar las pizarras á los campos inmediatos: el campanario se grieteó por muchas partes y uno de los ángulos se desprendió por completo *.

El 27 de agosto de 1867 estalló una espantosa tempestad en las inmediaciones de Limours (Seine y Oise).

Durante muchas horas retumbó sordamente el trueno y de repente se oyeron muchas detonaciones formidables, cayendo rayos en muchos puntos casi simultáneamente. Eran las 10 y media poco mas ó menos. Una familia compuesta de cuatro personas el padre, la madre, una hija y un hijo de veinte y dos años que vivia en Cerny-la-Ville estaba ocupada en la siega, cuando se vió envuelta en la nube eléctrica. Asustados, trataron de guarecerse bajo las gabillas en el momento de caer el rayo: el padre quedó sin sentido pero volvió en sí al cabo de un cuarto de hora: desgraciadamente no sucedió lo mismo con el hijo, Luis Troufleau, que cayó para no levantarse mas. La madre y la hija no sufrieron nada.

La catástrofe se caracterizó por esas particularidades que acompañan al meteoro eléctrico. En efecto, la relacion hecha por el médico dice que el cuerpo del desventurado jóven habia quedado casi completamente desnudo por efecto del rayo. A grandes distancias se hallaron trozos de su ropa y muy especialmente de sus botas. El fluido eléctrico debió penetrar en el cuerpo por los hombros cerca del cuello. En estas partes del cadáver se percibian unas diez ó doce manchitas negras parecidas á las que hace el nitrato de plata ó piedra infernal. Despues de haber recorrido la columna vertebral el terrible agente de destruccion salió por los pies, que presentaban dos heridas como hechas con saca-bocados. El rayo penetró despues en el terreno, es decir en el depósito comun de electricidad, conmoviéndole tan fuertemente que los segadores que se refugiaban entonces en la granja, dicen que les hizo saltar á muchos pies de altura *.

M. de Quatrefages cita un individuo, cuyos calcetines se hicieron mil pedazos: uno de los zapatos se salió del pie y fué á parar al otro estremo de la habitacion, quedando dos de sus tachuelas clavadas en el piso, mientras que otra siguiendo una direccion opuesta fué á clavarse en el talon de la víctima.

Los objetos que se tienen en la mano, cuando caen rayos, se desprenden á veces y son despedidos á mucha distancia.

Un vaso que tenia en la mano un bebedor, fué á parar á un patio sin romperse y sin que el bebedor sufriera la menor herida. Un jóven de 18 años estaba cantando la epístola: el misal hecho pedazos se le escapó de entre las manos.—A un ginete se le escapó tambien el latiguillo y fué á parar muy lejos.—Dos señoras estaban haciendo calceta tranquilamente; cae un rayo y la roba con la mayor suavidad las agujas.

El 22 de julio de 1868 una mujer que hacia aspersiones de agua bendita durante la tempestad, sintió de repente que la botella se le hacia pedazos entre las manos, por efecto de un rayo, que destruyó tambien el piso de la habitacion.

En otros casos se han visto rayos que han hecho á un hombre dos pedazos como hubiera podido hacerse con una enorme hacha.

El 20 de enero de 1868, dice el *Diario de Rennes*, cayó un rayo en Groix sobre el molino de viento de Kerlard que pertenece á M. Jégo, teniente de alcalde. El molinero quedó muerto y separado en dos pedazos desde los pies á la cabeza *.

Los periódicos ingleses de los dias 24 y 25 de mayo de 1868 refieren que la tempestad que estalló en Paris en la tarde del 22 habia pasado por Epsom de madrugada. En aquel punto habia dos personas en un carruaje descubierto. Un rayo dividió en dos partes la cabeza de una y asfixió á la otra que recobró poco despues los sentidos *.

Algunas veces el rayo arranca con una fuerza inmensa el calzado de las personas sin que por esto queden heridos mortalmente.

El 8 de junio de 1868 pasaba un empleado de la Compañía del gas á las 10 de la noche por la calle de Thouin en el momento en que estallaba una violenta tempestad. De pronto sintió que se caia y al mismo tiempo vió un relámpago deslumbrador. Cayó de rodillas, sintió una fuerte opresion en el estómago y un temblor general que le duró dos dias. Entró en casa de un comerciante de licores para pedirle vulneraria, y sumamente conmovido empezó á examinar su cuerpo para ver si tenia alguna herida. ¡Cuál seria su sorpresa cuando vió que la mayor parte de los clavillos de las botas habian desaparecido! Aquellos clavillos eran de rosca y las botas casi nuevas. La fuerza de atraccion debió ser considerable*.

M. Becquerel acababa de participar este hecho á la Academia de Ciencias, cuando el mariscal Vaillant recordó que hace algunos años se habia hecho una observacion análoga en el bosque de Vincennes; pero en aquel caso el hombre quedó muerto y los zapatos, cuya clavazon habia desaparecido, se hallaron á bastante distancia.

El *Diario del Loiret* del 29 de mayo de 1867, dice que una mujer recibió un rayo durante la tempestad quedando viva y sufriendo estrañas conmociones. Se la quemó la papalina y uno de los lados de su cabeza se quedó calvo como si le acabaran de afeitar. El fluido penetró despues bajo las ropas y escurrió á lo largo del cuerpo produciendo únicamente ligeras escoriaciones y no quemando ni siquiera la camisa. Los zapatos se hicieron añicos y los pies no sufrieron herida alguna *.

Tambien otro periódico, *El Correo de Jura*, del 20 de abril de 1867, dice que un labrador de Orbagne llamado Julio Débauchez, de 20 años de edad, volvia del campo huyendo de una violenta tempestad acompañada de espantosos truenos. De repente cae un rayo; le arranca la carga, hace girones sus vestidos y reduce á pedacitos los zuecos que llevaba en los pies. Mudo de espanto, transido de frio, herido gravemente, y sordo por efecto de la conmocion, el pobre muchacho entró en su casa sin mas ropa que la camisa *.

Pero de todos los efectos del rayo el mas extraordinario es sin duda alguna el dejar al hombre ó al animal en la *misma actitud* en que le sorprende la muerte repentina. Hay de esto muchos ejemplos.

En el siguiente caso la jóven víctima del rayo quedó indudablemente en la misma actitud en que se la encontró despues de muerta. Se habia desencadenado una violenta tempestad el 16 de julio de 1866. Segun el

Memorial del Loire, aquella jóven, casada desde hacia poco tiempo con un minero de la Ricamarie, habia ido á ver á su familia á Saint-Roman-les-Atheux, llevando consigo su hijo de cuatro meses.

Estaba sola en la casa durante la tempestad. Cuando volvieron sus padres les aguardaba un terrible espectáculo: la jóven habia perecido víctima de un rayo. La encontraron de rodillas en un rincon de su cuarto con el rostro oculto entre las manos. No tenia herida alguna y el niño que estaba acostado en la misma habitacion apenas sufrió nada".

Hé aquí otro ejemplo mas notable:

Durante el mes de julio de 1845 estaban juntos durante una tempestad cuatro habitantes de Heiltz-le-Maurupt, cerca de Vitry-le-François: tres de ellos se refugiaron bajo un álamo y el cuarto bajo un sauce, en cuyo tronco se apoyo sin duda. Un momento despues este desgraciado perecia á consecuencia de un rayo: una llama blanquecina se desprendia de sus vestidos, y siempre de pie bajo el sauce, al parecer no se apercibia de nada. «¡Que te quemas! ¡no ves que te quemas!» Viendo que no respondia se acercaron y quedaron estupefactos al apercibirse que no era mas que un cadáver. (Sestier).

Otra observacion:

Hácia fines del siglo pasado, dice el abate Richard, el colector del Seminario de Troyes volvia á él á caballo, cuando sufrió una descarga eléctrica. Un hermano que le acompañaba no se apercibió de ello y creyó que se habia dormido al ver que vacilaba. Trató de despertarle y vió que estaba muerto.

Uno de los hechos mas curiosos de este género es acaso el de un sacerdote que fue muerto por un rayo estando á caballo. El animal continuó su camino y llevó á su amo á casa, en la actitud de un ginete vivo, dos horas despues de haber ocurrido el accidente. (Boudin).

El pastor Butler fue *testigo* del siguiente hecho que refiere él mismo. El 21 de julio de 1691 se habian refugiado diez segadores bajo un seto al ver que se aproximaba una tempestad. Cayó un rayo y dejó muertos en el acto á cuatro que quedaron inmóviles y como petrificados. Uno de ellos tenia aun entre los dedos cuando se le recogió un polvo de tabaco que iba á tomar: otro tenia en las rodillas un perrillo muerto, y la mano en la cabeza del animal: en la otra mano tenia un pedazo de pan en ademan de ir á dársele: el tercero estaba sentado con los ojos abiertos y la cabeza vuelta del lado de la tempestad. Al ver este mismo fenómeno espuesto por muchos autores de épocas y de paises distintos, dice el doctor Sestier, es imposible que á pesar de todo lo que tiene de estraordinario le releguemos al dominio de las fábulas.

Cardan refiere que ocho segadores que estaban comiendo bajo una encina, fueron muertos por un mismo rayo, que se oyó desde muy lejos. Cuando los que pasaban se aproximaron para ver lo que habia sucedido, los segadores petrificados repentinamente por la muerte, continuaban al parecer su comida con toda tranquilidad.

Uno tenia en la mano el vaso, el otro se llevaba el pan á la boca y otro tenia la mano en el plato. La muerte los habia dejado en la misma posicion en que se hallaban al estallar la descarga eléctrica.

La catástrofe es tan rápida que no da tiempo siquiera á que el rostro tome una expresion de dolor. La vida se suprime en un instante tan corto, que todos los músculos permanecen en la situacion que tenian. Los ojos y la boca quedan abiertos como en el estado ordinario y si no ha

variado el color de la piel, la ilusion es completa: parece que el cuerpo está vivo aun y se estraña no verle moverse.

A muchos de los segadores citados se les manchó la piel de negro como si se hubieran ahumado con la accion de la electricidad.

Por punto general los heridos por el rayo caen instantáneamente y sin conmociones. Hoy está ya demostrado por un gran número de observaciones que el hombre herido de rayo, de modo que le haga perder el conocimiento, cae sin *haber visto ni oido, ni sentido nada*: de suerte que los que vuelven en sí no saben absolutamente lo que ha pasado, ni comprenden, por ejemplo, por qué están tendidos en el suelo ó echados en una cama. La electricidad camina con mas rapidez que la luz y que el sonido: y los ojos y los oidos están ya paralizados antes que la luz ó el sonido hayan podido hacer su impresion en ellos.

Hay muchos ejemplos de individuos á quienes el rayo habia dejado en la misma posicion en que estaban; pero hay tambien ejemplos diametralmente opuestos.

El 8 de julio de 1839 cayó un rayo sobre una encina cerca de Triel (Seine et Oise) y mató dos canteros, padre é hijo. Este murió de repente y fue arrebatado y transportado á 23 metros de distancia.

El cirujano Brillonet, sorprendido por una tempestad cerca de Chantilly, fue arrebatado por un rayo y transportado por el aire á 25 pasos del sitio en que se habia colocado.

El 2 de agosto de 1862 hubo una descarga eléctrica sobre el pararayos del pabellon de entrada del cuartel del Príncipe Eugenio en París..... Los soldados iban á acostarse. Todos los que estaban acostados se encontraron de pie y los que estaban en pie fueron derribados al suelo.

Algunas veces el cuerpo de los heridos por rayos queda flexible despues de su muerte, como si estuvieran vivos. El 17 de setiembre de 1780 se desencadenó sobre East-Burn (Gran-Bretaña) una violenta tempestad, durante la cual murieron un eochero y un lacayo. «Los cuerpos estuvieron insepultos, dice el observador, desde el domingo hasta el martes, y sin embargo, todos sus miembros estaban flexibles como si vivieran.» (Sectier).

En otras ocasiones el cuerpo tiene la rigidez del hierro y la conserva durante mucho tiempo. El 30 de junio de 1854 cayó un rayo sobre un carretero de 35 años en París. A la mañana siguiente fué el doctor Sestier á ver su cadáver en el depósito: estaba rígido y no se movia mas que todo el cuerpo á la vez; al dia siguiente, 44 horas despues de muerto, la rigidez era todavía sumamente marcada. Hace algunos años sufrió la misma muerte en la municipalidad de Hectomare (Eure) un tal Delabatre, que tenia en la mano un pedazo de pan. La contraccion de sus nervios fué tan fuerte, que no pudieron quitársele.

Hay casos, por último, en que el cadáver de los heridos de rayo, lejos de presentar ninguno de los caractéres anteriores, se ablanda y se descompone con rapidez en medio de un hedor insoportable. El 25 de junio de 1794 un rayo dió muerte á una señora en un salon de baile en Dribourg. El cadáver exhaló inmediatamente un olor especial de putrefaccion. Apenas pudo examinarle el médico sin riesgo de desmayarse. Las personas que vivian en su casa tuvieron que abandonarla 36 horas despues de muerta, pórque el olor no se podia resistir. Apenas pudo ponerse en la caja aquel fetido cadáver, porque se hacia pedazos.

Todos estos hechos son estraños, raros, inesplicables; pero ¿qué nombre puede darse á las imágenes estampadas por el rayo en las carnes de sus víctimas? ¿á la que se ha llamado *Keraunografía*, ó sea al hecho de convertirse el *rayo en fotógrafo?* Y sin embargo hay una porcion de casos auténticamente demostrados de impresiones foto-eléctricas, debidas á manchas trazadas en la piel por la accion del rayo.

Ya hemos visto anteriormente un hecho que se relaciona con la produccion de estas imágenes; la hebilla de una tienda marcada en la frente del capitan que murió en el campamento de Chalons el 7 de mayo de 1869, no obstante que aquella hebilla estaba en la parte esterior de la tienda, situada, segun la relacion, á 8 ó 10 centímetros por lo menos de la frente de la víctima en el momento de la ocurrencia, y que fué lanzada en direccion opuesta hasta 30 pasos de la tienda. Sin duda la señal se debió á un transporte eléctrico de vapores ó de polvo de acero efectuado instantáneamente en el momento de la descarga entre la hebilla y la frente del capitan.

Hé aquí otros ejemplos mas completos:

Un rayo mató en agosto de 1869 bajo un álamo en Neuf-Brissac á dos hombres y una mujer, que aun están enterrados en el mismo sitio de la desgracia. Uno de ellos tenia en la mejilla una fotografía que representaba fielmente la corteza del árbol.*

El 29 de mayo de 1868 se declaró una violenta tempestad en Chambery en el momento en que un destacamento del 47.° regimiento de línea tiraba al blanco en las Charmettes. Mientras que algunos soldados seguian tirando, otros se refugiaron bajo los árboles que limitan el camino. Apenas habian llegado á ellos, cuando cayó un rayo sobre un castaño y derribó á seis. El uno, herido mortalmente, sucumbió al cuarto de hora despues de haber pronunciado algunas palabras. Dos horas despues de muerto, el médico del hospital de Chambery pudo observar la formacion de imágenes foto-eléctricas al examinar el cadáver.

En el miembro superior derecho tenia tres grupos de hojas de un color rojo violado mas ó menos intenso, reproducidas en sus menores detalles con la fidelidad fotográfica mas perfecta. El primero situado en la parte media de la cara anterior del antebrazo representaba una rama alargada con hojas de castaño; el segundo, que aparecia hácia el medio del brazo, estaba formado de dos ó tres ramas reunidas, y el tercero estaba en el centro del hombro.*

Los periódicos de marzo de 1867 reprodujeron el hecho siguiente, publicado por los periódicos ingleses. Tres niños se habian refugiado bajo un árbol: cae un rayo sobre él y describe á su alrededor una série de círculos: los niños, aterrados por un momento, recobran sus sentidos, y uno de ellos presenta en uno de los lados del cuerpo la imágen perfecta del árbol que le cobijaba. La fotografía era tan exacta, que se distinguian fácilmente las ramas y hasta las fibras de las hojas.*

El 27 de junio de 1866 cayó un rayo sobre un tilo en Bergheim (Alto-Rhin). Dos viajeros que se habian cobijado bajo sus ramas, cayeron sin conocimiento: el uno, que habia sido elevado por la conmocion á mas de un metro de altura, cayó de espaldas. Se creyó que habian muerto; pero habiéndoles suministrado auxilios inmediatamente, se consiguió que volvieran en sí, y que se repusieran... Ambos quedaron con toda la espalda y hasta los muslos llenos de dibujos que representaban hojas de tilo. El mejor dibujante no los hubiera podido hacer mejor. La

relacion de este rayo la hizo Mr. Hirn, corresponsal del Instituto, y la insertamos en el *Cosmos*, 1866, tomo II, pág. 226.

Mi coleccion relativa á hechos del rayo contiene un estracto francés del *Avisador de Viena (Wiener Nachrichten)* del año 1865, en que este mismo hecho se complica con una circunstancia muy estraña.

Un médico de las inmediaciones de Viena (Austria), el doctor Derendinger volvia á su casa en el ferro-carril. Al bajarse advirtió que le faltaba el porta-moneda, que sin duda le habian robado. El porta-moneda era de concha, y por un lado tenia incrustada la cifra del doctor, dos D entrelazadas, de acero.

Algun tiempo despues llamaron al doctor para que asistiera á un estranjero, que habian hallado exanime bajo un árbol, herido por un rayo. Lo primero que observó el doctor en el enfermo fué su cifra, como fotografiada en la piel del muslo. ¡Júzguese de su asombro! A fuerza de cuidados logró reanimar al enfermo, á quien hizo llevar al hospital. Una vez allí, dijo el doctor que en sus vestidos debia haber un porta-moneda de concha, y habiéndose buscado se encontró efectivamente. El herido por el rayo era el ladron.

El fluido, al descargar sobre él, habia sido atraido por el metal del porta-moneda, y al fundir la cifra incrustada en la concha, la habia dejado impresa en el cuerpo, por uno de esos estraños efectos que con tanta frecuencia le acompañan.

El periódico añade que el ladron sorprendido de este modo en flagrante delito, iba á ser encausado, á pesar de que declaró haber hallado el porta-moneda.

El 4 de setiembre de 1864 se ocupaban tres hombres en coger peras cerca de la aldea de Nibelle (Loiret), cuando cayó un rayo, retorció el árbol, formando una especie de tornillo y mató á uno de ellos. Los otros dos volvieron en sí, y uno conservaba en el pecho perfectamente daguerreotipadas ramas y hojas de peral. (Dr. Lesbigue, *Monitor universal* del 9).

Podriamos agregar á estas fotografías hechas por el rayo otros veinticuatro casos reunidos por nuestro compañero el astrónomo A. Poey; podríamos recordar con Raspail que habiendo caido un rayo sobre un muchacho que estaba cogiendo un nido en un álamo, conservó en el pecho la imágen del *nido* y del pájaro; podriamos citar tambien el ejemplo de Mad. Morosa, de Lugano, que hallándose sentada cerca de una ventana durante una tempestad, sintió repentinamente una conmocion, como complemento de la cual la quedó completamente dibujada en una pierna una flor que ya no se volvió á borrar; podríamos referir la historia de aquel marino que sufrió otro rayo en la rada de Zante, en las Islas Jónicas, y en cuyo pecho quedó marcado un número 44 que habia en uno de los aparejos; pero nos concretaremos para completar estos estraños efectos á referir el siguiente, que causó una viva impresion á fines del siglo XVII.

El 18 de julio de 1689 cayó un rayo en el campanario de la iglesia de San Salvador en Lagny, é imprimió en la sabanilla del altar las palabras sagradas de la consagracion, empezando por *Qui pridie quam pateretur...* hasta las últimas: *Hæc quotiescumque fecerites in mei memoriam facietis*, omitiendo las palabras de la Eucaristía: HOC EST ENIM CORPUS MEUM é HIC EST SANGUIS MEUS. Este testo estaba impreso de derecha á izquierda. El misal que estaba en el altar habia caido sobre la sabanilla, y se habia re-

producido en ella á escepcion de las palabras que estaban impresas con tinta roja. La fotografía nos hace comprender hoy esta reproduccion parcial; pero es fácil comprender que semejante prodigio asombrara á los que le observaron en el siglo de Luis XIV.

A los hechos de fotografía del rayo podemos agrupar los hechos de *galvanoplastia* de este mismo agente, y el transporte de metales en mayor ó menor cantidad.

El 25 de julio de 1868, durante una grande y magnífica tempestad, se hallaba M. P..., antiguo contador, cerca del puente del Erdre, en el malecon de Flesselles, en Nantes. Apretó el paso, y aunque se vió rodeado de un relámpago vivísimo, continuó su camino sin sentir molestia alguna. Llevaba un porta-moneda de dos compartimentos que contenia dos monedas de plata en uno de ellos y una de oro de 10 francos en el otro. Al dia siguiente fué á sacar el dinero, y se sorprendió al ver en vez de la moneda de oro una moneda blanca. En el primer momento creyó que la víspera habia dado por equivocacion una moneda de 10 francos en vez de una de 50 céntimos; pero examinando las cosas con mas detencion, vió que la indicacion del valor era la que debia. Una capa de plata, que procedia de una moneda de un franco, habia recubierto por ambos lados la moneda de oro: el franco estaba algo mermado en algunos puntos, especialmente en uno de los bigotes del Jefe del Estado, y tenia en ellos una tinta azulada. M. Bobierre, químico, director de la Escuela superior de Nantes, examinó aquel fenómeno y vió que dependia de una accion galvanoplástica. El hecho mas notable era que el transporte de aquella cantidad de plata se habia verificado *al través de la piel* que dividia los dos compartimentos del porta-moneda.

En otros casos, caen los rayos sobre las casas, y se trasmiten por los dorados de las cornisas y de los cuadros, arrancando el metal y dorando con él objetos que no estaban preparados á recibir aquella especie de adorno. El 15 de marzo de 1773 cayó uno en Nápoles, en las habitaciones de Lord Tylnez, que daba un baile. Estaban presentes mas de 500 personas, y, sin hacer daño á nadie, el rayo quitó por completo los dorados de todas las cornisas, de las molduras que encuadraban las paredes, de las sillerías y de las galerías de las puertas!...

El 4 de junio de 1797 cayó otro rayo en el campanario de Philippshofen en Bohemia, y quitando el oro del reloj, doró con él los plomos de la vidriera de la capilla.

En 1761 entró otro en la capilla de la Academia de Viena, y apoderándose del oro que tenia el capitel de una columna del altar, le transportó á una vinagera de plata.

En 1783 fue abrasado gravemente por un rayo un individuo en el Delfinado. Las sortijillas de oro de su bolsillo se fundieron parcialmente, y el metal fue transportado á una de las hebillas de sus zapatos bajo la forma de gotitas perfectamente esféricas.

Al lado de esta ingeniosa fusion de perlitas de oro, se puede citar la siguiente, que verdaderamente es terrible.

El 20 de abril de 1807 cayó un rayo en el molino de viento de Great-Marton en el Lancashire. Una gran cadena de hierro que servia para subir el trigo, debió ablandarse mucho, ya que no fundirse por completo. En efecto, los anillos que estaban en contacto en virtud del peso de la cadena, se reunieron y se soldaron en tales términos, que despues del rayo la cadena se quedó convertida en una barra de hierro. (Arago).

Hé aquí, en contraposicion, un procedimiento de fundicion de una esquisita delicadeza, consignado por Boyle en sus obras.

Dos vasos grandes de cristal, enteramente iguales, estaban juntos, casi tocándose sobre una mesa. Un rayo cae sobre ellos, y al parecer pasa por entre ambos. Sin embargo, no se rompió ninguno: uno de ellos apenas sufrió alteracion y el otro quedó tan deformado por un reblandecimiento instantáneo, que apenas se podia tener en pie.

En el mes de julio de 1783 cayó un rayo en Campo Sampietro Castello (Padua) sobre un pajar lleno de heno que tenia vidrieras, y fundió los vidrios de estas, sin que el heno se inflamara.

Al lado de estas sutilezas hay efectos monstruosos como los siguientes:

En el castillo de Clermont en Beauvoisis habia un muro tradicional, formidable, de 10 pies de espesor, construido segun se decia, en tiempo de los romanos, y cuyo mortero, tan duro como la piedra, imposibilitaba casi su demolicion. Segun dice Nollet un dia cayó sobre él un rayo que hizo instantáneamente una cavidad de 2 pies de profundidad y otro tanto de anchura, arrojando los materiales á una distancia de mas de 50 pies.

En un estudio que publiqué en el *Cosmos* el 28 de junio de 1865 refiero el hecho de un álamo hendido de arriba abajo por un rayo el 14 de mayo anterior en Montigny-sur-Loing. La mitad quedó intacta en toda su longitud, la otra mitad fue despedazada, pulverizada en pedacitos sumamente pequeños que fueron á parar á una distancia hasta de 100 metros. Estos fragmentos, parte de los cuales me enviaron, estaban tan secos y tan filamentosos, que se hubiera creido que eran cáñamo y no que eran madera.

El 1.º de julio de 1866, describí en la misma publicacion un rayo análogo de cuyos efectos habia recibido tambien muestras. El rayo habia caido el 19 de abril anterior en una encina del bosque de Vibraye (Sarthe); habia cortado aquel árbol de 1.m50 de circunferencia por las dos terceras partes de su altura y deshecho los dos tercios inferiores, cuyos filamentos quedaron esparcidos en un espacio de 50 metros alrededor, dejando el tercio superior empotrado en el mismo sitio en que estaba el tronco primitivo. En los fragmentos de las ramas se veia fácilmente que las capas concéntricas anuales se habian separado por la desecacion súbita de la savia, de tal manera que las fibras no permanecian unidas unas á otras mas que en aquellos puntos en que los nudos habian opuesto un obstáculo á la separacion.

El 2 de julio de 1871, en la granja de Etiefs cerca de Rouvres, distrito de Auberive (Marne Superior) cayó un rayo sobre un chopo lombardo de 60 años, de 30 metros de altura y de 3 metros de circuito á un metro del suelo y le arrancó tal cantidad de astillas, que formaban un monton de 65 centímetros de lado y 50 de altura.

El 13 de agosto de 1871 se desencadenó una espantosa tormenta en las inmediaciones de Angers. A cosa de las nueve y diez minutos, dice M. A. Cheux en una comunicacion al Observatorio de Montsouris, un relámpago brillantísimo iluminó todo el cielo por la parte del O. y del S. O., oyéndose inmediatamente despues un violento trueno semejante á una descarga de artillería. Acababa de caer un rayo en la Pointe (municipalidad situada á 2 leguas al S. O. de Angers) sobre un álamo blanco de Holanda, al cual arranco muchas ramas, que fueron transportadas

á 150 metros próximamente del sitio de la ocurrencia. La corteza del árbol fue arrancada en todo él y desparramada á su alrededor. La conmocion eléctrica fue tan violenta, que muchas personas que se hallaban junto á una ventana abierta, en una casa próxima al árbol, fueron violentamente arrojadas al interior de la habitacion, se les erizaron los cabellos y contrajeron una fuerte agitacion que les duró muchos dias. Una de ellas quedó completamente curada de un dolor en un hombro que venia padeciendo hacia ya muchos meses.

En marzo de 1818, un pino de 100 pies de altura y de 14 de circunferencia, que era en Plymouth objeto de admiracion para toda la comarca, desapareció literalmente hecho pedazos. Algunos fragmentos se hallaron á 250 pies del sitio en que estaba. El 25 de agosto del mismo año cayó tambien un rayo en Thury, sobre una encina de 25 metros de altura, y habiéndola arrancado para examinarla cuidadosamente, se vió que las capas concéntricas de la madera podian resbalar unas dentro de otras como los tubos de un anteojo de larga vista.

Pero no hay nada mas aterrador que los ejemplos de rayos en algunos buques. Hé aqui uno, en que el que sufrió la descarga quedó literalmente hecho dos pedazos:

El 3 de agosto de 1852, el buque *Moisés*, que iba de Ibrail á Queenstown, fué sorprendido por una terrible tormenta á la vista de Malta. A cosa de media noche cayó un rayo sobre el palo mayor, se deslizó por él, y llegando al casco le abrió literalmente en dos pedazos, haciendo que se fuera á pique en el acto. La tripulacion y los pasajeros perecieron todos: el capitan Pearson estaba sobre el puente y tuvo tiempo para asirse á un madero, sobre el cual tuvo que mantenerse 17 horas. El navío se sumergió en tres minutos (*Naut. mag.*, XXIII, pág. 290).

A principios de este siglo el buque *Royal-Charlotte*, que estaba en Diamond-Harbour, en el rio Hoogley, saltó en mil pedazos á consecuencia de la esplosion de su Santa Bárbara en la cual cayó un rayo. La detonacion se oyó á una gran distancia y la conmocion se sintió á muchas millas (1).

El 18 de agosto de 1769 cayó otro rayo en la torre de San Nazario, en Brescia. Esta torre estaba construida sobre un almacen subterráneo que contenia un millon de kilógramos de pólvora, pertenecientes á la república de Venecia... La torre entera voló por los aires y cayó bajo la forma de una lluvia de piedras... Parte de la ciudad fué derribada y perecieron tres mil personas.

Tal es el poder del rayo. Pues bien, con este poder, y con esto termi-

(1) Tanto este hecho como el siguiente me parecen mas propios para probar la fuerza espansiva de la pólvora, que el poder del rayo. Una chispa cualquiera hubiera podido producir el mismo efecto. No hace mucho tiempo que un dependiente de uno de los almacenes de hierro de la calle de Toledo, en Madrid, bajó fumando á la cueva en la cual habia una gran cantidad de pólvora: sin duda cayó una chispa de su cigarro sobre uno de los barriles y se inflamaron todos. El infeliz quedó muerto en el acto y la casa sufrió una conmocion tan fuerte, que ha sido preciso reedificarla por completo. Sin embargo, la causa de aquel terrible siniestro no tenia, ni con mucho, la energía de un rayo.

(*N. del T.*)

naremos, se divierte á veces benévolamente del modo que vamos á ver.

Hallábase una muchacha campesina, dice el abate Spallanzani, en un prado no lejos de Pavía, durante una tempestad, el 29 de agosto de 1791, cuando de pronto apareció á sus pies un globo de fuego del tamaño de dos puños. Deslizándose por el suelo aquel rayo globular llégó á sus pies desnudos, los acarició, se introdujo por debajo de sus ropas y saliendo por el centro de su corpiño, sin perder su forma se elevó en el aire con estrépito. En el momento en que el globo de fuego penetró bajo sus faldas, estas se estendieron como un paraguas que se abre y la jóven cayó al suelo. ¡Dos personas que habian presenciado el hecho corrieron á socorrerla, pero no se habia hecho ningun daño! El exámen facultativo solo pudo hacer ver en su cuerpo una ligera erosion superficial, que se estendia desde la rodilla derecha hasta el medio de la region torácica entre los pechos: la camisa se habia hecho pedazos en toda la parte correspondiente. La parte delantera del corpiño, llamada *pettorina del busto*, estaba atravesada por un agujero de dos líneas de diámetro (*Opúsc.*, tomo XIV, pág. 296).

M. Babinet participó á la Academia de Ciencias, en la sesion de 5 de Julio de 1852, el siguiente hecho no menos estraño.

En una casa de la calle de Saint-Jacques, en París, próxima al Val-de-Grâce, salió un rayo globular de la chimenea de una habitacion en que vivia un sastre, derribando el bastidor de papel que la cerraba. Aquella bola de fuego tenia la forma de un gatito de un tamaño regular, enroscado sobre sí mismo y que anduviera sin hacer uso de sus patas. Se aproximó á sus pies como si fuera á jugar con ellos; pero el sastre los apartó poco á poco para evitar su contacto, al que tenia mucho miedo. Algunos segundos despues el globo de fuego se elevó verticalmente hasta la altura del artesano, que estaba sentado mirándole, y que para evitar le tocase en la cara se levantó, echándose atrás. El meteoro continuó elevándose y se dirigió hácia un agujero que habia en la parte alta de la chimenea para que pasase en invierno el tubo de un hornillo; agujero, que segun el sastre, «no podia ver el rayo porque habia un pedazo de papel pegado encima.» El globo despegó el papel sin romperle, entró lentamente en la chimenea y despues de haber tenido tiempo de llegar hasta arriba, al paso que llevaba, produjo una espantosa detonacion que demolió la parte superior, arrojando los escombros al patio y hundiendo los tejados de algunas casitas.

El 10 de Setiembre de 1845, á cosa de las dos de la tarde, durante una violenta tempestad, cayó un rayo en una casa de la aldea de Salagnac, (Creuse). Al estallar el trueno, que fué muy violento, bajó por la chimenea una brillantísima bola de fuego. Un niño y tres mujeres que estaban allí no sufrieron daño alguno. En seguida fué rodando hasta el centro de la cocina y pasó cerca de los pies de un labriego que estaba en ella. Despues entró en otra habitacion próxima á la cocina y desapareció, sin dejar huella alguna. Las mujeres asustadas invitaban al hombre á que la apagara con el pié; pero este se acordó de que habia hecho que le electrizarán una vez que estuvo en París, y juzgó prudente, por el contrario, evitar todo contacto con el meteoro. En la cochiquera, que estaba al lado de la cocina, hallaron muerto á un cerdo que tenian encerrado. El rayo habia atravesado por la paja sin prenderla fuego.

El 12 de julio de 1872 se vió otro ejemplo de rayo globular en el término de Hécourt (Oise). Durante la tempestad una bola de fuego del tamaño de un huevo se manifestó encima de una cama: trataron de apagarla, pero todos los esfuerzos fueron inútiles, y muy pronto la alcoba, las habitaciones próximas y la granja entera, fueron presa de las llamas.

El 23 de julio se observó otro rayo en forma de bola en la calle Rodier en París.

Estos casos de *rayos globulares* son completamente auténticos. Es probable, sin embargo, que con bastante frecuencia algunos relámpagos vistos de lejos, afecten la forma globular aunque no sean, sin embargo, mas que simples relámpagos.

El 2 de julio de 1871, á las doce del dia, estando mi hermano Ernesto Flammarion y algunos amigos suyos en Rouen, bajo el peristilo del Palacio de Justicia, se vieron envueltos en un ámplio relámpago de forma circular, que al parecer se elevó con violencia del suelo en el momento en que sonó el trueno, yendo á parar á uno de los pararayos del edificio. Los que estaban lejos creyeron ver una bola de fuego que se precipitaba del suelo á la nube y de cerca no era mas que un relámpago. Acaso los rayos globulares no sean mas que un fenómeno de electrizacion por influencia, debido á que en el suelo no hay bastante tension para que su electricidad neutralice instantáneamente la de las nubes y que hace que la electricidad se arrastre algun tiempo por el suelo, antes de desprenderse, para seguir la impulsion de la fuerza que le atrae.

CAPITULO IV.

DISTRIBUCION GEOGRÁFICA DE LAS TORMENTAS.

Estadística del rayo.

Siendo las tormentas una manifestacion, la mas notable de todas, de la electricidad atmosférica, se comprende que sean mas frecuentes en los paises cálidos que en los paises frios y que su número y su intensidad vayan decreciendo del ecuador á los polos.

En ninguna parte son las tempestades tan fuertes como en los trópicos. Segun los viajeros no es posible en nuestros climas formarse idea de la violencia de aquellas tormentas: en la region de las calmas hay tempestad casi todos los dias; podria llamarse aquella zona la de las eternas tempestades.

En la mayoría de los casos acompañan á los grandes movimientos atmosféricos que hemos examinado en el capítulo de los huracanes. Las tempestades, los huracanes, los tífones se rodean de manifestaciones eléctricas, desarrollan en gran escala este elemento distribuido profusamente por todas partes y exhalan á su paso los fulgores del relámpago y los estampidos del trueno. Con mucha frecuencia las tormentas de nuestros climas no son otra cosa que consecuencias de los huracanes del Atlántico y dentro de la misma Francia se efectua su marcha ordinariamente del S. O. al N. E.

A medida que se avanza hácia las altas latitudes de las regiones polares, disminuyen las tormentas. Asi es que el

promedio anual de los dias de tempestad es de 60 en Calcuta, de 40 en Maryland (Estados-Unidos, 39° de latitud,) de 20 en el Canada (Quebec, latitud 46°,) de 15 en Tolon, de 12 en París, de 9 en Lóndres y en San Petersburgo y de cero ó casi de cero en el Spitzberg (1).

Hay escepciones sin embargo como ya las hemos visto en la distribucion del calor y de las lluvias; parece por ejemplo que en Lima (Perú) no truena nunca á pesar de hallarse situada en las regiones intertropicales. En Noruega por el contrario truena tanto como en París.

Las tempestades son mas frecuentes en nuestros climas durante el verano. Su proporcion en toda la Europa occidental es de 53 en verano, 21 en otoño, 18 en primavera y 8 en invierno. Prescindiendo de las costas y refiriéndose únicamente al interior de Europa, la proporcion es de 78 para el verano, 16 para la primavera, 6 para el otoño y 0 para el invierno. No sucede lo mismo cuando se avanza hácia los polos, donde la configuracion de los continentes, las numerosas penínsulas, las corrientes marítimas y las diversas cantidades de hielo, introducen, al parecer, grandes elementos de irregularidad. Asi es que en Bergen hay mas tormentas en invierno que en verano, muy pocas en otoño y menos aun en primavera: y aun sin ir tan lejos es curioso observar que en Inglaterra graniza mas en invierno que en verano.

Desde 1863 ha podido establecerse en el Observatorio de Paris gracias al espíritu organizador y á la ilustracion de V. Duruy, ministro, cuyo simpático recuerdo durará mucho tiempo en Francia, un servicio general de observa

(1) Considerando como dias tempestuosos no solo aquellos en que hay verdadera tempestad con lluvia, sino tambien aquellos otros en que, sin llover, se amontonan en el cielo espesas y oscuras nubes de cuyo seno salen repetidos relámpagos, hay en Madrid por término medio 25 al año (en cifras exactas el verdadero promedio es 25,2). En invierno apenas hay un dia tempestuoso cada dos años; en primavera hay ocho por año; en otoño no llegan á cinco y en verano pasan de doce. Los poquísimos que se observan desde noviembre á marzo dependen indudablemente de influencias situadas á mucha distancia, y no de las locales.

(N. del T.)

cion de las tempestades en toda la estension del territorio. Las comisiones departamentales se encargan de reunir los datos recogidos por los maestros; los documentos se centralizan en París y por medio de las cartas departamentales, pueden consignarse en los mapas de Francia las observaciones meteorológicas diarias, hacer su síntesis y apreciar fácilmente la direccion, la velocidad y la amplitud de las tormentas.

Resulta con claridad de este trabajo, dice M. Marié-Davy, que las tempestades no son fenómenos locales como hasta ahora se habia creido. Se estienden siempre por una parte considerable de Francia y algunas veces la atraviesan en toda su estension, siguiendo un camino mas ó menos ancho y que con frecuencia mide mas de 200 y 300 leguas de longitud. Para formarse exigen cierta preparacion de la Atmósfera, lo cual permite prever su desarrollo. Constantemente acompañan á los movimientos giratorios del aire.

Entre los numerosos mapas construidos de esta manera en el Observatorio uno de los mas instructivos es el del 9 de mayo de 1865. Puede seguirse fácilmente de hora en hora la marcha de la tormenta desde el Mediodía al Norte de Francia. Ya hemos hablado de esta larga y notable tormenta en el capítulo del granizo pág. 280. Acompañaba á un fuerte viento que atravesó Francia del O. S. O. á N. N. E. y cuyo centro de depresion llegó al estremo oriental de Inglaterra el 9 por la mañana.

Es muy frecuente que se formen ó se preparen en el continente tormentas de segundo órden: en este caso no se estienden á muchos departamentos, son originadas por nubes mas bajas que las anteriores, sufren la influencia del suelo, se adhieren á las montañas ó siguen el curso de los rios y los valles, y derraman sobre ellos profusamente, como ya hemos visto, tremendas granizadas.

Las tormentas ejercen ordinariamente una funcion útil y reparadora en el sistema orgánico del globo terráqueo. Purifican la atmósfera y el suelo, destruyen los miasmas, renuevan la electricidad, hacen circular el oxígeno, distribuyen el ozono y rejuvenecen la naturaleza. Son sacudidas

violentas, pero saludables, como las que necesitamos á veces nosotros mismos para salir de nuestra inaccion y sobreexcitar nuestra vida. Cuando ha pasado la tormenta, aun cuando las ramas hayan sufrido sacudimientos demasiado fuertes, aun cuando el suelo esté cubierto de hojas, las plantas embalsamadas sonrien al cielo y los bosques exhalan perfumes que nunca son tan puros ni tan intensos como despues de una lluvia de tempestad.

La accion saludable de las tormentas en meteorologia no debe hacernos olvidar sin embargo sus funestos accidentes, entre los cuales hemos anotado tantas curiosidades en el capítulo anterior. Muy lejos de eso, tenemos el derecho de preguntarnos cuál es el número de víctimas del rayo.

¿Cuántas personas mata el rayo anualmente?

El ministerio de Gracia y Justicia hace constar todos los años el número de defunciones ocasionadas por los rayos. El Dr. Boudin ha tomado estos datos hasta 1863 y yo he continuado su estadística hasta el dia, gracias á la amabilidad del Director de los asuntos criminales. No están aun completas las noticias respecto al año 1870, que tanto ha castigado por otra parte, un rayo mucho mas destructor que el del cielo. Hé aquí el resultado de esta estadística.

Años.	Núm. de individuos muertos por rayos en Francia.	Años.	Núm. de individuos muertos por rayos en Francia.
1835.	111	1853.	50
1836.	59	1854.	52
1837.	78	1855.	96
1838.	54	1856.	92
1839.	55	1857.	108
1840.	57	1858.	80
1841.	59	1859.	97
1842.	73	1860.	51
1843.	48	1861.	101
1844.	81	1862.	100
1845.	69	1863.	103
1846.	76	1864.	87
1847.	108	1865.	140
1848.	79	1866.	136
1849.	66	1867.	119
1850	77	1868.	156
1851.	54	1869.	112
1852.	104		2988

Agregando á este número una cifra proporcional de 86 defunciones en los tres departamentos anexionados de Saboya que no figuran en este cuadro hasta 1861, resultan para toda la Francia un total de 3074 muertes por fulguracion. Hay, pues, mas de 3000 desde 1835, ó un promedio de 90 por año (1).

Examinando los hechos y las proezas del rayo se observa que no hay igualdad entre los accidentes ocurridos á hombres y los ocurridos á mujeres; y que hay un privilegio en favor del sexo femenino.

Desde 1854 el ministerio de Justicia ha redactado á peticion del doctor Boudin la estadística de las defunciones por fulguracion, distinguiendo los individuos de uno y otro sexo. Pues bien: de 1630 personas que han perecido en Francia víctimas de los rayos, desde 1854 á 1869, he aquí cuál ha sido la reparticion segun el sexo.

Años.	Sexo masculino.	Sexo femenino.	Totales.
1854.	38	14	52
1855.	72	24	96
1856.	64	28	92
1857.	84	24	108
1858.	58	22	80
1859.	65	32	97
1860.	36	15	51
1861.	66	35	101
1862.	74	26	100
1863.	80	23	103
1864.	61	26	97
1865.	81	59	140
1866.	99	37	136
1867.	80	39	119
1868.	117	39	156
1869.	85	27	112
	1160	470	1630

(1) Las víctimas del rayo no son únicamente aquellas que quedan muertas *en el acto*, únicas de que se ocupa la *justicia criminal* para llevar su estadística. Hay una porcion de heridos cuyo número es muy superior al de los muertos en el acto.

Puede admitirse sin temor de exagerar que el número total de los heridos es por lo menos triple que el de los muertos. Resultaria, pues, que habiendo muerto en el acto 3 074 personas desde 1835 se podria evaluar el número total de víctimas del rayo en Francia en el mismo

Este cuadro nos presenta 1,160 hombres muertos, al lado de 470 mujeres: es decir que hay mas de doble número de hombres que de mujeres muertos por el rayo: la relacion es próximamente de 1 á 2,50; (exactamente de 1:2,47.) Entre 100 personas víctimas del rayo hay 71 del sexo masculino y solo 29 del sexo femenino. Las estadísticas de otros paises conducen próximamente al mismo resultado (1). ¿A qué causas debe el sexo *débil* que así le respete el rayo? ¿A qué género de galantería puede atribuirse este privilegio? Sin duda esta diferencia procede sencillamente de que los accidentes debidos á rayos se verifican por lo general en el campo, y casi siempre en dias de mal tiempo; y en que la agricultura emplea muchos mas hombres que mujeres fuera de techado, puesto que el cuidado de la casa y de la familia es en casi todas partes esclusivo de la mujer.

Se ha observado sin embargo que en un grupo compuesto de igual número de personas de uno y otro sexo, los rayos hieren preferentemente á los hombres: acaso se hallen mas espuestos por su mayor estatura; acaso los vestidos de las mujeres formen un escudo mas fuerte, tal vez acaso el cuerpo no sea igualmente conductor en ambos sexos..... Los niños perecen en raras ocasiones. Para no citar mas un ejemplo veo que en el mes de setiembre de 1867 en Comerly (Corrèze) un rayo arrancó de los brazos de una

período, en unas 10 000, lo cual corresponde á un promedio anual de 300.

Admitiendo la misma proporcion para el conjunto de la poblacion del globo, se ve que el número de personas *muertas* por el rayo se puede evaluar en *diez mil* por año en toda la superficie de la tierra. Esto es bastante; es demasiado sin duda alguna; pero es poco comparado con lo que destruye la guerra. 400 000 personas anuales en toda la humanidad.

(1) Un promedio de cinco años observados en Inglaterra (1852-56), da 103 personas muertas por fulguracion en aquel pais. De ellas 88 eran hombres y solo 15 mujeres, lo cual eleva mucho la relacion presentada por el autor, relacion que en el caso actual es de 1: 5, 8. El promedio general de la mortalidad por causa de rayos en Inglaterra no es tan elevado como el citado antes; porque en este influyen notablemente las cifras muy elevadas del año 1852, en el cual hubo tempestades en toda Europa, al paso que disminuyeron en gran escala las que estallaron en América respecto del promedio anual.

(N. del T.)

muchacha á un niño, á quien arrojó sobre una cama sin hacerle mal alguno.

Se ha observado tambien que el rayo tiene al parecer una predileccion marcada por ciertos edificios, objetos y hasta personas.

Los *Anuncios de los Obispados de Lorena* de 1782 refieren, entre otros, el hecho siguiente:

«El 22 de agosto, á cosa de las doce de la noche, cayó un rayo en Metz, cerca de los cuarteles de Chambière. Despues de haber hecho saltar los sillares de la imposta de la cuadra núm. 3, se dirigió á la ventana del primer piso, rompió los cercos, fundió los plomos y destrozó los vidrios: luego, siguiendo á lo largo de una barra de hierro, penetró entre la junta de dos sillares en el alfeizar de una ventana, hizo saltar la piedra y se introdujo en el piso segundo, levantando una tabla y ocasionando en la ventana los mismos destrozos que en la del piso principal. Desde el segundo piso pasó á una bohardilla, derribando una gran cantidad de yeso, rompió la campana de una chimenea, llegó al tejado, rompió las pizarras en una longitud de 75 centímetros, se corrió á la otra falda, destrozó la tablazon y las pizarras en unos 2 metros cuadrados, y terminó su carrera introduciéndose por las hendiduras de un tubo de chimenea que estaba próximo, por el cual penetró en la habitacion de un oficial, cayó sobre el hogar, arrojó á lo lejos las tenazas y la paleta, desparramando las cenizas y volvió á desaparecer por la chimenea. Cosa singular. En aquella misma habitacion fue donde cayó el rayo el 27 de mayo de 1766 á las diez de la noche, cuando se incendió el cuartel.»

El 10 de setiembre de 1841 cayó un rayo en Perona, en la misma habitacion donde veinticinco años antes habia estado á punto de matar al poeta Beranger.

El 29 de junio de 1763 penetró un rayo en la iglesia de Antrasmo, fundió los dorados de los cuadros y de las columnas de algunos altares, calcinó y ennegreció las vinageras de estaño colocadas sobre un armario é hizo dos agujeros en la alacena donde se guardan los efectos para decir la misa, que estaba metida en un nicho de piedra. Habiéndose restaurado todos estos desperfectos, volvió á caer otro rayo en la misma iglesia, el 20 de junio de 1764, ennegreció y fundió los mismos dorados que habia fundido y ennegrecido en 1763, y en los mismos límites, calcinó las dos vinajeras y destapó los dos agujeros de la alacena que se habian tapado y repintado.

En una relacion de doce buques en que han caido rayos diferentes veces, que presenta M. Mériam, hallamos los datos siguientes:

En 1845, el buque *El Sajon*, en que cayeron dos rayos en el espacio de diez dias.

En 1861, *El Radiante*, en que cayeron otros dos en quince dias.

En 1863, *El Massasuchets*, que recibió dos en el mar en una hora.

En 1854, el *Luisa*, en que descargaron seis rayos en una hora, hiriendo mucha gente.

En 1848, *El West-Point*, que sufrió siete descargas eléctricas en treinta minutos, y sobre el cual murieron dos hombres.

¿Existirán acaso personas dotadas de este mismo triste privilegio? El doctor Boudin cita dos personas que al parecer le tenian: la primera el presbítero Bosco (de Turin), que se nos cita como habiendo sido visitado tres veces por el rayo *en tres habitaciones distintas*. La segunda, una señora americana, Mad, Hain, que vivia en South-Rend (India) y que fue herida en el pie izquierdo en mayo de 1855, despues de haber sido herida en el mismo pie quince años antes.

El abate Richard refiere que una señora que habitaba una quinta en un terreno muy elevado de Borgoña, vió muchas veces *entrar rayos en sus habitaciones* y dividirse en chispas de diferentes magnitudes, la mayor parte de las cuales se adherian á sus vestidos, que no se quemaban sin embargo, dejando manchas lívidas en sus brazos, y hasta en sus muslos: con este motivo decia que el rayo no la habia hecho nunca mas daño que darla algunos golpes dos ó tres veces, á pesar de que *caia con mucha frecuencia en su quinta*. Habia llegado hasta cierto punto á familiarizarse con el rayo y no tenia un gran miedo á sus visitas.

En situaciones completamente iguales, decia Arago, un hombre, *por la naturaleza de su constitucion*, corre mas peligro que otro. Hay personas que detienen bruscamente la comunicacion de la electricidad, y no sienten conmocion aun cuando esten en el segundo lugar de la fila. Estas personas, por escepcion, no son conductores de la materia fulminante. Es menester, pues, por escepcion tambien, colocarlas entre aquellos cuerpos malos conductores que el rayo respeta, ó á los cuales hiere por lo menos muy raras veces. Es imposible que existan estas diferencias tan marcadas, sin que haya gradacion, y cada grado de conductibilidad corresponde, pues, en tiempo de tormentas, á un grado de peligro. El hombre que sea tan conductor como el metal, sufrirá el rayo con tanta frecuencia como el metal; el que interrumpe la comunicacion en la cadena, no deberá tener mas miedo que si fuera de vidrio ó de resina. Entre estos límites habrá personas á quienes podrá herir el rayo como á las maderas, á las piedras, etc. Es, pues, indudable que en los fenómenos del rayo no influye solo el sitio que ocupa una persona, sino su naturaleza misma.

Se ha observado, por último, que el hombre, está menos espuesto á los rayos que los animales.

En 1715 cayó un rayo en la abadía de Noirmoustiers, cerca de Tours, y mató 22 caballos, sin hacer ningun daño á 150 religiosos, por cuyo refectorio pasó volcando las 150 botellas que contenian sus raciones de vino.

El 12 de abril de 1781 MM. d'Ausac, de Gautran y de Lavallongue: que iban á caballo, sufrieron una descarga de la electricidad atmosférica, los tres caballos murieron en el acto, y de los tres ginetes solo pereció M. d'Aussac.

En el año IX mató un rayo, cerca de Chartres, á un caballo y una mula, sin hacer daño al molinero que los llevaba.

En 1810 cayó otro rayo en la habitacion de M. Cowens y mató á su perro que se hallaba junto á él, sin hacer daño al amo.

En 1819, otro rayo que cayó en la iglesia de Châteauneuf-les-Moustiers, mató todos los perros que habia en ella, y no quitó la vida mas que á 8 personas de las 200 que estaban oyendo misa.

El 26 de setiembre de 1820, cayó otro rayo cerca de Sainte-Menehould

sobre un labrador que estaba arando : los dos caballos quedaron muertos y el hombre no sufrió mas que una sordera transitoria.

En 1826, un muchacho iba en una yegua cerca de Worcester: la yegua quedó muerta á consecuencia de un rayo, que no hizo daño al muchacho.

El 1.º de junio de 1855 cayó otro rayo sobre un rebaño de carneros en la municipalidad de Saint-Léger-la-Montagne (Alto Viena), mató 78 carneros y los dos perros del ganado, y apenas hizo daño á la mujer que los guardaba.

El 13 de agosto de 1852 descargó otro rayo sobre un arrendatario de Sain-Georges-sur-Loire, que iba conduciendo cuatro bueyes. Dos de estos quedaron muertos y otro paralítico del lado izquierdo : el arrendatario solo sintió un entumecimiento de la pierna izquierda.

El 2 de febrero de 1859 sorprendió una tromba en las inmediaciones de Lieja á una manada de puercos, ciento cuarenta de los cuales murieron asfixiados sin que sus conductores esperimentasen la mas ligera molestia.

El 15 de agosto de 1862 estaban tres muchachas guardando sus rebaños. A cosa de las cinco estalló una violenta tempestad: la lluvia caia á torrentes y el trueno retumbaba con estrépito: las pastoras cogidas de improviso no tuvieron tiempo para recoger sus rebaños. Dos de ellas buscaron un abrigo contra la tempestad, guareciéndose bajo un castaño: la tercera se refugió bajo un haya á unos 25 metros del sitio en que se hallaban las otras dos. De repente brilló un relámpago sobre sus cabezas; una masa de fuego bajó por el castaño en que se hallaban las dos primeras y las rodeó por completo. La tercera vió el fuego, sintió el olor del azufre y se desmayó. Cuando volvió en sí, sus compañeras no daban señales de vida: sus vestidos estaban abrasados y sus zuecos hechos pedazos. A su alrededor habia cinco ovejas, un puerco y una pollina muertos por el rayo: el perro del ganado estaba hecho dos pedazos.

«El 11 de mayo de 1865, hácia las seis y media de la tarde, dice el periódico belga *La Meuse*, estaba en el campo con un rebaño de ganado lanar un pastor llamado Wéra, que al ver que amenazaba tempestad emprendió el camino del pueblo. Cuando llegó á la cumbre de la montaña Gay-Viéux-Sarts, donde el camino es estrecho y difícil, los carneros se formaron en dos grupos, apretando las cabezas unos contra otros y se negaron á seguir marchando. Wéra se habia guarecido en un matorral cuando se oyó un terrible trueno, que mató al pastor y á todo su rebaño. Aquel habia sido herido en la cabeza: todos sus cabellos habian desaparecido desde la nuca, y el fluido eléctrico habia trazado una línea sobre su frente, su rostro y su pecho. Su cuerpo estaba completamente desnudo y toda su ropa hecha girones. Por lo demás, no tenia mancha alguna de sangre. El hierro de su azadilla, desprendido del hástil, habia ido á parar á mucha distancia, y el hástil se habia hecho pedazos. Un crucifijo pequeño de metal y un escapulario que llevaba se encontraron á 15 metros de distancia. De los 152 carneros que componian el rebaño, murieron 126. Estaban todos cubiertos de sangre, y sus heridas eran tan diversas como estrañas. *Unos tenian la cabeza completamente separada del tronco, otros traspasada de parte á parte y otros las piernas rotas.* En cuanto al perro no se pudo saber lo que habia sido de él.»

El 24 de junio de 1822, cerca de Hayiensen (Wurtemberg), quedaron muertos inmediatamente, por efecto de un rayo, un pastor y 216 carneros, de 248 que componian el rebaño.

Por último, segun dice M. d'Abbadie, un rayo caido durante una tempestad en Etiopia mató de un golpe 2 000 cabras y el pastor que las guardaba.

Tambien parece que los rayos tienen preferencia por ciertas especies de árboles.

Los antiguos creian que el laurel preservaba de sus efectos, y aun hoy mismo el haya goza tambien en nuestros climas de la fama de ser inaccesible á los rayos; pero esto no es completamente exacto segun vamos á ver.

Entre los numerosos hechos y proezas del rayo que estoy recogiendo desde hace algunos años tengo 166 indicaciones relativas á especies distintas de árboles que se clasifican del siguiente modo segun el número de veces que han sido heridos por el rayo:

54 encinas y robles.	6 hayas.	2 manzanos.	1 higuera.
24 álamos blancos.	5 fresnos.	1 serval ó níspero.	1 naranjo.
14 olmos.	4 perales.	1 moral.	1 olivo.
11 nogales.	4 cerezos.	1 aliso.	0 abedul.
10 pinabetes.	4 catalpas.	1 citiso ó falso ébano.	0 arce.
7 sauces.	3 castaños.	1 acacia.	
6 pinos.	2 tilos.	1 robinia ó falsa acacia.	

Es digno de notarse que la altura de los árboles no es la causa esencial de que les caigan mas ó menos frecuentemente rayos, y el cuadro precedente haria creer verdaderamente que la misma esencia del árbol tiene una influencia efectiva. ¿Qué razon habia sino para que los olivos, los morales, los abedules, los arces, tan comunes en ciertos paises, apenas hayan recibido rayos? La altura de los árboles ejerce sin embargo influencia: es indudable que si hay muchos árboles próximos en una llanura, el rayo cae de preferencia sobre los mas elevados. Tenemos de ello muchos ejemplos. El aislamiento de los árboles, la elevacion del terreno, la situacion relativamente á la tempestad, la naturaleza del terreno, la forma del follaje, la de las raices, ejercen una marcada iufluencia en los efectos del rayo y en su tendencia á caer sobre ciertos árboles. Preferentemente caen los rayos en aquellos cuyas raices son á la vez profundas y desparramadas.

Examinemos ahora la estadística del rayo segun los lugares, y presentemos la distribucion geográfica de las descargas eléctricas: es sumamente curiosa aun dentro de una misma comarca como la Francia. La marcha de las tormentas, el relieve del suelo, tienen una influencia marcada sobre la frecuencia de los rayos. Las diversas provincias no están espuestas del mismo modo á los riesgos que lleva consigo este meteoro. Hé aquí la nota por departamentos

de todas las defunciones por fulguracion registradas en el ministerio de Gracia y Justicia desde 1835:

DEPARTAMENTOS CLASIFICADOS POR ORDEN ASCENDENTE DEL NUMERO

PROPORCIONAL DE DEFUNCIONES POR FULGURACION DESDE 1835.

Núm. creciente de los riesgos.	Departamentos.	Núm. de personas muertas en el acto desde 1835.	Número de habitantes por cada muerto de rayo.
1	Seine.	30	70 000
2	Orne.	7	60 000
3	Manche.	10	57 000
4	Calvados.	9	53 000
5	Seine inferior.	17	46 000
6	Côtes du Nord.	17	38 000
7	Ille-et-Vilaine.	16	37 000
8	Eure-et-Loire.	8	36 000
9	Sarthe.	15	31 000
10	Mayenne.	12	30 500
11	Eure.	13	30 000
12	Seine-et-Oise.	18	29 000
13	Morbihan.	18	27 500
14	Nord.	52	27 300
15	Aisne.	21	27 000
16	Vendée.	17	24 000
17	Finisterre.	30	22 400
18	Loiret.	16	22 100
19	Maine-et-Loire.	24	22 000
20	Seine-et-Marne.	18	20 500
21	Somme.	28	20 300
22	Ardennes.	16	20 000
23	Loire inferieure.	30	19 900
24	Paso de Calais.	40	19 200
25	Tarn-et-Garonne.	18	19 000
26	Oise.	22	18 000
27	Moselle.	26	17 000
28	Meuse.	18	16 600
29	Ródano.	41	16 500
30	Indre.	18	16 400
31	Indre-et-Loire.	20	16 300
32	Loire-et-Cher.	17	16 100
33	Marne.	24	16 000
34	Dordogne.	25	15 300
35	Alto Rhin.	34	15 000
36	Landes.	21	14 500
37	Charente inferior.	33	14 200
38	Yonne.	37	14 000
39	Bouches-du-Rhône.	44	13 500
40	Aube.	20	13 300
41	Vienne.	25	13 200

Núm. creciente de los riesgos.	Departamentos.	Núm. de personas muertas en el acto desde 1835.	Número de habitantes por cada muerto de rayo.
42	Bajo Rhin.	46	13 100
43	Charente.	29	13 000
44	Alto Garonne.	39	12 500
45	Gard.	35	12 400
46	Aude.	23	12 200
47	Hérault.	36	12 000
48	Isère.	51	11 500
49	Gironde.	63	11 300
50	Nièvre.	31	11 200
51	Chèr.	30	11 100
52	Vosges.	38	11 000
53	Gers.	29	10 300
54	Saboya.	27	10 000
55	Meurthe.	44	9 800
56	Bajos Pirineos.	45	9 700
57	Tarn.	37	9 600
58	Vaucluse.	20	9 500
59	Alto-Vienne.	34	9 300
60	Dos Sévres.	34	9 000
61	Altos Pirineos.	28	8 700
62	Alto-Saône.	37	8 600
63	Pirineos orientales.	23	8 200
64	Var.	38	8 000
65	Lot-et-Garonne.	42	7 800
66	Lot.	38	7 700
67	Ariège.	33	7 600
68	Ain.	48	7 500
69	Alto Marne.	35	7 400
70	Saône et Loire.	83	7 200
71	Costa de Oro.	54	7 000
72	Doubs.	43	6 900
73	Loire.	77	6 800
74	Aveyron.	64	6 200
75	Drôme.	54	6 000
76	Jura.	50	5 900
77	Ardèche.	71	5 600
78	Puy-de-Dôme.	105	5 500
79	Corrêze.	57	5 400
80	Creuse.	51	5 300
81	Cantal.	47	5 100
82	Allier.	75	5 000
83	Alpes marítimos.	41	4 800
84	Córcega.	54	4 700
85	Alta Saboya.	61	4 400
86	Altos Alpes.	31	3 900
87	Bajos Alpes.	44	3 300
88	Alto Loire.	98	3 200
89	Lozère.	60	2 300

Se ve, pues, cuánto varia el número proporcional de víctimas del rayo de un departamento á otro. Los departamentos que han sufrido mas, son el de Lozère, Bajos y Altos Alpes y Alta Savoya; los mas respetados los del Sena Orne, Mancha y Calvados. La proporcion de víctimas ha sido 30 veces mayor en el departamento de Lozère que en el del Sena.

Bajo el punto de vista del número absoluto de muertos, sin tener en cuenta la proporcion de la poblacion, el máximo 105 corresponde al Puy-de-Dome y el mínimo 7 al Orne.

Cuanto mayor es el número de años que se considera, mas se aproxima el resultado á la realidad normal. Si se compara el cuadro anterior con el publicado en 1863 por el doctor Boudin se ve que la clasificacion varia para casi todos los departamentos, aun cuando el conjunto general sea el mismo; pero ambos indican ya la influencia dominante del relieve de las montañas.

Particularmente en la meseta central, y despues en los Alpes y en los Pirineos es donde se localizan los máximos de los accidentes; los mínimos corresponden al litoral de la Mancha y á la parte septentrional de las costas del Atlántico; entre estas dos zonas se colocan los departamentos en que los accidentes debidos á rayos están representados por cifras necrológicas de mediana intensidad.

He publicado en el Atlas anual del Observatorio de Paris los mapas estadísticos de los accidentes ocasionados por rayos en Francia, en los cuales se ve claramente la misma deduccion que acabo de hacer.

CAPITULO V.

FUEGO DE SAN TELMO Y FUEGOS FÁTUOS.

El fuego de San Telmo es una manifestacion lenta de la electricidad, una corriente pacífica y tranquila, como la del hidrógeno en un mechero de gas, que se irradia suavemente por las elevadas puntas de los para-rayos de los edificios ó de los navíos, durante los períodos de tormenta en que la tension eléctrica terrestre se halla escitada enérgicamente por la de las nubes.

Hace dos mil años, escribia ya Séneca que durante las grandes tormentas, venian las estrellas á posarse en las velas de los buques; y añadia que en estos casos creian los marinos en peligro, que las divinidades benéficas *Castor* y *Polux* les prestaban auxilio. Dice tambien Tito Livio que el dardo con que Lucio acababa de armar á su hijo, alistado en aquel momento en el ejército, arrojó llamas sin quemarse durante mas de dos horas. En el momento en que la flota de Lisandro salia del puerto de Lampsaco para atacar á la flota ateniense, los fuegos de Castor y Polux fueron á posarse á ambos lados de la galera del general lacedemonio. Entre los antiguos, estos meteoros luminosos se miraban como presagios y se recogian escrupulosamente por los historiadores. Una sola llama, considerada como un signo de mal agüero se llamaba *Elena*, los fuegos dobles presagiaban el buen tiempo y el éxito feliz de las empresas.

«Los marinos, dice el hijo de Cristóbal Colon, consideran como cierto que el peligro de las tempestades ha pasa-

do cuando el *San-Telmo* se deja ver. Durante el segundo viaje del almirante, en una noche de octubre de 1493, tronaba y llovia á chaparrones, cuando se presentó el San-Telmo en el palo de juanete con siete cirios encendidos. Al ver aquella aparicion maravillosa, los hombres de la tripulacion se deshicieron en oraciones y acciones de gracias.» Herrera cuenta que los marineros de Magallanes tenian la misma supersticion. «Durante las grandes tormentas, dice, se presentaba el San-Telmo en el estremo del palo de juanete, unas veces con un cirio encendido y otras con dos. Los marineros saludaban siempre su aparicion con aclamaciones y con lágrimas de alegría.» Las siguientes líneas, tomadas de las memorias de Forbin, presentan un ejemplo del mismo fenómeno con proporciones estraordinarias. Era en 1696 en la travesía de las Baleares. «La noche, dice, se puso de repente sumamente oscura, y habia truenos y relámpagos espantosos. Temiendo la gran tormenta que nos amenazaba, hice cargar todas las velas. Vimos sobre el buque mas de *treinta fuegos de San-Telmo*. Habia uno especialmente, en la estremidad de la veleta del palo mayor que tenia mas de *pie y medio de altura*. Mandé subir á un marinero *para que le bajase*. En cuanto estuvo arriba dijo que aquella llama hacia un ruido semejante al de un cebete de pólvora: le dije que quitara la veleta y que bajara, pero apenas la habia quitado de su sitio, se quedó sin llamas y estas continuaron en el estremo del palo mayor, sin que fuera posible quitarlas de allí. Estuvo encendido mucho tiempo y despues se fue apagando poco á poco.»

Los fuegos de San-Telmo se manifiestan con la mayor frecuencia en los buques.

Hé aquí algunas de las observaciones hechas.

El 23 de diciembre de 1869 estaba el vapor-correo *Emperatriz Eugenia* á los 46° 53′ de latitud Norte y 9° 55′ de longitud Oeste: el barómetro marcaba 752^{mm} y el termómetro 9° 5′: en su cuaderno de bitácora consigna que hacia un temporal muy fuerte. Vivos y frecuentes relámpagos surcaban por todas partes el horizonte, pero no se oia trueno alguno. Por la noche los temporales iban acompañados de frecuentes granizadas, y cuando pasaban sobre

el buque producian en él, el fenómeno del fuego de *San-Telmo*.

Penachos luminosos, de un color azulado y de una altura de pie y medio próximamente, se encendian sobre los para rayos de los mástiles. La arboladura y los aparejos aparecian fosforescentes, y las cúspides de las olas presentaban tambien penachos pero no tan hermosos como los de los palos. Aquellas luces resplandecian en el momento en que la nube alcanzaba al buque: muy brillantes mientras soplaba el viento con fuerza, se amortiguaban en cuanto empezaba á ceder, y desaparecian con el temporal. Las partes de la arboladura y del aparejo que reciben directamente la accion del viento son las únicas que presentan aquel aspecto luminoso. Se diria que se las habia frotado con fósforo. El fenómeno no se produce en las partes que están al abrigo del aire aunque no estén muy preservadas y no llega á un nivel mas bajo que el de las cofas á unos 30 metros sobre el del mar. El fenómeno se reprodujo muchas veces durante la noche pero solo en los temporales acompañados de granizo.

Los fuegos de San-Telmo aparecen tambien en los campanarios. Hé aquí uno de los ejemplos observados.

El 2 de marzo de 1869 aparecieron llamas sobre la iglesia del pueblo de Sainte-Catherine-de-Fierbois, del canton de Sainte-Maure y del distrito de Chinon; no se oyeron truenos durante la tempestad y el campanario desarmó las nubes tempestuosas. «Hácia el final de la tormenta, cuando el viento no era ya tan fuerte y cuando la lluvia era menos abundante, escribe un corresponsal de la Asociacion científica, distinguieron muchas personas una especie de corona de fuego alrededor de la cruz en que remata el campanario, á una altura de unos 40 metros: uno de los observadores la estuvo viendo lo menos cinco minutos (no habia visto empezar el fenómeno): la claridad era tal que la cruz y el campanario se veian como si fuera de dia; por último, la luz se fue debilitando y acabó por apagarse como una vela que se consume, sin variar de sitio.»

Muchas veces se han observado los penachos luminosos de la electricidad sobre la aguja de Nuestra Señora de Pa-

rís, durante algunas fuertes tormentas en las noches de verano.

Tambien se manifiestan á veces los fuegos de *San-Telmo* sobre el hombre, sobre sus vestidos y sobre los objetos qué tiene en la mano.

Julio César refiere que en el mes de febrero, hácia la segunda vigilia de la noche, se levantó de pronto una densa nube que descargó una granizada; aquella misma noche aparecieron inflamadas las puntas de las picas de la quinta legion.

Segun Procopio, se produjo un fenómeno semejante en las lanzas y las picas de los soldados de Belisario durante su guerra contra los vándalos.

Tito Livio dice que las picas de algunos soldados en Sicilia, y un baston que llevaba en la mano un ginete en Cerdeña, aparecieron encendidos. Las mismas corazas se hicieron luminosas y mostraron numerosos fuegos.

Cuando en 1769 aparecieron brillantes penachos durante una tormenta en la cruz del campanario de Hohen-Gebrachin, dos vecinos que acudieron para apagar el fuego que á su parecer invadia el campanario, se quedaron tan sorprendidos como aterrados al ver sus cabezas cubiertas de fuego y de luz.

El 28 de mayo de 1831, despues de puesto el sol, la Atmósfera estaba ardiente y presagiaba una gran tormenta. En la estremidad de los palos de las tiendas de campaña en Argel, se vieron penachos de luz blanca que persistieron mas de media hora. Algunos oficiales de artillería y de ingenieros que se estaban paseando en el terrado del fuerte de Bab-Azoun, vieron que todos ellos tenian los cabellos erizados y llenos de penachitos luminosos. Cuando levantaban los brazos salian tambien penachos de las puntas de sus dedos.

En otros casos el fuego de San-Telmo se presenta bajo la forma de llamas, y en algunos el cuerpo humano aparece todo él irradiando luz.

Peytier y Hossard se han visto muchas veces en los Pirineos envueltos en tales tormentas, que desde la llanura se los creia perdidos. Muchas veces sus cabellos y las bor-

las de sus gorras se levantaban y despedian una viva luz acompañada de un silbido muy marcado. Letestu estuvo en su globo durante tres horas, de noche, en 1786, en medio de una tempestad: oia un ruido atronador: su barquilla se llenaba de nieve y de granizo y los dorados de su bandera despedian chispas.

El desprendimiento de la electricidad del suelo á la Atmósfera, va muchas veces acompañado de fenómenos singulares y de una especie de *zumbido* eléctrico en las cumbres de las montañas.

M. Enrique de Saussure estaba con algunos viajeros en la cumbre del pico de Sarley (3,200 metros de altitud), cerca de Saint-Moritz, en los Grisones, el 22 de junio de 1867, á cosa de la una de la tarde. Los que le acompañaban en la ascension habian sufrido una lluvia de escarcha, y acababan de arrimar á una roca sus bastones herrados. De pronto, M. de Saussure sintió en las espaldas y en los hombros un dolor muy vivo, como el que produciria un alfiler que se introdujera lentamente en la carne.

»Creyendo, dice, que mi capote podria tener alfileres me le quité; pero lejos de hallar alivio sentí que los dolores aumentaban y me cogian toda la espalda de hombro á hombro: además iban acompañados de un cosquilleo y de punzadas dolorosas, como las que hubiera podido producirme una abispa que se hubiera paseado sobre mi espalda acribillándome á picotazos. Quitándome inmediatamente el gaban no encontré tampoco en él, nada que me pudiera hacer aquel daño.

»El dolor, que persistia siempre, tomó entonces el caracter de una quemadura, y sin reflexionar mas creí que se habia prendido fuego, sin que pudiera esplicarme cómo, á mi camiseta de lana. Iba, pues, á despojarme del resto de mis vestidos cuando nos llamó la atencion un ruido que recordaba el zumbido de los moscardones. Eran nuestros báculos, que apoyados en la roca *cantaban* con fuerza, emitiendo un ruido análogo al de una marmita cuya agua va á romper á hervir. Todo aquello podia haber durado cuatro ó cinco minutos.

»Comprendí al momento que mis dolores provenian de una corriente eléctrica muy intensa que salia de la cumbre de la montaña. Algunos esperimentos improvisados con nuestros bastones no nos permitieron descubrir ninguna chispa ni ninguna luz apreciable de dia. Vibraban con fuerza en nuestras manos y producian un ruido muy marcado, bien estuvieran verticales, con el hierro hácia arriba ó hácia abajo, ó bien horizontales: la vibracion era siempre la misma pero no se oia ningun ruido en el suelo.

»El cielo se habia puesto todo él completamente gris, aunque estaba desigualmente cargado de nubes. Algunos minutos despues sentí que mis

cabellos y los pelos de mi barba se erizaban y me hacian esperimentar una sensacion análoga á la que produce una navaja de afeitar que se pasa en seco sobre una barba un poco fuerte. Un jóven, francés, que me acompañaba dijo que sentia erizarse su naciente bozo y que de los pabellones de sus orejas salian corrientes muy fuertes. Levantando el brazo sentia yo que tambien salian de las puntas de mis dedos. En una palabra una gran cantidad de fluido eléctrico se escapaba de los bastones, las ropas, las orejas, los cabellos y todas las partes salientes de nuestros cuerpos.

»Solo oimos un trueno á lo lejos por la parte de Poniente. Abandonamos la cima precipitadamente y bajamos un centenar de metros. A medida que descendíamos nuestros bastones vibraban cada vez menos y no nos detuvimos hasta que su sonido fue bastante débil para no percibirse aunque nos los aproximáramos al oido.»

El mismo observador presenció otro caso de desprendimiento de electricidad en la cúspide de las montañas, cuando hace muchos años, visitó el Nevado de Toluca en Méjico: pero entonces el fenómeno presentaba mayor intensidad como era de suponer, puesto que se observaba entre trópicos y á una altitud de cerca de 4,500 metros.

El desprendimiento de electricidad por las rocas elevadas se produce con mucha frecuencia cuando el cielo está muy cargado de nubes bajas que rodean las cimas y que pasan á muy poca distancia sobre ellas. Este desprendimiento debilita la tension eléctrica lo bastante para que no caigan rayos.

Durante la noche del 11 de agosto de 1854, hallábase M. Blackwell en los Grands-Mulets (altitud 3,455 metros); su guia F. J. Couttet salió de la choza á cosa de las once y vió las cúspides de las montañas cubiertas de fuego; inmediatamente habló á sus compañeros de aquel fenómeno, y todos quisieron observarle, asegurándose de que realmente en virtud de un efecto eléctrico producido por la tempestad, todas las rocas salientes de los alrededores estaban iluminadas. Sus vestidos estaban tambien cubiertos de chispas y en cuanto levantaban los brazos se les ponian fosforescentes los dedos.

La nieve no impide estas manifestaciones: al menos así resulta de los detalles siguientes: El 10 de julio de 1863, visitaba M. Watson la garganta de la Jung-frau, en compañía de otros muchos viajeros y de los guias. La mañana habia estado muy hermosa; pero al aproximarse á la gar-

ganta, sorprendió á la caravana un viento fuerte acompañado de granizo.

Retumbó un violento trueno, y muy poco despues oyó M. Watson una especie de silbido que salia de su baston: este ruido se parecia al que produce una marmita cuya agua al hervir desaloja vivamente el vapor que se produce en ella. Hicieron alto y observaron que los bastones y las hachas que llevaban todos, producian un sonido análogo. Los clavaron en la nieve por uno de sus estremos, y siguieron silbando de aquella manera especial. De repente uno de los guias se quitó el sombrero, diciendo que se le quemaba la cabeza, y en efecto, sus cabellos estaban erizados como los de una persona electrizada por la influencia de una potente máquina, y todos los demas sentian tambien punzadas y una sensacion desagradable de calor en la cara y en otras partes del cuerpo. Los cabellos de M. Watson estaban levantados y rígidos. El velo del sombrero de otro viajero se puso tambien vertical y se oia el silbido eléctrico en las puntas de los dedos cuando estos se levantaban.

De la misma nieve salia un ruido análogo al que se produciria por la caida de una fuerte granizada. Sin embargo, no se percibia luz alguna; pero de fijo se hubiera visto si hubiese sido de noche.

Todos estos fenómenos se deben únicamente á desprendimientos de electricidad; pero es necesario no confundir los fuegos de San-Telmo con otras luces que se les parecen mucho; *los fuegos fátuos*, cuya causa no es la electricidad.

El fuego fátuo es una llama errante y ligera, producida por emanaciones de gas *hidrógeno fosforado* que salen de los sitios en que hay materias animales ó vejetales en descomposicion, (como por ejemplo, los cementerios, los muladares ó los pantanos,) y que se inflaman espontáneamente combinándose con el oxígeno del aire.

Estas luces vacilantes han preocupado siempre tristemente el espíritu supersticioso de los pueblos. Las imaginaciones fantásticas han visto en ellas almas errantes alrededor de las ruinas; y mas de una vez han aterrorizado y hecho arrodillarse en el silencio de la noche á los que las

han visto deslizarse entre las siniestras sombras del cementerio.

Algunas veces se desprenden de pronto al abrir algunas sepultúras antigüas; y como en otros tiempos se colocaban lámparas encendidas en el fondo de los sepulcros, las gentes crédulas han supuesto que la llama de estas era inextinguible. Cuéntase que durante el pontificado de Paulo III, electo papa el 13 de octubre de 1534, se encontró en la Via Apia una tumba antigua con esta inscripcion: *Tulliolæ filiæ meæ*. Al primer soplo del aire, el cuerpo de la hija de Ciceron se redujo á polvo, *y se apagó una lámpara que estaba aun encendida*, segun se dice, *despues de haber ardido mas de mil quinientos años*. Algunos cuerpos que hacia mucho tiempo que estaban sepultados, se han encontrado brillantes en sus féretros con una luz fosforescente. El criminal Freburg, que fue conducido á la horca á consecuencia de sus grandes fechorías, apareció durante muchas noches con la cabeza rodeada de una aureola luminosa, y algunos daneses, engañados por aquella especie de prodigio, cuya causa natural ignoraban, creyeron ver en ella una prueba de su inocencia.

La Commune de París en 1871, que se estinguió en medio del incendio y de la sangre, dejando vivos sus principales jefes, mientras se fusilaban millares de hombres del pueblo, muchos de los cuales solo la sostenian para dar pan á sus familias, arrojó en el hoyo comun á multitud de infelices, peor enterrados que si hubieran sido perros, y que se corrompieron en montones bajo la accion disolvente de la lluvia y del calor de junio. Antes de entrar en París las tropas del gobierno, la parte Oeste de la capital, teatro de tantos combates, estaba ya acribillada de sepulturas, y los barrancos de Issy y de Meudon sirvieron de última morada á los batallones movilizados de los federales. Como nada se pierde en la naturaleza, el hidrógeno de aquellos cuerpos descompuestos surcaba el aire por las noches en forma de llamas azules. ¡Efímeros fuegos fátuos! Vosotros sois lo único que ha sobrevivido á tanto estrépito, á tantas violencias, á tantas pretensiones.

CAPITULO VI.

LOS PARA RAYOS.

Ultima comunicacion oficial de la Academia de Ciencias.—Individuos de la comision MM. Becquerel, Babinet, Duhamel, Fizeau, Regnault, mariscal Vaillant; Pouillet, secretario.

I.—Proposiciones generales.

1. Las nubes tempestuosas en que existe el rayo no son otra cosa que nubes ordinarias cargadas de una gran cantidad de fluido eléctrico.

El relámpago que surca los aires es una inmensa chispa eléctrica cuyos dos puntos de partida son dos nubes distantes y cargadas de electricidades contrarias.

El trueno es el ruido de la chispa.

El rayo es la misma chispa: es la recomposicion de las electricidades contrarias.

Cuando uno de los puntos de partida del relámpago está en la superficie del suelo, se dice que cae el rayo y que hiere los objetos terrestres. Entonces todos los puntos que surca el relámpago son tambien la neutralizacion ó la recomposicion de las dos electricidades contrarias una de las cuales procede de la nube y otra de la misma tierra.

¿Cómo es que la tierra, que en general se encuentra en estado natural y sin electricidad aparente se halla cargada de electricidad y de electricidad contraria á la de la nube en el momento en que cae el rayo?

Esta es la primera cuestion que tenemos que examinar.

2. Antes de que caiga el rayo, la nube tempestuosa que le dá origen, aun cuando se halle á muchos kilómetros de altura, obra por influencia repeliendo á lo lejos la electricidad del mismo nombre y atrayendo la de nombre contrario. Esta influencia se egerce sobre todos los cuerpos; pero no es eficaz en realidad mas que sobre los buenos conductores, como son en diversos grados los metales, el agua, el suelo muy húmedo, los séres vivientes, los vegetales etc.

Cada cuerpo esperimenta de un modo diverso la accion de la nube segun su forma, sus dimensiones y sobre todo segun sea más ó ménos perfecta su comunicacion con el suelo.

Un árbol, por ejemplo, cuando está en un terreno medianamente hú-

medo, no recibe mas que una ligera influencia, porque la electricidad del mismo nombre no puede repelerse muy lejos en esta clase de terreno que son muy malos conductores para grandes cargas eléctricas.

Si por el contrario, el árbol se encuentra en una tierra muy húmeda y muy estensa, sufrirá una influencia muy grande porque la electricidad del mismo nombre puede rechazarse hasta muy lejos por medio de este buen conductor: y sufrirá en la mayor escala posible la influencia, si este buen conductor en sus estremos está en buena comunicacion en otras capas de agua indefinidas.

Cuando se trata de la electricidad de nuestras máquinas, la superficie de la tierra en cualquier estado en que se halle, es lo que se llama el *suelo* ó el *depósito comun*, y puede dársele este nombre porque su conductibilidad es bastante para dispersar ó neutralizar las cargas pequeñas.

Cuando se trata de rayo, la tierra vegetal en su estado ordinario no es lo que puede llamarse el depósito comun; relativamente es un mal conductor, y lo mismo las formaciones geológicas de diversas clases sobre que descansa. Es necesario llegar á la primera capa acuífera, es decir á la capa de los pozos que nunca se secan (aquí la llamaremos la *capa subterráneas* para hallar una zona cuya conductibilidad sea bastante. Esta, á causa de su estension y de sus múltiples ramificaciones no puede estar aislada de los cursos de agua próximos; y con los rios y con el mismo mar, constituye lo que puede llamarse el depósito comun de la electricidad de las nubes, ó el depósito comun de los pararayos.

En efecto, mientras que la nube tempestuosa egerce por todas partes su influencia atractiva sobre el fluido de nombre contrario y repulsiva sobre el fluido del mismo nombre, la capa subterránea es la que sufre esta influencia con una eficacia considerable. Toda su superficie superior se carga pues, de electricidad de nombre contrario á la de la nube, que esta acumulada en aquella parte por su atraccion, mientras que la electricidad del mismo nombre es repelida á gran distancia y dispersada en el depósito comun. Cuando parte el rayo, los dos puntos de partida del relámpago están, pues, el uno sobre la nube y el otro sobre la capa subterránea, que es en cierto modo la otra nube necesaria para la produccion del rayo.

Por esta razon, pues, el globo terráqueo, sin dejar de hallarse,—considerado en su conjunto—en estado natural, está electrizado eventualmente en algunos puntos en virtud de la presencia de nubes tempestuosas.

Los edificios, los árboles, los séres vivientes, heridos por el rayo, no deben por lo tanto considerarse mas que como intermediarios que se encuentran en su camino y á los cuales conmueve al pasar.

No puede sin embargo deducirse que estos intermediarios sean esencialmente pasivos y que no contribuyan nunca á modificar y aun á determinar la caida de un rayo. Por el contrario egercen bajo este aspecto una accion tanto mas marcada cuanto mayores son su estension y su conductibilidad. Por ejemplo cuando cae un rayo sobre un buque en medio del mar, es muy probable que el rayo no tome el camino que hubiera sido geométricamente mas corto para llegar á la superficie del agua que buscaba y en la que debia neutratizarse por el fluido contrario, sino que elija el camino que sea eléctricamente mas corto, en virtud de las descomposiciones por influencia que la nube habrá egercido sobre los palos, los aparejos y los demás cuerpos mas ó menos conductores del buque, que estan colocados á mayor ó menor altura.

3. Un pararayos es un buen conductor, que no se interrumpe y cuya estremidad inferior comunica estensamente con la capa subterránea, mientras que la superior se eleva á bastante altura para dominar el edificio que trata de proteger.

Una descarga de nuestras baterias puede fundir muchos metros de un alambre bastante fino.

Una esplosion del rayo puede fundir y hasta volatilizar mas de cien

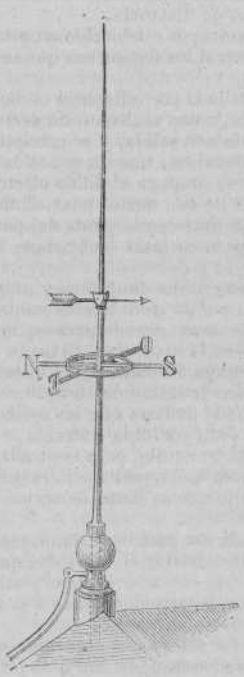


Fig. 25.—Pararayos y veleta.

metros de longitud de alambre del que se usa para campanillas ó para los martillos de relojes de torre. En 1825, fundió un rayo en el vapor *New-York* una cadena de agrimensor de 40 metros de longitud, hecha con alambre de 6 milímetros de diámetro, que servia de conductor al pararayos del buque y la dispersó en pedazos ardiendo.

No hay ejemplo de que el rayo haya podido calentar siquiera al rojo oscuro un cuadradillo de hierro de algunos metros de longitud y de 15 milímetros de lado ó sea de 225 milímetros cuadrados de seccion.

Por esta razon se adopta el cuadradillo de 15 milímetros de lado para la construccion de pararayos.

No hay necesidad alguna de buscar la capa subterránea en la vertical o cerca de la vertical del edificio que se quiere proteger. Un pararayos no es menos eficaz cuando su conductor está formado en mucha parte de su longitud, por líneas curvas, horizontales ó inclinadas. La condicion esencial, pero absolutamente esencial, es que llegue á la capa subterránea y que comunique estensamente con ella, aun cuando tenga que ir á buscarle á muchos kilómetros de distancia.

4. Supongamos un pararayos establecido en estas condiciones, y examinemos de un modo general los fenómenos que se producirán durante las tempestades.

La electricidad desarrollada por influencia en la capa subterránea, en vez de acumularse en ella, como acabamos de decir, encuentra el pie del conductor, que la presenta una salida, y se precipita por ella; porque en el interior de una barra metálica, maciza y sólida, por muy larga que pueda ser, se estiende y se propaga el fluido eléctrico con una velocidad comparable á la de la luz. De este modo, pues, el fluido que atrae la nube viene rápidamente á acumularse en la punta del pararayos.

En esta parte se producen curiosos fenómenos, de los que es preciso dar una idea.

Si el pararayos termina en una punta fina y muy aguda de oro ó de platino, el fluido atraido por la nube ejerce contra el aire—que es mal conductor—una presion bastante grande para escaparse, produciendo un penacho luminoso visible en la oscuridad. El brillo de los rayos divergentes de este penacho disminuye á medida que se alejan de la punta; y raras veces se perciben en una longitud de 15 ó 20 centímetros. El aire se electriza mucho, y no puede dudarse que las moléculas de aire cargadas del fluido de la punta, es decir, del fluido atraido, se transporten hasta la misma nube, si el aire está tranquilo, para neutralizar una porcion mayor mayor ó menor del fluido de que aquella está cargada.

Esta neutralizacion es lo que se llama la accion preventiva del pararayos.

Mientras la punta aguda del pararayos da orígen al penacho, pasa por ella una cantidad de fluido eléctrico, á veces tal, que la punta se calienta hasta fundirse; y en este caso el oro, y hasta el platino, á pesar de ser mucho menos fusible, caen en gotas voluminosas á lo largo de la varilla de hierro ó de cobre en que están colocados.

Cuando un pararayos ha perdido de este modo su punta aguda y su estremidad es un boton redondeado de oro ó de platino, puede preguntarse si está inútil para su objeto.

A esta pregunta responderemos que no; que el pararayos no está inútil, con tal de que continúe teniendo las dos condiciones esenciales siguientes:

1.° Que el conductor no tenga interrupciones.

2.° Que por su estremo inferior comunique estensamente con la capa subterránea.

Al perder la punta, el pararayos no ha perdido mas que algo de su accion preventiva. El penacho no podria volver á producirse sino por la influencia de una atraccion mucho mas fuerte: y la fusion que dependia principalmente de la finura y de la delgadez de la punta no se puede reproducir sino en circunstancias muy difíciles, quedando por consiguiente

las cosas en el mismo estado que tenian. El aire no se electriza entonces por el penacho luminoso, y esta parte de la accion preventiva desaparece; la otra parte, la que depende del aire que se electriza por su contacto con todas las partes superiores del vástago, es probablemente mucho mas pequeña.

Por lo demás, siendo cierto que el viento lleva á gran distancia de la nube el aire electrizado por el penacho ó por el vástago, la accion preventiva queda por lo comun reducida á tan poca cosa, que no se la puede echar mucho de menos.

El resultado es que un pararayos, aun cuando pierda la finura de su punta, no ha perdido mas que una ligerísima ventaja.

Por estas razones la Comision de 1855 aconsejó que los pararayos terminaran por la parte superior en un cilindro de cobre de 2 centímetros de diámetro por 20 ó 25 de longitud total, cuya parte superior se adelgaza un poco para formar un cono de 3 ó 4 centímetros de altura.

El cono de cobre podrá presentar aun algunas veces el espectáculo de los penachos, pero con mucha menos frecuencia que las puntas agudas de oro ó de platino: sin embargo, en este caso resiste bien á la fusion en virtud de su forma, y sobre todo de su gran conductibilidad eléctrica y calorífica.

Si llega á caer el rayo, por el cono de cobre es por donde penetra en el vástago y en el conductor, y por el vástago y por el conductor por donde va á neutralizarse en la capa subterránea.

Es un rayo como los demás; pero no causa perjuicios al pararayos ni al edificio que protege; y su efecto viene á quedar reducido al de los muchos relámpagos que durante las tempestades se amortiguan en medio de la atmósfera.

II. CONSTRUCCION.

5. *Varilla.*—La varilla de hierro del pararayos termina por la parte superior, como acabamos de decir, por un cilindro de cobre apuntado por un cono; en el punto de union la varilla está redondeada y reducida á dos centímetros de diámetro; por la parte inferior se deja cuadrada y va aumentando de grueso poco á poco hasta el punto en que se une con el conductor, en el cual debe tener 4 ó 5 centímetros de lado. Su altura total entre el vértice del cono y este último punto puede variar de 3 á 5 metros, segun las circunstancias. Es casi siempre mas ventajoso aumentar el número de varillas, manteniéndolas entre estos límites y uniéndolas entre sí por medio de un conductor comun, para hacerlas solidarias todas, que reducir el número y darles alturas de 7 á 8 metros. (1)

(1) Un pararayos sirve para preservar de los efectos de la electricidad atmosférica á un espacio circular cuyo radio sea doble de la altura del pararayos. Ejerciéndose su accion sobre toda esta superficie, claro es que si se coloca mas de uno en ella, lejos de conseguirse aumentar la seguridad, lo que se hace es someterlos todos á acciones recíprocas que desvirtúan por completo la que ejercen sobre las nubes. Por consiguiente, no conviene nunca aumentar el número de pararayos sin tener en cuenta el espacio que debe preservar cada uno: entre uno y otro debe haber siempre una distancia al menos de cuatro veces la altura de las varillas.

(*N del T.*)

Toda la longitud de varilla que está por bajo del conductor ó por bajo del mas bajo de todos si tiene muchos, no sirve como pararayos, y su forma puede variarse como convenga para fijarla sólidamente.

6. *Conductores.*—El conductor está unido á la varilla por una buena soldadura de estaño: la primera porcion del conductor debe tener 2 centímetros de lado, y la parte redondeada y estañada que atraviesa de parte á parte la varilla solo 15 milímetros: de este modo las dos superficies de

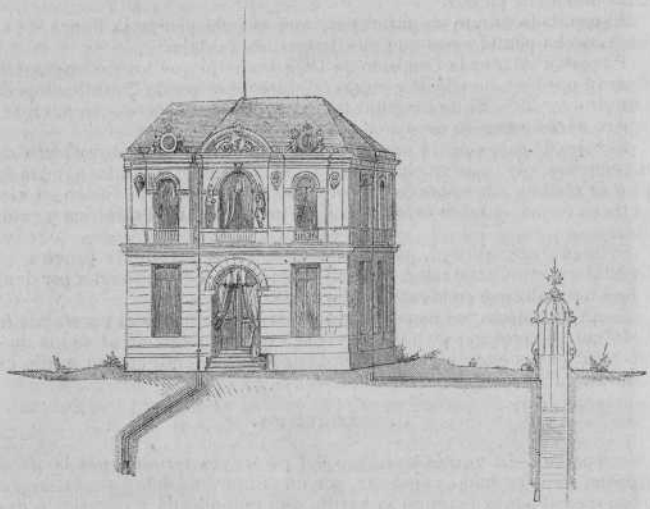


Fig. 26.—Pararayos.

hierro unidas metálicamente por la soldadura, tendrán unos 20 centímetros cuadrados.

Los ángulos—siempre redondeados—que sea preciso formar en el conductor, ya para bajar al suelo, ya para que se estienda por él hasta la vertical de la capa de agua, bastarán para contrarestar el efecto de las dilataciones.

Como es importante que las soldaduras no padezcan en virtud de flexiones ó atracciones oblicuas, se deberán colocar próximos á ellas soportes de hierro bifurcados que permitan el resbalamiento del conductor á lo largo, impidiendo todo movimiento lateral. Estos soportes no deben ser aisladores eléctricos.

7. *Comunicacion con la capa de agua.*—La capa subterránea es, como ya hemos dicho, la de los pozos, que en la localidad no se secan nunca, y que conservan por lo menos 50 centímetros de agua en las estaciones mas desfavorables.

El pozo del pararayos se construirá como un pozo cualquiera; pero

debe estar destinado esclusivamente á este servicio, y no recibir agua de letrinas ni de alcantarillas.

Si las circunstancias lo exigieran, el pozo ordinario podria reempla-

Fig. 27.—Relámpago en zig-zag.

zarse por un agujero de sonda de 20 á 25 centímetros de diámetro, bien revestido de tubos para evitar los hundimientos.

La parte de conductor que baja por el pozo se debe hacer con varilla de hierro de 2 centímetros de lado, y su estremo inferior debe tener cuatro raices de 60 centímetros de longitud: una gran soldadura rodea todo este conjunto. Las raices pueden reemplazarse con cinco ó seis vueltas de una hélice formada, arrollando en forma de tirabuzon la estremidad inferior de la misma varilla.

La parte superior y vertical del conductor se fijará en la entrada del

pozo, bien por medio de una fuerte clavija pasada al través de dos barras paralelas, ó por otros medios análogos. Estos soportes deben tener tal altura, que permitan introducir en el agua las raices, y si es preciso hasta la soldadura; pero es necesario que aquel peso tan considerable no insista sobre el limo del fondo en el cual se sumergerian las raices.

Es preciso que haya siempre medios de reconocer fácilmente la profundidad del agua del pozo en cualquier estacion del año, aun cuando se pudiera juzgar de ella por la de los pozos próximos.

Por último, de cierto en cierto tiempo será preciso reconocer el estado del hierro sumergido, porque algunas aguas le pueden corroer mucho en el período de cuatro ó cinco años. Para esto se deshace la última de las soldaduras que estén fuera del pozo, y prévia la preparacion de los medios necesarios, se saca el conductor hasta que pueda reconocerse en la superficie su estremidad inferior.

A esta instruccion oficial sobre la construccion de los para rayos publicada en 1867 por la Academia de Ciencias, debemos agregar una observacion, y es que aquellos que no llenen todas las condiciones requeridas, serán mas perjudiciales que útiles. Citaremos un solo ejemplo de esto. En 1867 se desencadenó una tempestad en Fecamp: sobre muchas casas que no estaban protegidas, cayeron rayos, (lo cual no estrañó á nadie); pero lo mas raro fue que cayó otro en el faro, el cual fue completamente destrozado, á pesar de que tenia su pararayos. Reconocido este inmediatamente se vió *que tenia todas las condiciones reglamentarias*. Pero el faro estaba construido sobre una costa acantilada caliza, y la estremidad inferior del para rayos estaba sumergida en un pozo, abierto en este suelo cretáceo, y esto esplicaba el misterio.

Efectivamente, el conductor debe comunicar con grandes capas de agua cuya estension sea mucho mayor que la de las nubes tempestuosas. Si el agua no tiene bastante estension, podria ella misma producir rayos. Es peligroso enterrar el conductor en el suelo húmedo: 1.° porque con mucha frecuencia no se sabe si aquella capa húmeda tiene bastante estension: 2.° porque no se averigua tampoco si aquella tierra conserva bastante humedad en las épocas de las grandes sequías, es decir, en aquellos momentos en que mas temibles son las tormentas. A falta de rios ó de grandes estanques, es preciso hacer que los pararayos comuniquen por grandes superficies con capas de aguas subterráneas inagotables.

Un buen pararayos es un preservativo sumamente útil. Con este motivo recordaré que M. Quetelet, en su estadística de los rayos que han caido sobre pararayos ó sobre edificios y buques provistos de estos aparatos menciona 168 casos de pararayos que han sufrido descargas eléctricas, entre los cuales solo hay 27, es decir una sesta parte en que los pararayos, á consecuencia de defectos graves de construccion, no hayan preservado por completo los edificios ó los huques á que pertenecian. Este resultado es de los mas concluyentes en favor de los pararayos, y sin duda alguna es la mejor respuesta que puede darse á las objecciones que se hacen al empleo de estos aparatos.

Ninguna pintura ni barniz altera las funciones de un pararayos, con tal de que no se recubra con ellos la parte sumergida del conductor.

Desde hace algunos años se tiene costumbre de dividir el conductor en cuanto llega al suelo en dos ramas, una vertical que baja hasta la capa acuífera y otra que se estiende horizontalmente y se ramifica á corta distancia del suelo. Cuando lo capa superior de este está mojada, la rama horizontal funciona inevitablemente y precave de este modo las irregularidades de construccion que puede presentar la rama vertical.

Por último, diremos que el círculo protegido por el pararayos, no es tan estenso como podria creerse. No se estiende mas que á una distancia de tres ó cuatro veces la altura de la varilla sobre el tejado; de manera, que un pararayos de 5 metros solo proteje la parte de edificio colocada á 15 ó 20 metros de su arranque. El efecto depende tambien de la naturaleza del terreno y de los materiales que entran en la construccion del edificio. Los edificios grandes necesitan muchos para estar bien protegidos y esto se tuvo en cuenta al terminar en París la reunion del Louvre á las Tullerías. La medida de este inmenso palacio arroja una longitud de 3 kilómetros y una superficie de 18 hectáreas. Se habian tomado todas las precauciones imaginables para preservarle del fuego del cielo: no se pensó sin embargo en el fuego de infierno humano.

CAPITULO VII.

LAS AURORAS BOREALES.

Hemos llegado ya al complemento mas notable y mas grandioso de las diversas manifestaciones de la electricidad en la Atmósfera. Hemos visto que el globo terráqueo es un inmenso depósito de este fluido sutil que existe en todos los mundos de nuestro sistema, y cuyo foco reside en el mismo Sol. La electricidad, como la atraccion, la luz y el calor, es una fuerza general de la naturaleza. Sus palpitaciones mantienen la vida de los mundos; y en nuestro mismo planeta hay corrientes que circulan constantemente del ecuador á los polos y de los polos al ecuador.

La aguja imantada, la brújula, nos señala con su delicado dedo esta circulacion perpétua dirigida hácia el Norte, oscila y se agita cuando sobrevienen perturbaciones en la marcha normal del fluido; y se enloquece, en toda la estension de la palabra, cuando estas perturbaciones son violentas y alteran considerablemente el equilibrio. El rayo que cae sobre un buque influye á veces para siempre en el carácter de su brújula, y cuando se toma como base el Norte que indica, es muy fácil llegar á peligrosos escollos ó á costas inhospitalarias. Cuando el cielo de Stokolmo ó de Reikiavik se ilumina con una fuerte aurora boreal se altera la brújula del observatorio de París á centenares de leguas de distancia; parece que pregunta lo que sucede é incita al redactor del *Boletin internacional* á pensar en lo que pasa en aquellos momentos en el Norte.

La aurora boreal es un gran desprendimiento de la electricidad atmosférica. En vez de una tempestad limitada á algunas leguas que ruge de furor y de cólera, es una lenta y suave recomposicion del fluido negativo del suelo con el positivo de la atmósfera, que se verifica en los espacios aéreos, en la atmósfera superior hidrogenada de que hemos hablado al principio de este libro.

Este desprendimiento de electricidad en tan grande

Fig. 28.—Arco de aurora boreal.

estension, no es visible mas que de noche, y reviste todas las formas imaginables, segun el modo con que se verifica y segun la perspectiva que origina la distancia del observador. A veces la vista no percibe mas que ligeras ondulaciones blancas y sonrosadas que recorren el cielo rápidamente: otras es un manto de oro y de púrpura que aparece colgado de la bóveda celeste: en ocasiones es un rocío de fuego acompañado de un ruido estraño: en otras son haces inflamados que se dirigen en forma de radios á partir del Norte. En la proximidad de los círculos polares,

donde las tempestades son muy raras, es donde estas manifestaciones de la electricidad terrestre desplegan de preferencia sus suaves resplandores.

Michelet. que siente con tanta exactitud y describe con tanta originalidad los grandes fenómenos de la naturaleza, nos presenta en estos términos las auroras boreales:

El polo aparece á nuestros ojos como el reino de la muerte; pero la vida general triunfa en él como en todas partes. Las dos almas del globo, el magnetismo y la electricidad celebran sus festejos todas las noches en aquel desierto. Su aurora boreal es su sublime consuelo.

Las corrientes aéreas y las corrientes del mar son sus vehículos. Los dos torrentes de agua templada que desde Java y Cuba van á enfriarse y á helarse en el Norte, y que liquidándose de nuevo vuelven siempre al corazon de que habian salido, ayudan á la correspondencia eléctrica y magnética del ecuador y el polo. Sus tempestades son solidarias. En verano, cuando vienen las nieves fundidas en el polo á refrescar la tierra, el elemento magnético predomina al parecer sobre la electricidad central; y de aquí esas violentas tempestades, sobre todo cerca del centro; de aquí esos relámpagos y esos truenos que aterran nuestros sentidos.

Por el contrario, en el polo apenas se oye nunca el trueno. En aquella profunda noche del invierno, todo aparece adormecido. Y sin embargo, ¿dónde hay un cielo que encierre mayor número de tempestades? Casi todas las noches, hácia las diez, se manifiestan estas en todo su poderío La tierra, la nieve, los heleros se iluminan súbitamente: sus aristas vivas y la atmósfera llena de partículas heladas, quiebran y reflejan sus palpitantes rayos.

No hay nada mas solemne. La tierra entera asiste á estos espectáculos en que es á la vez actora y espectadora. La víspera, ó al menos muchas horas antes de que se verifique, se demuestra su predisposicion en todas partes por la alteracion de la aguja imantada.

De pronto el arco magestuoso, de un color amarillo pálido, sufre como una efervescencia en su pacífica ascension, y se duplica, se triplica, hay veces en que llega á conver-

tirse en nueve, que ondulan y se mecen: un flujo y reflujo de luz los balancea como una cortina de oro que agita el viento, y que se pliega y se despliega con sus cariñosas ondulaciones.

Y no es esto todo: el espectáculo se anima; de los arcos nacen columnas luminosas, surtidores, rayos impetuosos y rápidos que cambian de color y pasan del amarillo al rojo, del rojo al verde.

¿Cuál será el resultado? La tierra está intranquila. ¿Cuál vencerá, cuál sucumbirá de estas luces vivientes? Los polos se lo han preguntado.

Son las once de la noche: este es el gran momento, el combate concluye con una tregua; las luces han luchado bastante ya; se apaciguan, se arreglan, llegan á acariciarse y suben juntas á la gloria transformadas en un sublime abanico, en una cúpula de fuego, como si hubieran de coronar un himeneo divino.

Al alma terrestre, al magnetismo, rey del Norte, se ha mezclado el alma del ecuador, la electricidad: se abrazan y forman una sola alma.....

El Spitzberg es la region favorita de las auroras boreales. M. Ch. Martins observó y analizó detenidamente muchas de ellas en su viaje científico de 1839, y las ha descrito en la siguiente forma. (V. *La Vuelta al Mundo*, 1865, t. II, p. 10.)

Ya son sencillas luces difusas ó placas luminosas, ya rayos centelleantes de deslumbradora blancura que recorren todo el firmamento, partiendo del horizonte como si un pincel invisible recorriera la bóveda celeste; algunas veces se detiene, los rayos interrumpidos no llegan al zenit, pero la aurora continúa en otro punto; desplega un haz de rayos formando un abanico y despues palidece y se estingue. Ya representan largos cortinajes dorados que flotan sobre la cabeza del observador, se repliegan sobre sí mismos de mil modos y ondulan como si los agitara el viento. Al parecer están á poca altura en la atmósfera y sorprende no oir el roce de sus pliegues unos contra otros. Con la mayor frecuencia se dibuja un arco luminoso hácia la parte del Norte; un segmento negro le separa del horizonte, con-

trastando por su color oscuro con el arco de un blanco deslumbrador, ó de un rojo vivísimo que despide rayos y se estiende y se divide como un abanico luminoso que abarca todo el cielo boreal y sube poco á poco hácia el zenit, donde reuniéndose sus rayos forman una corona, que á su vez despide surtidores de luz en todos sentidos. En estos casos el cielo aparece como una bóveda de fuego; el azul, el verde, el amarillo, el rojo, el blanco, brillan en los rayos palpitantes de la aurora; pero este magnífico espectáculo dura pocos momentos: pronto deja la corona de lanzar sus inflamados surtidores, y despues ella misma va debilitándose poco á poco: el cielo se ilumina con una luz difusa, y aquí y allá algunas placas luminosas, parecidas á ligeras nubecillas, se estienden y se contraen con una rapidez increible como un corazon que palpita. Poco despues palidecen á su vez, todo se confunde y se borra, y parece que la aurora agoniza: las estrellas oscurecidas en un principio por la luz del meteoro, brillan con nuevo resplandor, y la interminable noche polar, oscura y profunda, impera de nuevo como soberana en los helados desiertos de la tierra y del mar. Ante tales fenómenos el poeta y el artista se inclinan y confiesan su impotencia; el sabio es el único que no desespera; despues de haber admirado el espectáculo le estudia, le analiza, le compara, le discute y llega á probar que estas auroras se deben á las radiaciones eléctricas de la tierra, inmenso iman, cuyo polo Norte está en el Norte de la América septentrional, no muy distante del polo de frio de nuestro hemisferio, mientras que el polo Sur está en el mar, al Sur de Australia y cerca de la tierra Victoria.

Algunas indicaciones bastarán para probar la naturaleza electro-magnética de la aurora boreal. Una aguja imantada, suspendida horizontalmente de una hebra de seda sin torcer en el Spitzberg, se dirige hácia el Oeste; el físico que observa esta aguja se apercibe desde que empieza la aurora de que no está sensiblemente inmóvil, sino que se manifiesta como agitada por una inquietud insólita, y oscila rápidamente á la derecha y á la izquierda, y de uno á otro lado. A medida que brilla mas la aurora aumenta la agitacion de la aguja, y sin salir de su gabinete

juzga el observador de la intensidad del meteoro por la amplitud de la variacion que aquella esperimenta; por último, cuando se forma la corona boreal, su centro está precisamente en la prolongacion de una aguja magnética sus-

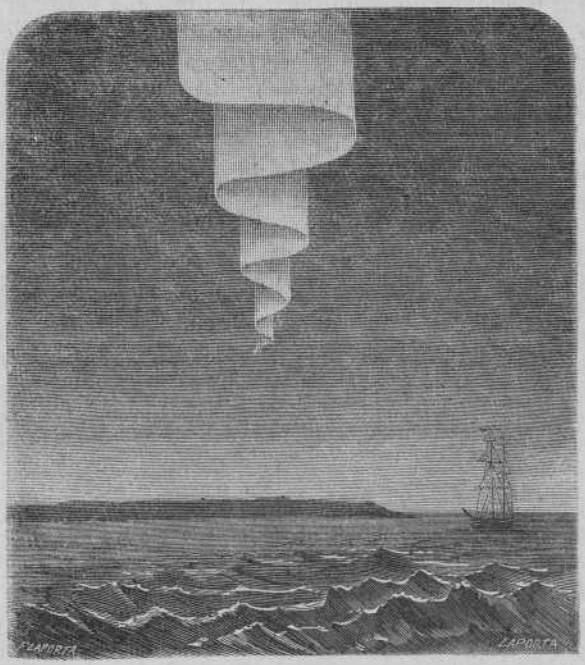


Fig. 29.—Aurora boreal en forma de cortinaje.

pendida libremente sobre un eje horizontal, y orientada segun el meridiano magnético; colocada de este modo no está horizontal, sino inclinada hácia el polo magnético y se llama aguja de inclinacion. Las auroras boreales están, pues, íntimamente relacionadas con los fenómenos magnéticos del globo terráqueo. M. Augusto de la Rive ha copiado esperimentalmente sus principales fenómenos sobre una

esfera de madera que representaba el globo terráqueo, y que estaba electrizada convenientemente.

¡Qué mundo tan original el de los polos! Casi todas sus noches están iluminadas por estos resplandores eléctricos mas ó menos brillantes: desde mediados de enero, se percibe al medio dia un crepúsculo que dura una hora; la aurora, anunciando la vuelta del Sol, se estiende mucho mas hácia el zénit: el 16 de febrero un segmento del disco solar, semejante á un punto luminoso brilla un instante para ocultarse de nuevo; pero cada dia va aumentando mas aquel segmento hasta que el disco entero se eleva sobre el mar: entonces llega el fin de aquella larga noche de invierno: entonces el dia y la noche se suceden durante sesenta y cinco dias hasta que el 21 de abril empieza un dia que dura cuatro meses, durante los cuales el Sol gira sobre el horizonte, bajando cada vez mas, hasta que al fin llega á desaparecer bajo él.

En la América septentrional, al E. del estrecho de Bering hay un territorio poco conocido de los franceses: el país de la *Alaska*, atravesado por el círculo ártico. Hace algunos años constituia la América rusa, y tiene nada menos que cuarenta y cinco mil leguas cuadradas: los Estados Unidos le han comprado el 18 de octubre de 1867. En una curiosa relacion de un viaje que hizo allí Federico Whymper en 1865 (V. *La Vuelta al Mundo*, 1869, t. II, página 247) aparece la observacion rara de una aurora boreal en forma de cinta, que desplegaba sus ondulaciones por las alturas aéreas.

Era el 27 de diciembre, dice el mismo viajero. En el momento en que nos íbamos á acostar nos dijeron que habia una aurora boreal hácia el Oeste. Esta noticia nos quitó el sueño, y corrimos presurosos al terrado mas alto del edificio del fuerte, para contemplar el espléndido fenómeno. No le constituia el arco descrito con tanta frecuencia, sino una serpiente de luz suave, ondulante y que variaba continuamente de forma y de color: tan pronto presentaba la tinta pálida y melancólica de los rayos de la luna, como dilatadas fajas azules, rosadas y violáceas que se arrollaban sobre un fondo plateado; de abajo arriba se presentaban

centelleos que mezclaban su luz á la de las estrellas, perceptibles al través de la vaporosa espiral.

A veces la aurora boreal afecta la forma de una cúpula de la que cuelgan estalactitas de lluvia luminosa é impalpable. M. Noel Nougant observó algunas muy interesantes de esta forma el 21 de agosto de 1866 al terminar su viaje á Islandia.

Despues de haber dado nuestro gran baile á bordo de la *Pandora*, dice, aparejamos para marcharnos, y nuestros buenos amigos de aquel país al ver zarpar el buque esclamaban: «Ya se va el sol de Islandia.» Efectivamente, la fragata francesa habia llegado con el buen tiempo, con el sol, y se marchaba en cuanto vió la primera estrella, que es como si dijéramos la señal de la primera aurora boreal. Desde que aparece hay por lo menos dos auroras en cada noche: la primera desde las once hasta las doce menos cuarto. La segunda mas brillante aun que la primera, aparece á media noche y alumbra el cielo y el mar durante muchas horas. Cuando va á formarse la aurora se divisa en el horizonte como una nube negra en direccion N.N.E.; los bordes de la nube se iluminan y despues, repentinamente del fondo de aquella nube negra sale un rayo rápido, seguido inmediatamente de muchos mas. Estos rayos dejan en el cielo una estela luminosa, y poco á poco llegan hasta el zénit y acaban por estenderse sobre la totalidad de la bóveda celeste. La aurora llega entonces á adquirir todo su brillo: largas bandas se desprenden del cielo y bajan suavemente de tal manera que el observador cree que las puede coger con sus manos. Una luz blanca ilumina el cielo y el mar. En este ambiente mágico era preciso ver á la hermosa *Pandora* alejándose de las costas de Islandia. Su linda arboladura, sus vergas esbeltas y radiantes de luz, se destacaban perfectamente sobre aquella especie de aurora que se hubiera dicho estaba preparada para el momento de la despedida. Pasé toda la noche sobre el puente para contemplar aquel imponente meteoro, alumbrado por aquella «luz del Norte» como la llaman los habitantes en su pintoresco lenguaje, luz que en lo sucesivo debia ser su único sol durante algunos meses.

Las auroras boreales son bastante raras en Francia, y puede pasarse la vida entera sin tener el gusto de admirar una sola que sea algo completa. En París acaban de presentarse cuatro de estos fenómenos, que se han desplegado con notable intensidad los dias 15 de abril y 13 de mayo de 1869, el 24 de octubre de 1870, y el 4 de febrero de 1872.

La del 15 de abril, que no pude observar yo mismo, la observaron mis amigos los señores Silberman en el Colegio de Francia, Chapelas-Coulvier-Gravier en el Luxemburgo, y Fremeschini en Belleville. Fue doble en cierto modo. El primer acto se presentó á las 8 y 10 minutos bajo la forma de un estenso haz de columnas luminosas, dirigidas desde los guardias (1) de la Osa mayor hácia el Este como un abanico. El fondo del cielo en esta region estaba coloreado tambien con una tinta rogiza. La aparicion duró solo algunos minutos. El segundo acto se representó á las diez y media. Desde un arco luminoso pequeño colocado á la parte del Norte partian rayos de un color verde muy marcado en la base inferior y de un magnífico color de púrpura por el estremo opuesto. En ciertos momentos el fenómeno cambiaba súbitamente de aspecto; la luz se aglomeraba en ciertos puntos, formando masas ó placas muy den

(1) Desde la mas remota antigüedad vienen los astrólogos primero, y los astrónomos despues, refiriendo las estrellas á ciertas agrupaciones arbitrarias que se llaman *constelaciones*, y dentro de las cuales se distingue cada astro por un nombre particular, si es muy notable, y por una letra del alfabeto griego si no lo es tanto; y siempre de este último modo para las notaciones astronómicas. Todo el mundo conoce la constelacion llamada *Osa mayor* ó *carro*. Las dos últimas estrellas del trapecio que forma el cuerpo del carro, es decir, las opuestas al lado de la lanza, que corresponden al espinazo y al vientre de la figura de la *Osa* se llaman en francés *les gardes*, y en la obra de D. Benito Bails *los guardias* de la *Osa* lo mismo en esta figura que en la de la *Osa menor*, constelacion tambien muy conocida y de la que forma parte la estrella del Norte. En la notacion astronómica estas dos estrellas se denominan *alfa* (α) y *beta* (β) de la osa: los astrónomos árabes anteriores á D. Alfonso el Sábio daban á la primera el nombre de *dahar aldub* que quiere decir el espinazo del oso; la segunda no tenia denominacion especial.

Despues cita el autor, entre otras, las llamadas *Wega* que corresponde á la constelacion de la *Lira*, *Arturo*, perteneciente al *Boyero* y *La Cabra* al *Cochero*. Estas son de primera magnitud y de las mas visibles.

(N. del T.)

sas y muy brillantes, blancas en el centro de la aurora y de color rojo de sangre en la circunferencia. Infinitas estrías luminosas casi paralelas entre sí recorrian las fajas en la direccion del meridiano magnético. El fenómeno duró media hora con algunas variaciones de intensidad.

La del 13 de mayo, fue mas notable y mas observada. Yo la estudié atentamente, y he aquí la descripcion que publiqué en el *Siècle* del dia siguiente:

Gran aurora boreal en París.—Ayer noche, jueves 13 de mayo se ha manifestado una magnífica aurora boreal en el cielo de París.

Mientras que en todos los barrios habia un gran tumulto y millares de voces murmuraban sordamente como la tempestad, en las inmediaciones de los colegios electorales, luces inmensas que partian del Norte, irradiaban por el estrellado cielo.

Desde algunas calles dirigidas del S. E. al N. O. se veia en el cielo correspondiente á aquella region una luz roja oscura que producia el efecto de la reverberacion de un incendio lejano.

En un horizonte descubierto el espectáculo era soberbio.

A las once un inmenso haz de rayos luminosos se elevaba desde un segmento oscuro, subia verticalmente hasta el Norte, rebasaba la estrella polar y la *Osa menor* y llevaba hasta el zénit su luz anaranjada.

Otro haz se elevaba oblícuamente á la izquierda, desde el mismo punto como un inmenso y ancho surtidor de rocío luminoso, cuya luz apagaba la de las estrellas de la *Osa mayor*, las últimas de la cual, *Zeta* y *Eta* acababan de pasar por su punto culminante, y estaban próximas al zénit. *Delta* estuvo mucho tiempo eclipsada por aquella inmensa radiacion semejante á la de un cometa.

Otro haz luminoso, oblicuando á la derecha, atravesaba la via láctea pasaba entre el *alfa* de *Cefeo* y el *alfa* del *Cisne* y se estendia hasta la *Cabeza del Dragon* dejando brillar mas á la derecha en las alturas del E. á la esplendente estrella de primera magnitud *Wega*.

A estos tres haces principales se unian ó se sustituian otros durante las diferentes fases del fenómeno: entre ellos uno hácia el centro y un poco á la derecha de la vertical bajada desde la estrella polar al horizonte: otro se presentó por primera vez á las 11 y 20 minutos y se elevó al O., á la izquierda de la *Osa mayor* y en direccion de *Arturo*.

La inmensa columna del centro al Norte, que en sus variaciones luminosas eclipsó por completo la estrella polar, transformó insensiblemente su luz, al principio anaranjada y apareció á las 11 y 5 minutos con un color rojo de sangre como los resplandores nebulosos de las luces de Bengala.

Al mismo tiempo la columna oblícua de la derecha que al principio no tenia mas intensidad que un haz de luz eléctrica proyectado en el aire, adquirió un resplandor mucho mas vivo y se presentó como un largo cilindro de luz verde, pálida, y sin embargo bastante intensa para eclipsar las estrellas de la *Casiopea* colocada entonces sobre el horizonte como una gigantesca *W*, y para desvanecer la hermosa *alfa del Cisne*.

Mientras dibujaba aquella aurora boreal, observé que los trazos luminosos variaban de intensidad y de posicion al mismo tiempo que de color.

Esta ha sido la primera vez que he observado una aurora boreal, fenómeno que en realidad es muy raro en la latitud de París. Sin duda alguna que á veces se ve el cielo coloreado con diversos resplandores; pero estos pueden depender de la intensa iluminacion nocturna de París con una atmósfera mas ó menos cargada, de la claridad de la luna y de ciertos aspectos fosforescentes en las mismas nubes. Ayer no era posible hacerse ilusiones. El cielo estaba puro y estrellado, no habia luna, y sin embargo se veian aquellos inmensos surtidores de luz variable como suspendidos en el espacio, proyectando sobre las estrellas su magestuoso abanico.

A la primera impresion no pude menos de ver en aquellos resplandores aislados y suspendidos al parecer en el vacío, efluvios eléctricos que escapaban de las regiones lejanas de la Atmósfera, que variaban de intensidad luminosa segun la energía de la corriente que las daba orígen, y que representaban por decirlo así *relámpagos lentos*, grandes, y que duraban muchos minutos, siendo al parecer inmóvibles en su estension y variando de forma bajo el influjo de fuerzas desconocidas.

A la altura de 20 grados próximamente sobre el horizonte se habia formado un segmento oscuro por nubes negras, delgadas, y que se estendian horizontalmente ocultando el orígen de los haces luminosos, que eran tambien mas pálidos en su base que á la mitad de su altura. Estas nubes negras no eran muy densas porque tardé poco en distinguir perfectamente la *Casiopea*, velada por ellas en parte, y la brillante estrella *Cabra* (*Capella*) que tan poco se eleva sobre el horizonte.

Algunas estrellas fugaces señalaron aquel periodo. A las 11 y 35 minutos partió un bólido de la proximidad del zénit para estinguirse á la altura de la *Osa mayor*. Parece que cayó otro de *Wega* á las 11 y 45 minutos.

El cielo habia estado anubarrado por el dia: el viento soplaba con fuerza del Norte y la atmósfera estaba fresca.

Me sorprendió mucho aquella aurora como era natural, siendo la primera que veia. Sin embargo, la del 24 de octubre de 1870 me pareció mas notable y mas magnífica aun.

Sabido es que durante el sitio de París los astrónomos se habian convertido en oficiales de ingenieros, y que M. Laussedat habia tenido la ingeniosa idea de poner anteojos astronómicos en todas las fortificaciones para observar los movimientos del enemigo, y sobre todo para destruir sus baterías á medida que las hiciera. Yo vivia durante aquel memorable invierno en el sector de Passy, y la noche de la aurora, habiendo observado una luz rojiza muy particular y persistente sobre la *Casiopea*, sospeché la in-

minencia de una aurora boreal, y tuve por conveniente trasladarme á un punto enteramente descubierto: al Trocadero. No habia nadie cuando llegué, y un viento Norte glacial, no invitaba ciertamente á detenerse allí. La luz rogiza persistia, y poco despues una luz vaga y blanca iluminó el Norte, á escepcion de un segmento oscuro que se apoyaba en el horizonte. Aquel hecho me confirmó en mis predicciones; pero tuve sin embargo que esperar media hora antes de ver presentarse la manifestacion eléctrica.

Empezó á las siete y media por un aumento de la luz blanca, bastante intenso para eclipsar las dos estrellas mas bajas de la Osa mayor, *beta* y *gama*. Las otras cinco seguian viéndose á pesar de la luz, que era un estenso foco luminoso que ocupaba la cuarta parte del cielo. El resplandor rogizo que se habia corrido un poco, estaba entonces sobre la *Andrómeda*. De repente á las siete y cuarenta minutos, surtidores de luz roja y vacilante se estienden hasta el zénit, desapareciendo enseguida como rastros de fuegos de Bengala, y produciendo una admirable manifestacion. A unos 50 grados sobre el horizonte y en la tercera parte del cielo, con una anchura de mas de 20 grados, *un cortinage de muaré rojo luminoso* con cambiantes dorados, (un poco verdosos por el contraste) se desplegó y permaneció tranquilo durante un minuto entero en medio del cielo silencioso. Despues sus pliegues se movieron y se desvanecieron. En el centro de la aurora se distinguia un foco de luz blanca intensa, que formaba un haz dirigido al zénit, y que se perdia poco á poco por las orillas, distribuyéndose en una lluvia de chispas de plata. Momentos despues, se lanza otro inmenso rayo rojo hácia el zénit de la parte de la izquierda, y las alturas del cielo, quedan desde entonces hasta despues de las 8 alumbradas por un resplandor como el de una inmensa luz de Bengala.

Como se vé, esta aurora se diferenciaba mucho de la precedente. La primera estaba formada de rayos luminosos, rectos, que partian del Norte: esta fue notable sobre todo por la forma del cortinaje que se desplegó en el cielo, y por la vaga luz que dejó en las alturas. Hacia mas impresion: era mucho mas hermosa.

Millares de personas la observaron sobre todo por estas circunstancias. En el Trocadero, desierto á las siete, habia á las ocho una multitud compacta, y hasta me fue preciso dar una pequeña leccion al aire libre, porque desde el principio estaban divididas las opiniones entre si aquel resplandor procedia de un incendio ó era la luz eléctrica de MontValerien. Los guardias nacionales que estaban de centinela en las fortificaciones tuvieron aquella noche un espectáculo del cual se acordarán para mucho tiempo. El cielo, que no se ocupa de nuestras rencillas, daba el mismo espectáculo al ejército prusiano, que en otra ocasion hubiera visto en él el dedo de Dios, mandándole volver al Norte.

Al dia siguiente la aurora boreal del sitio de París presentaba aun sus últimos destellos hácia las seis de la tarde, pero con menos intensidad y á través de un cielo nebuloso.

La brillante aurora boreal que apareció el 4 de febrero de 1872 en el centro y el Mediodia de Europa, en Asia y en América, consistió al principio en una ráfaga luminosa rosada, que atravesaba todo el cielo de Este á Oeste. La observé en su principio acompañado de nuestro ilustrado historiador Enrique Martin y de Suedois que no habian visto ninguna otra tan curiosa en su país. El foco del meteoro se coloçó muy pronto hácia las Pléyades, y apareció como una ala inmensa dislocada que cubriera el cielo con sus plumas. Aldébaran se eclipsó por completo (1).

Aquella cúpula de luz suspendida en la parte meridional del zénit manifestó inmediatamente que no era una aurora boreal sino mas bien una aurora *austral*. En efecto, no se vió en Dinamarca ni en los paises del Norte.

A las 11 de la noche próximamente, terminó con una claridad difusa que cubrió todo el cielo.

Las auroras se verifican á todas las alturas. Segun las mediciones de Bravais, su elevacion mas frecuente seria de

(1) Aldébaran es la estrella llamada *El ojo del Toro*, que forma parte de este signo del zodiaco.

ciento á doscientos kilómetros ó entre 25 y 50 leguas de altura. Segun la medida de Loomis el punto estremo de donde parten los rayos está á unos 700 ú 800 kilómetros: ¡200 leguas de altura! Tambien se deben verificar en la Atmósfera superior de que hemos hablado al principio de esta obra. A veces se han medido algunas que estaban mucho mas bajas, y que no pasaban de la altura de las nubes.

Su estension es tambien muy variable. En una carta que recibo de Irlanda veo que se ha observado una muy brillante en Cork el 11 de setiembre de 1871 á las diez de la noche. En París no se observó nada, y sin embargo no hay entre una y otra ciudad mas que 200 leguas de distancia. Tampoco fue visible en París otra aurora que se observó en Cherburgo el 19 de febrero de 1852 aunque la distancia es de unos 300 kilómetros. Segun E. Liais no debia estar á mas de 7,000 metros de altura. Hay auroras por el contrario que se despliegan en grandisima estension. La del 3 de setiembre de 1839 se vió á un tiempo en América y en Europa; y lo mismo la de 5 de enero de 1769. La del 2 de setiembre de 1859 se vió desde Nueva York hasta Siberia y *en los dos lados de la Tierra*, lo mismo en nuestro hemisferio que en el otro, en el cabo de Buena Esperanza, en Australia, en San Salvador, en Filadelfia, en Edimburgo. Esta fue la primera vez en que pudo demostrarse *de visu* lo que ya pronosticaba la teoría, que las auroras boreales y las auroras australes se producen al mismo tiempo en ambos hemisferios bajo la influencia de una misma corriente. Las estremidades del globo están en íntima relacion una con otra por medio del fluido que circula constantemente por el aire y por el suelo. En momentos solemnes la intensidad del magnetismo aumenta y parece que reanima la vida del planeta.

La produccion de las auroras boreales es para Humboldt uno de los testimonios mas marcados de la facultad que posee nuestro planeta de *emitir luz*. «Del fenómeno de las auroras, dice, resulta que la tierra está dotada de la propiedad de emitir una luz distinta de la que recibe del sol. La intensidad de esta luz es algo mayor que la de la

luna creciente. Algunas veces es bastante fuerte (7 de enero de 1831) para que pueda leerse sin trabajo un papel impreso. Esta luz de la Tierra, cuya emision no se interrumpe casi nunca en los polos, nos recuerda la luz de Venus, cuya parte opuesta al Sol brilla muy amenudo con un fulgor fosforescente. Acaso otros planetas tienen tambien sú luz que procede de su misma materia. En nuestro planeta hay tambien otros ejemplos de esta produccion de luz terrestre. Tales son las famosas nieblas secas de 1783 y de 1831 que emitian una luz muy sensible durante la noche: tales son tambien esas grandes nubes que brillan con una luz tranquila y sin ondulaciones, tantas veces observadas: tal es por último, segun una ingeniosa observacion de Arago, esa luz difusa que guia nuestros pasos en medio de las noches de Otoño ó de primavera, cuando las nubes interceptan toda luz que pueda venir del cielo, y cuando el suelo no está cubierto de nieve.»

Debe observarse tambien que las auroras boreales están sujetas á cierta periodicidad. Eran muy numerosas en Bélgica y en la Europa occidental durante la primera mitad del siglo XVIII; en el siglo XVII fueron muy raras, y en el XVI muy frecuentes. Esta periodicidad secular, tiene al parecer un período de siglo y medio. Hay una variacion mensual que está mejor demostrada. Hácia los equinoccios es cuando son mas frecuentes. En los meses de marzo y de octubre se presentan siete veces mas que en el mes de junio.

Estos son los últimos y los mas grandiosos fenómenos que debian completar nuestra galería de las obras de la Atmósfera (1).

(1) En Madrid, á pesar de su latitud mas baja aun que la de París, se han obs rvado bastantes auroras boreales: la primera lo fué en julio del año 1773 y despues se han observado otras en febrero y setiembre de 1778, en febrero, marzo y noviembre de 1779, en febrero y julio de 1780, en julio de 1787, en agosto y setiembre de 1788, en octubre de 1836, en octubre de 1839 y en noviembre de 1848. Durante el siglo XVIII y la primera mitad del XIX se han observado en unos ú otros puntos de la península española 35 auroras boreales, algunas muy notables. La del 31 de octubre de 1839, observada en Barcelona por don Narciso Vidal presentó la circunstancia de verificarse brillando la luna.

cuya luz debilitaba algun tanto la del meteoro, pero le daba mayor hermosura: se componia de dos columnas luminosas de color de púrpura dirigidas una hácia el N. O. y otra hácia el N. E. que se fueron uniendo poco á poco desde el zénit hasta la altura del polo, abrazando desde este punto hácia el horizonte una especie de segmento parabólico, cuya luz blanca contrastaba con la rogiza en que estaba envuelto. La de 1848 presentó en Madrid el cielo como cubierto de una gasa rogiza á través de la cual se veian brillar las estrellas.

(*N. del T.*)

CAPITULO COMPLEMENTARIO.

Historia de la meteorología.—La prevision del tiempo.

La meteorología en los tiempos antiguos, al presente y en el porvenir.—Diversos ensayos para la prediccion del tiempo.—Exámen de los pronósticos.—Complegidad del problema.—Conocimiento de la marcha simultánea de los fenómenos por el telégrafo eléctrico.—Organizacion del servicio internacional del Observatorio de Paris.—Fundacion del Observatorio meteorológico especial de Montiouris.

CONCLUSION DE LA OBRA.

Acabamos, querido lector, de terminar la descripcion de este maravilloso conjunto meteorológico que constituye la vida y la hermosura de la Tierra. Hemos visto cómo el fluido atmosférico acompaña en su marcha al globo, cómo desplega el Sol los esplendores de su luz, cómo distribuye los beneficios de la temperatura, de las estaciones y de los climas; cómo nacen los vientos y las tempestades, cómo se verifica en todas partes la circulacion aérea, cómo se elevan las nubes á las regiones superiores y vierten luego la lluvia sobre los sedientos campos. Hemos oido las tempestades rugir sobre nuestras cabezas, y hemos seguido á la caprichosa electricidad desde la chispa sútil que se divierte en trastornar una casa, hasta las grandiosas manifestaciones de la aurora boreal en las profundidades del cielo. Ahora en nuestra mente hay ideas exactas sobre los grandes fenómenos de la naturaleza, sobre el estado y el mantenimiento de la vida del globo que habitamos, y no estamos ya en el fondo de esta atmósfera como ciegos de nacimiento ó como vegetales que respiran sin darse cuenta de lo que les rodea; sin saber dónde están, ni cómo viven. Por lo

menos el teatro en que vamos á representar un papel mas ó menos brillante, mas ó menos útil, no es ya letra muerta para nosotros, y podemos apreciar de un modo bastante completo nuestra situacion, y el conjunto de las decoraciones variadas que se suceden á nuestro alrededor durante nuestro papel, durante nuestra vida. En lo sucesivo la naturaleza tendrá para nosotros muchísimo mas interés, muchísimo mas atractivo. Pero tambien en lo sucesivo, por desgracia, los hombres nos parecerán por punto general mucho mas ignorantes y mucho mas nulos de lo que los creíamos hasta ahora; porque en vez de consagrar sus ócios á ilustrar y desarrollar su inteligencia pasan su tiempo envidiándose, acariciando quimeras políticas, y jugando únicamente á los soldados para divertir á algunos príncipes que los conducen como á dóciles rebaños.

Es interesante ahora para nosotros completar estos datos con unas ideas generales sobre la historia de la meteorología, para apreciar el valor de su actual estado de organizacion, á fin de poder colocarla con conocimiento de causa en el lugar que la corresponde y que conquista cada dia mas entre las ciencias exactas. Esto es lo que procuraremos hacer del modo mas breve que sea posible.

Los orígenes de la meteorología se remontan lo mismo que los de la astronomía á la mayor antigüedad. Las primeras edades debieron, durante mucho tiempo, confundir en una misma observacion los fenómenos de la bóveda celeste y los que se verifican en la envolvente aérea de la Tierra; los límites del cielo y de la Atmósfera estaban demasiado mal determinados, para que el estudio de los astros y el de los meteoros pudieran ser otra cosa que dos partes de un mismo conjunto. Los cometas, la vía láctea, eran sublimes meteoros; los fuegos que atraviesan por las altas regiones del aire eran astros que se destacaban de la bóveda, y caian. La meteorología reconoce, pues, el mismo orígen que la astronomía.

En estos remotos tiempos en que los fenómenos de la naturaleza no tenian ninguna esplicacion física, los hombres no podian ver en esas grandes manifestaciones mas que pruebas de la cólera ó de la bondad divina; pero mien-

tras que las partes elevadas de la bóveda celeste no presentaban á sus ojos deslumbrados mas que un espléndido cuadro de armonía, y solo despertaban en ellos sentimientos de admiracion, las regiones mas bajas les ofrecian fenómenos singulares, caprichosos, sin relacion aparente, unas veces propicios y otras funestos. Los hombres poblaron el cielo de los héroes que habian merecido su reconocimiento, pero sometieron la Atmósfera al imperio de genios buenos ó malos, cuyos combates incesantes proporcionaban, segun que eran unos ú otros los vencedores, manantiales de riqueza y de alegría, ó de miseria y de disgusto.

Hay pocos pueblos que hayan escapado en su infancia á estas supersticiones. Los caldeos, tan sábios en la adivinacion, consideraban los eclipses, los temblores de tierra y los meteoros en general como presagios prósperos ó adversos.

El pueblo hebreo que adoraba un Dios único, le daba como morada el *firmamento* que á sus ojos no era otra cosa que la bóveda estrellada; pero el Señor descendia á veces de su trono para ponerse en comunicacion con los hombres, por medio del prestigio de los meteoros.

Los etruscos y los romanos consideraban los meteoros segun las esplicaciones de los libros sibilinos, y segun ciertas circunstancias como buenos ó malos augurios.

Los anales mas antiguos y mas auténticos contienen tan numerosas alusiones al viento, al tiempo, á la lluvia, al trueno, al relámpago, al granizo y á los cuerpos celestes, aun prescindiendo del sol y de la luna, de esos astros supremos, que nos dan una prueba irrecusable del gran interés que inspiraban aun en los tiempos mas primitivos. «Habrá pocas personas algo versadas en el estudio de los autores antiguos, dice el almirante Fitz-Roy, que en la narracion mitológica del robo hecho por Prometeo del fuego celeste no vean un esperimento semejante al de Franklin, ó que duden de que Pitágoras empleó hilos conductores (pararayos). Es muy estraño sin embargo que los trabajos de este filósofo no dieran en ninguna parte resultados prácticos, mientras que es indudable que en el estremo oriente, desde la isla de Ceilan hasta el

Japon en vez de procurar atraer y neutralizar el fuego eléctrico se haya tratado desde tiempo inmemorial de desviarlo, pormedio de un pedazo de vidrio, ó de una pelota de seda, colocados en la cumbre de los edificios importantes (1).»

Durante la edad media, la astronomía se separó de las otras ciencias y se consideraba superior á ellas; la química se estudiaba de un modo especial y únicamente se descuidaron las investigaciones meteorológicas, hasta que los trabajos de Dampier, de Halley y de Hadley llevaron el espíritu de investigacion hácia las leyes y las fuerzas atmosféricas.

La ciencia meteorológica tal como existe hoy, y tal como la hemos espuesto en esta obra, se debe casi por completo á los trabajos de este siglo, antes del cual solo teníamos los elementos, importantes sin duda alguna pero incompletos, establecidos por los diversos trabajos de Galileo, Otto de Guéricke, Torricelli, Descartes, Reaumur, Franklin, Romas, Nollet, Cotte, Lavoisier, etc. El gran número de las observaciones y la estension que abarcan los trabajos son las causas principales de que en nuestro siglo se haya elevado la ciencia de los meteoros á la categoría de ciencia exacta. Estas observaciones inteligentes y discutidas se deben á un respetable número de sabios, diseminados por toda la extension de Europa y de América, la mayor parte de los cuales vive todavía. Seria difícil citarlos á todos para que los amigos de las ciencias pudieran rendirles un tributo de agradecimiento; pero los mas eminentes, aquellos cuyos nombres se hallan citados con frecuencia en las diversas partes de la obra, pueden y deben recordarse en este momento. Bástenos, por lo tanto, nombrar á Gay-Lussac, Humboldt, Arago, Quetelet, Kaëmtz, Reid, Redfield, Piddington, Dove, Bravais, Renou, Sainte-Claire-

(1) En las torres de China, en cuya construccion no se hace uso de ninguna sustancia metálica, se ponen, para librarlas de los rayos, cadenas que salen de las agujas terminales, á las que están arrolladas, y que van luego á parar á los ángulos del edificio. La eficacia de este sistema debe ser grande, puesto que en Nankin hay una de estas torres que cuenta quince siglos de antigüedad y en la cual no ha caido rayo alguno en ese larguísimo período. *(N. del T.)*

Deville, Fitz-Roy, Glaisher, Marié Davy. Estos eminentes nombres se citan por órden de fechas y no por órden de mérito, porque yo no tendria derecho alguno para erigirme en juez de este.

Los conocimientos relativos á la marcha media de la temperatura, á sus interesantes aplicaciones, á la distribucion de los vientos, de las lluvias y de los meteoros frecuentes en nuestros climas, se deben principalmente á los perseverantes trabajos analíticos de Quetelet en el observatorio de Bruselas, y á las discusiones de Kaëmtz.

Los conocimientos relativos á los huracanes y á la marcha de las tormentas sobre el Océano, se deben en su mayor parte á los investigaciones del americano Redfield y del aleman Dove.

Los que se refieren á la aplicacion de la marcha de las tempestades, á la variacion del tiempo en nuestros climas, son debidos al almirante Fitz-Roy en Inglaterra, y á M. Marié-Davy en el observatorio de París.

Los relativos á las nubes y á los fenómenos ópticos que se manifiestan en las regiones superiores, proceden en gran parte de los estudios de Bravais, Renou Silbermann, en París.

Muchos hombres, mas ó menos instruidos, han creido en estos últimos años que podian predecir el tiempo con un año de anticipacion. El que mas ruido ha hecho ha sido con seguridad el difunto Mathieu (de Drôme). Al empezar sus predicciones, segun atestiguan cartas que me dirigió y que conservo aun, creia que interpretando cuidadosamente las fases de la luna, se podian adivinar poco mas ó menos los cambios de tiempo que habian de verificarse. En otra ocasion discutí sériamente este asunto en el *Cosmos*. Pero dudo mucho que el autor de los almanaques conservara la misma ilusion hasta el fin de su vida, porque con mucha frecuencia sus predicciones se han visto desmentidas por los sucesos. Es indudable, para toda persona de buena fe, que no puede predecirse el tiempo por las fases de la luna, aun cuando esta cuestion sea digna de discutirse y de estudiarse. Veamos en un momento en qué estado se encuentra relativamente á este asunto la ciencia positiva.

La Luna tiene una influencia indudable en la Atmósfera.

Desde luego obra con su atraccion para formar las mareas;—elevacion del mar y elevacion de la Atmósfera—al dia siguiente del novilunio y el plenilunio, y descenso del mar y de la Atmósfera, al dia siguiente de los cuartos creciente y menguante. Pero estas mareas atmosféricas son casi insensibles en las capas inferiores en que nosotros habitamos. Hé aquí, por ejemplo, los diversos resultados de mas de cincuenta años de observaciones que tengo á la vista.

Segun las observaciones practicadas durante veinte años en Viviers (Ardeche) por Flauguerges, la altura del barómetro es por término medio:

En las cuadraturas.	755mm,81
En las zizigias.	755 ,39
Diferencia. . . .	0 ,42

Es decir que el barómetro está 0mm,42 mas alto en los cuartos creciente y menguante que en los novilunios y plenilunios. Y deberia ser lo contrario.

Segun las discusiones registradas en Paris por Bouvard el promedio de esta altura es:

En las cuadraturas.	756mm,59
En las zizigias.	755 ,90
Diferencia. . . .	0 ,69

Este resultado en el mismo sentido que el anterior, no es tampoco comprensible.

Segun los estudios hechos en Bruselas, el máximo de altura barométrica se verifica la víspera del cuarto creciente, y hay tambien otro máximo la víspera del plenilunio; el mínimo se observa en el novilunio y en el dia vigésimo primero de la lunacion.

Segun los documentos redactados en Cayena por M. Carlos Deville, hay un máximo en el novilunio, otro el dia 10.º, otro el dia 18.º y otro el dia 23.º Los máximos se manifiestan la víspera del cuarto creciente, el dia despues del plenilunio y el dia vigésimo primero.

En las observaciones recogidas en Alejandría aparecen los resultados siguientes

Luna nueva.	754mm,39
Cuarto creciente.	754 ,27
Luna llena.	751 ,01
Cuarto menguante.	753 ,11

El máximo corresponde á la luna nueva y el mínimo á la luna llena.

Como se ve es imposible deducir nada de estas observaciones.

Pero este resultado negativo no prueba que las mareas atmosféricas superiores dejen de ejercer su influencia sobre el tiempo.

Veamos si observaciones, tambien esmeradas, ponen de manifiesto una correspondencia mas marcada entre las fases de la luna y la lluvia.

De observaciones practicadas durante veintiocho años en Munich, Stuttgart y Augsbourg ha deducido Schübler los siguientes resultados:

Número de dias de lluvia en 20 años.

Del novilunio al creciente.	764
Del creciente al plenilunio.	845
Del plenilunio al menguante.	761
Del menguante al novilunio.	696

El máximo aparece entre el creciente y el plenilunio y el mínimo entre el menguante y la luna nueva. Examinando separadamente los dias se vé que para 10 000 dias de lluvia ha habido:

El dia del novilunio.	306
El del creciente.	325
El del novilunio.	337
El del menguante.	284

Pilgram dedujo de 100 observaciones hechas en Viena (Austria):

Luna nueva.	26 lluvias.
Media de los cuartos.	25 »
Luna llena.	29 »

M. de Gasparin comparando las observaciones en tres puntos de Europa bien distintos, Paris, Carlsruhe y Orange ha deducido que desde el 4.° dia del novilunio hasta el 4.° del plenilunio, hay.

En Paris.	612 lluvias.
En Carlsruhe.	674 »
En Orange.	342 »

Al paso que, mientras mengua la luna, hasta el 4 ° dia despues del novilunio hay únicamente:

En Paris.	578 lluvias.
En Carlsruhe.	630 »
En Orange.	315 »

Estos resultados concuerdan para demostrar que llueve mas entre el cuarto creciente y el plenilunio que en las demás épocas. Bajo el punto de vista de los dias nublados y de la cantidad de agua que cae, ha observado Schübler:

	Núm. de dias claros en 16 años.	Núm. de dias nublados en 16 años.	Cantidad de lluvia en milímetros.
Luna nueva.	31	61	674
Cuarto creciente..	38	57	625
4 dias antes del plenilunio (máx).	25	65	679
Cuarto menguante.	41	53	496

M. Glaisher ha reunido y discutido en Inglaterra las observaciones de 19 726 dias, que comprenden desde el 10 de enero de 1815 al 12 de enero de 1869, y deduce que la edad de la luna ejerce influencia en la frecuencia y en la intensidad de la lluvia. Los mayores aguaceros se presentan del vigésimo primero al vigésimo sesto dia de la luna, y del quinto al noveno: las lluvias mas escasas en el novilunio. La lluvia es mas frecuente en la semana que precede al plenilunio y en la que le sigue, y menos frecuente en las dos primeras semanas de la lunacion; el máximo precede al plenilunio y el mínimo á la luna nueva.

Tambien está demostrado que llueve mas en el perigeo que en el apogeo.

La luna ejerce, pues, una accion sobre la Atmósfera. Pero ¿cuál es la naturaleza de esta accion? Que no es una marea semejante á la del Océano acabamos de verlo. ¿Será acaso una accion calorífica? Segun los mas minuciosos esperimentos de Melloni, Piazzi, Smyth, lord Rosse, Marié-Davy, el calor de los rayos lunares que llega al fondo de la atmósfera en que respiramos, apenas llega á 12 millonésimas de grado. En el pico de Tenerife, con un espesor de Atmósfera mucho mas pequeño, se ha visto que es la tercera parte del que emite una bugía colocada á $4^{m}75$ de distancia. Siempre es sumamente débil. Pero si los rayos caloríficos de la luna apenas son sensibles para nosotros, no sucede lo mismo con sus rayos *luminosos*, que son bastante intensos para disipar la oscuridad de la noche, y con sus rayos *químicos* que nos permiten fotografiar instantáneamente, y con todos sus detalles, la geografía de nuestro satélite. De modo, que si dividimos el espectro lunar como hemos dividido antes el espectro solar, observaremos que, de estas tres especies de rayos, los mas débiles son los mas lentos, los caloríficos; y que la intensidad va aumentando de

izquierda á derecha del espectro, siendo su luz mas fuerte que su calor, y su poder químico mas fuerte que los otros dos.

Puede admitirse, por lo tanto, que la luna ejerce una influencia química en las delicadas reacciones que se verifican durante la noche en las hojas y en los órganos de los vegetales. Puede admitirse tambien que en las alturas aéreas y en ciertas situaciones de las nubes en que basta una causa muy débil para modificarlas, la luna puede *comérselas*, como dice el proverbio popular. He observado por mí mismo muchas veces, durante mis viajes en globo, que ciertas nubes se disuelven rápidamente bajo la influencia de la luna llena. En una palabra, el astro de las noches no deja de influir sobre nosotros; pero su accion no puede compararse con la del sol, y no regula el tiempo como suponen algunos meteorologistas aficionados.

En el estado actual de nuestros conocimientos, no es posible, por tanto, basar nada en las fases de la luna á pesar de los indicios de que hemos hecho mérito. Lo mas que puede hacerse es esperar un cambio de tiempo en bueno ó en malo, en el novilunio ó en el plenilunio próximo; pero ni aun esto puede afirmarse, y lo que hace que algunos labradores y algunos marinos den gran importancia á las cuatro fases de la luna para la reglamentacion del tiempo, es que no reparan en que se verifique el cambio dos dias antes ó dos dias despues, y que observan una coincidencia dejando pasar desapercibidas diez cuando no se verifican.

La prevision del tiempo en un plazo largo no puede inspirar, pues, ninguna confianza mientras esté basada en los movimientos de la Luna, y es indudable que no puede basarse tampoco en otros datos. Actualmente es de todo punto inútil aventurar congeturas sobre el bueno ó el mal tiempo con un año, un mes, ni siquiera una semana de antelacion.

Solo será posible predecir la marcha del tiempo cuando observaciones numerosas hechas en toda la superficie del globo permitan analizar los diversos movimientos meteorológicos mensuales y diurnos. Cuando el hombre tenga bajo su vista el conjunto de la circulacion atmosférica, como tie-

ne ya el globo terráqueo, geológico, climatológico y astronómico, seguirá la marcha de las ondas que pasan de un meridiano á otro, las fluctuaciones que atraviesan las latitudes, las direcciones de corrientes, determinadas por la diferencia de las tierras y los mares, por el relieve del suelo, por las cadenas de montañas, la distribucion de la lluvia segun los movimientos atmosféricos, las estaciones y los paises, la sucesion de los vientos, etc., etc., y la ciencia llegará á dominar las leyes invariables y las fuerzas constantes que rigen estos movimientos, por complicados y oscuros que nos parezcan ahora; porque como dijo Laplace: «*La mas insignificante molécula de aire está sometida en sus movimientos á leyes tan invariables como las que rigen los cuerpos celestes en el espacio.*»

Este estudio de los movimientos generales de la Atmósfera se ha empezado desde hace unos 20 años. Los meteorologistas americanos Piddigton y Espy fueron los primeros que empezaron á aplicar la velocidad de los despachos de la telegrafía eléctrica para comunicar el estado instantáneo del tiempo en un momento dado en muchos puntos distantes unos de otros, y á seguir los movimientos atmosféricos que se manifestaban. Esto sucedia en 1850. En 1853 se reunió en Bruselas un congreso especial de meteorologistas y planteó el gran problema de la meteorología en sus principales términos. M. Quetelet indicó que si se reunen por medio de lineas todos los puntos en que el barómetro deja de subir y empieza á bajar, es decir, tiene un máximo de altura, en un instante dado, se ve que estas líneas que atraviesan á veces la Europa entera se transportan sucesivamente del mismo modo que se propagan las ondas desarrolladas en la superficie de un líquido. La célebre tempestad de Balaklava en Crimea, el 16 de noviembre de 1854 acompañaba al espacio que separaba dos ondas consecutivas barométricas, mínimo barométrico que habia pasado el 12 por la tarde por París, el 13 por Bruselas, el 14 por Viena y el 15 por San Petersburgo. Aquella tempestad escitó profundamente el interés de los meteorologistas. Monsieur Liais encargó encarecidamente al director del Observatorio de París á que imitase los ensayos hechos en Amé-

rica: y á principios de 1855 se empezaron á hacer contratos con la administracion de las líneas telegráficas francesas para reunir todos los dias en París los principales datos relativos al estado del barómetro, del termómetro, del viento y del cielo en diversos puntos de Francia. Este fué el orígen del servicio telegráfico meteorológico del Observatorio.

Al mismo tiempo el *Board of trade* (Junta de comercio) de Inglaterra y el almirante Fitz-Roy organizaban un servicio análogo para seguir los movimientos atmosféricos y prevenir de su marcha probable los puntos amenazados de las costas británicas.

El servicio meteorológico establecido en el Observatorio se desarrolló poco á poco, y no tardó en convertirse en *internacional*. Cuando yo entré en este establecimiento en 1858 ya se recibian todas las mañanas lo mismo que hoy noticias del tiempo en cierto número de estaciones elegidas en toda Europa, y se deducia cierta probabilidad de mal tiempo en las regiones en que bajaba el barómetro, probabilidad que se hacia saber por telégrafo á los puntos amenazados. La entrada en el Observatorio de M. Marié-Davy en 1863 se señaló con un considerable progreso en el servicio meteorológico. En el mes de setiembre empezaron á trazarse sobre un mapa mudo de Europa las curbas de igual presion barométrica, que presentan á primera vista la forma y la sucesion de las ondas. Desde entonces pudo seguirse con mucha mas facilidad la marcha de las tempestades, y desde los primeros dias de diciembre se anunciaba ya á las costas de Francia el huracan que iba á pasar sobre ellas; las juntas de comercio y los marinos obraban teniendo en cuenta las previsiones comunicadas.

Es evidente que la mayor parte de las tempestades que llegan á Europa, vienen del S. O., se dirigen al N. E. y concluyen en la Siberia. M. Marié-Davy ha podido relacionarlas con los huracanes de que hemos hablado en otro lugar y reunir en cierto modo bajo una misma denominacion los grandes movimientos atmosféricos que se manifiestan en los continentes y en los mares.

El *Boletin* diario del Observatorio, nos manifiesta en cierto modo el mal tiempo desde lejos y nos permite seguir

su marcha. Hemos observado en el capítulo de los vientos la correspondencia de las diferentes direcciones del viento con la lluvia, y en el capítulo de los huracanes la correspondencia entre el descenso del barómetro y este mismo meteoro. Una carta sinóptica del estado del cielo en la superficie de Europa nos indica que el mal tiempo acompaña al centro de depresion barométrica sobre todo en el estremo meridional de los remolinos en que el viento viene de entre el S. y el O. Apenas hay ejemplos de que un remolino haya llegado á Europa sin producir lluvias ó que se haya puesto el tiempo lluvioso sin relacionarse con la existencia de un huracan. El paso de un remolino por una localidad determinada dura generalmente muy pocos dias: las lluvias que origina son de poca duracion especialmente en verano; pero se suceden con intervalos sumamente pequeños por lo general y su conjunto puede constituir una estacion verdaderumente lluviosa. En verano los remolinos de viento no obran comunmente sino en pequeñas estensiones. La tierra está á mayor temperatura que el mar; los vientos cargados de vapor del Océano tienden á alejarse de su punto de saturacion penetrando en los continentes. á causa de la temperatura mas elevada que tienen estos; pero el descenso vertical de temperatura es rápido y se producen lluvias abundantes, aunque de corta duracion. En invierno por el contrario la tierra está mas fria que en el mar; la corriente ecuatorial se enfria conforme va avanzando; permanece cargada de vapor y la mas pequeña disminucion de temperatura produce abundantes y largas lluvias. Las tempestades siguen la misma marcha que estas. Nunca se forman en la region de las presiones fuertes, sino en el trayecto de la corriente ecuatorial. La temperatura se eleva siempre algo cuando va á llover.

Como consecuencia de todo cuanto antecede, diremos con M. Marié-Davy «los cambios de estado de la atmósfera en una region determinada de Europa son el resultado directo del cambio de posicion en el trayecto de la gran corriente aérea que viene del Atlántico y del paso de los movimientos giratorios que esta produce; y que el problema de la prevision del tiempo consiste por lo tanto en espiar estos

cambios de posicion, en interpretar bien las primeras señales de la llegada de cada movimiento giratorio y en determinar la estension y la fuerza del meteoro, la distancia á que debe pasar de la region que se considera, la direccion que debe seguir y la velocidad con que se mueve.»

Los mapas sinópticos, añade el mismo autor, trazados primero en la superficie de Europa y despues en el Atlántico son un gran paso que se ha dado en este camino; pero no bastan. «Es indispensable que en lo sucesivo comprendan la América, el Pacífico y el Asia. En el estado actual de la ciencia, estamos convencidos de que telégramas llegados de Siberia ó de América podrian permitirnos preducir con 8 ó 10 dias de anticipacion los cambios notables de tiempo. El meteorologista que quiere prever el tiempo debe observar con gran cuidado la marcha de todos sus instrumentos, y no desdeñar ni la señal mas pequeña que observe en el aspecto del cielo.»

Uno de los últimos, de estos mapas trazados diariamente en el Observatorio *para demostrar cómo se distribuye la presion atmosférica por zonas* en la superficie de Europa, el del 24 de enero de 1872 presenta un conjunto bastante estraño. El mínimo de presion (718) esta en Inglaterra y aquella era la region del mal tiempo. La zona máxima estaba en Rusia. A cada dia, á cada instante el centro de presion varía de sitio, y siguiendo continuamente estas variaciones se pueden prever con anticipacion y anunciar á los puertos las borrascas y los temporales. Pero segun hemos dicho antes, para predecir con seguridad la marcha del tiempo seria preciso que estos mapas sinópticos pudieran comprender diariamente el S. O. el Atlántico y la América. Con estos datos se podrian llegar á determinar las leyes generales que la rigen.

Aparte de esta prevision científica del tiempo, por el exámen de los movimientos giratorios del aire que pasan desde el Atlántico al través de la Europa entera, hay ob-

servaciones populares que no deben desdeñarse y que hacen con frecuencia los pronósticos de los campesinos mas seguros y mas locales que los hechos por los sabios de los Observatorios; esto debe confesarse sin falso rubor. Indiquemos los principales de estos pronósticos.

Los *halos* y los *cercos* que aparecen alrededor de la luna anuncian que al dia siguiente estará nublado y probablenente que caerá una lluvia fina y bastante larga.

Las puestas del Sol detrás de nubes rojizas y vaporosas que presentan esos efectos maravillosos de *púrpura intenso*, alumbrando con sus reflejos todo el paisaje, presagian tambien la lluvia.

La trasparencia del aire, que hace el efecto de acercar los objetos lejanos y permite distinguir muchos detalles ë algunas leguas de distancia, predice támbien tiempo lluvioso.

Los malos olores que se exhalan de algunos sitios, alcantarillas, pozos, etc., se deben al descenso de la presion atmosférica y á condiciones higrométicas que anuncian tambien la lluvia.

Las nieblas que bajan anuncian buen tiempo; las que suben lluvia.

Algunos animales permiten tambien hacer pronósticos que raras veces engañan. Cuando va á llover los gatos se lavan la cara, las golondrinas bajan el vuelo, los pájaros se atusan las plumas, las gallinas se revuelcan en el polvo, los peces saltan fuera del agua y las moscas pican mas de lo regular.

Cuando se suceden uno á otro dos vientos de direcciones opuestas es tambien señal de lluvia.

Si por la mañana el cielo está gris, es signo de buen tiempo. Si los primeros albores del dia aparecen sobre una capa de nubes, de viento; si se presentan en el horizonte, buen tiempo.

Nubecillas ligeras y de contornos mal determinados pronostican buen tiempo y brisas moderadas; nubes densas y de contornos bien definidos, vientos. Nubes pequeñas que corren con rapidez en sentido inverso de otras masas densas que cubren el cielo, lluvias.

Un cielo aborregado es indicio casi siempre de nublados y lluvias (1).

Las nubes que caminan en un sentido distinto del que tiene el viento en la superficie del suelo, anuncian generalmente que va á cambiar pronto el viento para ponerse en la direccion indicada.

Por último en cada pais, la direccion del viento combinada con el estado del cielo y con la temperatura, engaña raras veces en sus pronósticos aun con 24 horas de anticipacion, á un observador esperimentado; esta seguridad de predicciones se observa principalmente en algunas personas que sin necesidad de barómetros tienen una sensibilidad nerviosa ó valetudinaria que se resiente al menor cambio en la presion atmosférica.

Estos diversos pronósticos sin embargo no serán nunca fáciles para los habitantes de las ciudades, cuya situacion y cuyos intereses hacen que su imaginacion se ocupe siempre poco de los fenómenos de la naturaleza. Seria muy difícil que observadores esperimentados se sirvieran de ellos, para completar en cierto modo los datos científicos que dedujeran de la observacion de los instrumentos porque estos pronósticos varían generalmente de una localidad á otra. Unicamente, pues, por la observacion simultánea establecida en la vasta estension de Europa y si posible fuera en el Atlántico, en América y en Asia, puede esperarse que se llegará algun dia como decíamos antes, á conocer las leyes

(1) El autor pone como nota en esta parte los siguientes versos

Ciel pommelé, femme fardée,
Ne sont pas de longue durée.

que podrian traducirse

Algodones en el cielo
Y afeites en la mujer,
De duracion no ha ser.

En castellano hay un proverbio que significa lo mismo poco mas ó menos, pero que es mas esplícito y que no se sale de la esfera de los pronósticos del tiempo, invadiendo la del tocador de las damas.

Cielecito aborregado
A los tres dias mojado.

(N. del T.)

generales que regulan el tiempo y analizan sus diferentes aplicaciones.

A determinar esto, es á lo que tienden, en último resultado, la organizacion del servicio telegráfico internacional centralizado en el Observatorio de París.

La meteorología, el estudio del tiempo, abarca una esfera de accion mucho mas considerable que la de los movimientos atmosféricos y de la prevision del tiempo: se compone realmente del estudio general de la naturaleza de la Atmósfera con relacion al tiempo y al espacio. El promedio de las temperaturas de cada sitio y sus variaciones, la repeticion de los grandes períodos de calor ó de frio, la marcha de la humedad, de las nubes y de las lluvias, la análisis de los fenómenos ópticos, el trabajo del aire en la vida de las plantas, de los animales y del hombre, etc., todos estos elementos constituyen la base de la ciencia meteorológica y son el objeto de sus constantes estudios. El Observatorio de París acaba de completar su mision meteorológica constituyéndose definitivamente en centro de una organizacion departamental, establecida por el ministro de Instruccion pública para observar en la superficie entera de Francia los elementos de la marcha del tiempo. Las observaciones meteorológicas hechas con regularidad y diariamente en las escuelas normales permitirán que se conozca con exactitud cada punto de nuestro país bajo el aspecto que nos ocupa, y que pueda construirse un atlas físico de Francia que represente con exactitud sus condiciones climatológicas. Los progresos de la agricultura están íntimamente relacionados con este movimiento, y aparte del interés especulativo de la ciencia, el conjunto de estos trabajos tendrá por objeto definitivo aumentar la riqueza del territorio.

Pero por grande que sea la parte que un observatorio astronómico consagre á las variadas investigaciones de la meteorología, no puede sin embargo consagrarse enteramente á ella, no puede siquiera considerarla como el fin principal de sus trabajos, sin salirse de su mision especial, sin hacer daño al objeto de su fundacion. A pesar de los admirables é inmortales progresos de la astronomía moderna,

esta sublime ciencia no ha llegado al término de su carrera: cada descubrimiento nuevo abre horizontes desconocidos, un infinito campo de investigaciones reclama constantemente la vista y la imaginacion del astrónomo en estos establecimientos especiales colocados bajo la égida de la divina Urania.

Inspirado en estas razones, el laborioso ministro Duruy fundó en 1868 de acuerdo con la Sociedad meteorológica de Francia un Observatorio especial de física y meteorología.

Al Sur del Observatorio nacional, en el límite del arrabal de Saint-Jaques y de Montrouge, se estiende hasta las fortificaciones la estensa meseta de Montsouris, desierta y deshabitada, tranquila y silenciosa como estaba hace dos siglos el terreno en que fundó Colbert el Observatorio. Desde esta elevada meseta se descubre París entero y una gran porcion de sus alrededores. La gran ciudad con sus torres, sus monumentos, sus cúpulas, recuerda á la vista reflexiva del que la contempla, la antigua Babilonia, tendida á los pies del astrónomo de la torre de Babel. Al ponerse el sol, relumbra entre púrpura y oro, mientras que alrededor de la torre del Observatorio, tan semejante á un monumento funerario, aparecen la colina de Montsouris y el valle del Biêvre rodeados de oscuridad y de silencio.

Se ha proyectado ya, y está trazado, un parque de gran estension; y es probable que no termine el año 1872 sin que represente en este barrio de París, lo que el parque de Monceaux y el de las colinas de Chaumont representan para otros barrios. Ya en la primavera de 1869 edificaba la ciudad de París en la parte mas meridional y mas elevada del terreno destinado al parque, el pabellon del bey de Tunez, el precioso edificio oriental del Bardo, que los asistentes á la Exposicion universal admiraron en el campo de Marte en 1867. A pesar de su aparente falta de condiciones, este pabellon está hoy bastante bien distribuido en diferentes oficinas meteorológicas, gabinetes de instrumentos, bibliotecas, etc. Alrededor del establecimiento se han segregado del parque dos hectáreas de terreno destinadas exclusivamente á las observaciones meteorológicas.

Los aparatos instalados en este jardin, no sufren como los del interior de París, la influencia de la radiacion de los edificios: el aire circula allí como en campo raso; la proximidad de alguna construccion no puede afectar á la veleta y al anemómetro; en una palabra, está todo dispuesto de una manera especial y en las verdaderas condiciones necesarias para la exactitud de las observaciones meteorológicas.

Gracias á la perseverancia de M. Cárlos Sainte-Claire-Deville, presidente de la comision fundadora del Observatorio funciona en él desde 1869 un servicio completo de observaciones meteorológicas. Los termómetros están colocados en un bosquecillo que los preserva del sol, sin impedir la circulacion del aire. Hay cuatro para medir la marcha de la temperatura atmosférica; dos destinados á los máximos y mínimos; otros tres (con la bola negra, la bola verde y la bola en el vacío) tienen por objeto medir la accion solar. Se óbservan con asiduidad el ozono, la luz difusa, el estado del cielo, la humedad, el viento, la cantidad de agua que cae. Cada tres horas se hace una observacion: á la 1, las 4, las 7 y las 10 de la mañana; y á la 1 del dia, á las cuatro y las 7 de la tarde y las 10 de la noche. Todos los movimientos atmosféricos se observan inmediatamente y se estudian con cuidado. No puede estallar una tempestad en París sin que se anoten sus menores detalles. Hay catorce estaciones municipales repartidas en todo el casco de la poblacion, donde se anota la cantidad de agua que cae en cada punto, el ozono, la altura del Sena y su temperatura. Otras estaciones establecidas en las cercanías de la ciudad anotan tambien las mismas observaciones. Por último, algunas estaciones marítimas establecidas desde el canal de la Mancha hasta el Mediterráneo, se comunican diariamente con este Observatorio central de meteorología. Un boletin diario publica todos estos datos. Un boletin semanal resume la semana bajo el aspecto del trabajo verificado por la Atmósfera en la vida del globo: florescencia y fructificacion de las plantas, estado de las cosechas, salud pública..... Se vé, pues con qué grandeza de miras, con qué cuidado científico se ha redactado y realizado este programa, y se comprende cuántas

esperanzas debe cifrar la ciencia francesa en una obra empezada con tanto cariño, y hasta me atreveré á decir con tanta pasion, considerando la escasez de los recursos con que ha sido dotado hasta ahora este naciente establecimiento por un ministerio que no tiene para todas sus atenciones mas presupuesto que las migajas que puede recoger en la mesa del ministerio de la Guerra.

Desde el mes de Junio de 1872 el Observatorio de Montsouris se ha agregado al Observatorio Nacional, como dependencia y para el servicio especial de la meteorología, que se ha excluido por completo del Establecimiento astronómico. Se ha nombrado á M. Ch. Sainte-Claire Deville, inspector general de la meteorología, y es de suponer que el gobierno suplique á M. Renou que acepte un cargo semejante. Esta medida será buena, sí, como exige la lógica, el haber un inspector demuestra que hay algo que inspeccionar y que la meteorología se ha establecido sólidamente en Francia (1). M. Marié-Davy está por órden del director del Observatorio nacional al frente del de Montsouris, al cual ha dado tan gran impulsion. En su tarea le ayudan ilustrados compañeros.

Si la ciencia ha tenido el sentimiento de perder durante el funesto sitio del invierno de 1871 á nuestro querido y laborioso amigo Sonrel, la meteorología continúa sus estudios en nuestro ilustre establecimiento nacional por personas tan laboriosas como MM. Fron y Rayet, y por sus auxiliares. Al lado de estos dos servicios distintos especia-

(1) El año 1857, siendo capitan general de la isla de Cuba el escelentísimo señor D. José de la Concha, se creó en la Habana un observatorio especial de Meteorologia, á cuyo frente se puso como director al ilustrado meteorologista D. Andrés Poey, que tantos y tan interesantes trabajos ha hecho relativamente á la meteorología de aquella isla. Las observaciones hechas en este observatorio aparecen en los Anuarios del Astronómico de Madrid y en las Memorias de la Academia de Ciencias. El Sr. Poey es una persona de reputacion europea, y el mismo Flammarion, entre las obras que presenta como consultadas para escribir la presente, cita una suya; sin embargo, no le ha juzgado digno de figurar entre los meteorologistas, aunque cita á todos los autores de las obras de esta ciencia, cuya lista presenta. ¡El Sr. Poey es cubano, es decir, español!

(*N. del T.*)

les, Montsouris y el Observatorio, se presenta tambien como un gran elemento de progreso la Asociacion científica de Francia, á la cual se deben bellísimos trabajos realizados cuando tenia sus oficinas en el Observatorio, y que no quiere ceder sin duda alguna en su cooperacion al progreso de la ciencia meteorológica francesa. Y tambien aportan su contingente á estos estudios especiales los constantes trabajos de la sociedad meteorológica de Francia. (1)

Si con estos cuatro elementos franceses y con los trabajos oficiales y particulares análogos hechos en otras naciones no llega la meteorología á fines del siglo á poder formularse sobre bases sencillas y constantes, como su hermana mayor la astronomía, será cosa de desesperarse. Sin duda alguna que estos cuatro distintos centros de estudio no procurarán entorpecerse ó criticarse mútuamente por un mezquino espíritu de rivalidad. Los sabios están por cima de estas mezquindades del vulgo. Lejos de eso la emulacion, si puede subsistir en las altas esferas del estudio purísimo de la naturaleza, servirá para triplicar, para hacer diez veces mayores sus esfuerzos. Las divisiones nacionales no existen ya, y la ciencia no tiene patria.

Por lo que á mí toca, he procurado presentar el estado actual de nuestros conocimientos sobre la Atmósfera en esta obra, que es sin embargo, mas bien que un tratado de meteorología una descripcion de los fenómenos, de las leyes y de las fuerzas que están en actividad constante en el inmenso laboratorio de la vida terrestre. Apesar de tan largas vigilias, á pesar de tantas páginas, que mas de una vez habrán puesto á ruda prueba la paciencia de mis lectores, no he podido llegar á describir el tiempo como se describen los movimientos de los astros, á predecir el carácter meteorológico de los años, de las estaciones y de los dias venideros, como pronosticamos por reglas invariables la marcha astronómica de la tierra y de los otros mundos. Espero que no concluirá este luminoso y fecundo siglo XIX sin que pueda tener este placer en las ediciones sucesivas de la Atmósfera.

FIN.

Flamarion no cita mas que Observatorios de Francia. ¿Es que nada mas que Francia posee Observatorios?

APENDICE

I.—Pág. 105. Sobre los cambios de direccion en el viento.

El director del Observatorio nacional de Bélgica, que ha segregado de sus numerosas observaciones la relativa á la marcha de los cambios de direccion del viento, deduce que los verificados en el sentido directo ó de movimiento diurno del cielo, son mas numerosos que los cambios en sentido opuesto, y que están unos y otros en la proporcion de 508 á 341.

Las rotaciones completas directas son mucho mas frecuentes que las rotaciones retrógradas; se cuentan anualmente 19 de las primeras, y solamente 6 de las segundas. La relacion aproximada es, pues, : : 3 : 1. La diferencia depende principalmente de los vientos de primavera y verano: durante esta última estacion, sobre todo, no se cuenta, por término medio, mas que 1 rotacion retrógrada en cada año, mientras que existen 8 rotaciones directas.

Sumando los números que suministran el invierno y el otoño, se encuentran en cinco años 40 rotaciones, ya directas, ya retrógradas, mientras que en primavera y en verano se han contado 84, es decir, mas del doble.

Si se tiene en cuenta la duracion de las rotaciones, se ve que para los valores estremos, la rotacion mas larga ha sido de 88 dias y la mas corta de 1 hora y 15 minutos.

Es de observar que las rotaciones mas lentas son las de los meses de setiembre, diciembre y abril, y las mas rápidas las de junio, julio y agosto.

El director del Observatorio nacional de Inglaterra, Airy, manifiesta en un cuadro en que aparecen las rotaciones anuales de los vientos observados, que este número varía de 0 á 24, y que parece sometido á un período septenal.

En mis viajes aéreos he observado una desviacion giratoria que demuestra que el viento no se propaga en línea recta, cuando se considera una gran estension, sino que se inclina en el sentido que indica la teoria precedente.

El aeronauta sumergido en la corriente atmosférica que le arrastra, se encuentra en las mejores condiciones posibles para conocer la direccion

constante de la corriente, y para medir su velocidad. He tenido cuidado en todos y cada uno de mis viajes aéreos, de trazar exactamente sobre el mapa de Francia ó de Europa la proyeccion de la línea aérea seguida por el globo, valiéndome de puntos de coincidencia que se toman con facilidad cuando el cielo es puro, y que pueden obtenerse siempre, aun cuando el cielo esté nublado, aprovechando las claras ó bajando de tiempo en tiempo á niveles inferiores á las nubes.

El globo marca tan perfectamente la direccion y la velocidad absolutas de la corriente que la primera sensacion que se esperimenta navegando por los aires, es la de una inmovilidad completa. Es una impresion estraña y sorprendente siempre, la de verse marchar con la velocidad del viento y no sentir un soplo de aire, ni la mas ligera brisa, ni el mas leve movimiento, aun cuando el globo sea furiosamente arrastrado en el espacio por la tempestad mas violenta. Solo en una ocasion he sentido una buena brisa, el 15 de abril de 1868, durante algunos minutos: y la atribuyo á que el globo, lanzado entonces con una velocidad de 55 km. por hora, llegó á una region en que el aire tenia un movimiento menos rápido.

Del trazado de mis diferentes líneas aéreas, resulta un hecho capital. Todos estos caminos inclinan en el mismo sentido en virtud de una desviacion giratoria general.

Así, por ejemplo, el 23 de junio de 1867, el globo, impulsado por un viento N., corre al principio en direccion al S., despues forma un ligero ángulo hácia el O. con la direccion del meridiano de París; este ángulo, muy agudo al principio, puesto que el globo pasó al E. de Orleans al atravesar el grado 48 de latitud, se fue abriendo luego mas y mas. Al pasar por el grado 47 la direccion era ya S. S. O.; al llegar al 46 se hizo S. O., y así fue que descendimos á las 4 y 20 minutos de la mañana en Larochefoucauld cerca de Angulema. Habiendo salido de París la víspera á las 4 y 45 minutos, habíamos recorrido 480 km. en 11 horas 95 minutos, cada vez con mayor velocidad.

El movimiento de giro de las capas atmosféricas revelado por este viaje, se ha manifestado de una manera análoga en diferentes travesías. El 18 de junio salimos con un viento E. N. E., y navegando al O. S. O. al principio, pasamos por el zenit de Versalles. Cortando el ángulo del bosque de Rambouillet despues de haber atravesado el estanque de San Huberto, fuimos á anclar á Villameux al S. E. de Dreux. Remolcados á globo cautivo desde esta ciudad, nos elevamos otra vez durante la noche, y desde luego caminamos completamente al O. Desde el 1° al 2° de longitud, siguió marcándose mas la rotacion. Pasamos sobre Verneuil y Laigle y fuimos á caer en Gacé (Orne) arrastrados aun en la direccion O., pero desviándonos ya algo al N.

En la noche del 9 al 10 de junio, despues de haber llegado de París por la tarde, y de habernos detenido en los linderos de Fontainebleau en Barbizon, subimos á la atmósfera otra vez por la mañana, y siguiendo una curva cada vez mas acentuada durante nuestro viaje, á pesar del estado tranquilo de la atmósfera, giramos al S. O. y descendimos cerca de Lamothe-Beuvron, al S. de Orleans.

El 15 de abril de 1868, el globo parte del Conservatorio navega al principio al S. S. O., pasa por el zénit del Observatorio, deja al O. Bourg-la-Reine y Longjumeau, y se dirige por Arpajon y Etampes. Seguimos sensiblemente la línea del ferro-carril de Orleans, dejando á la

derecha Angerville, Arthenay, Chevilly, y luego, atravesando el bosque de Orleans, llegamos muy pronto al Loire, girando cada vez mas hácia el S. O. Despues de haber dejado á Orleans á la izquierda de nuestro camino, seguimos el curso del rio y descendimos en Beaugeney, habiendo trazado siempre un arco de circulo que nos llevaba hácia el S. O.

¿No están de acuerdo estas observaciones con la ley de Dove? Yo creo que unas y otra son un solo y mismo hecho.

II. Pág. 133.—Influencia de los vientos sobre la humedad y sobre la lluvia.

HUMEDAD RELATIVA DE LOS DIFERENTES VIENTOS EN LAS CUATRO ESTACIONES.

Vientos.	Invierno.	Primavera.	Verano.	Otoño.
N.	89 ,5	75 ,0	67 ,6	78 ,7
N. E. . . .	91 ,2	72 ,3	67 ,4	82 ,6
E.	92 ,6	66 ,9	61 ,3	75 ,7
S. E. . . .	85 ,5	71 ,4	66 ,3	79 ,2
S.	83 ,0	70 ,3	67 ,4	76 ,2
S. O. . . .	81 ,9	70 ,3	69 ,9	78 ,6
O.	80 ,9	71 ,7	71 ,4	80 ,6
N. O. . . .	83 ,2	73 ,4	68 ,8	32 ,7

A primera vista estraña el contraste que aparece entre el invierno y el verano. En ambas estaciones la proporcion de vapor es menor con los vientos de E. que con los vientos de O.: pero la temperatura mas elevada de estos últimos en el invierno restablece el equilibrio, y en esta estacion resulta siempre el viento de E. mas húmedo y el de O. mas seco. En verano sucede lo contrario: el contraste es mas marcado cuando empiezan á soplar ambos vientos. Si en invierno, por ejemplo, ha reinado durante algun tiempo viento de O. con cielo sereno, y salta de repente al E. ó al N. E., se levantan nublados en muy poco tiempo, y las regiones inferiores de la atmósfera se cubren de nieblas. Pero si continúa soplando el mismo viento se despeja el cielo aun cuando el aire se mantenga húmedo. Si sucede lo contrario, es decir, si el cielo está nublado con viento del E., y se cambia de repente al S., se despejan las nubes y se seca la atmósfera, porque caldeado el aire, disuelve mas cantidad de vapor de agua, y se eleva el punto de su saturacion. Solo cuando reina muchos dias ese mismo viento y nos trae mucho vapor de agua, es cuando vuelve á sentirse que la atmósfera está húmeda.

La influencia de los diferentes vientos sobre *la lluvia* es mayor aun que sobre la humedad atmosférica. Héla aquí en cifras bien significativas, segun las observaciones hechas en el Observatorio de Bruselas.

Vientos.	DURACION DE LAS LLUVIAS. 8 años. — a.	DURACION DE LAS LLUVIAS. Promedio.	CANTIDAD DE LLUVIAS. 8 años. — b.	CANTIDAD DE LLUVIAS. Promedio.	Duracion del viento en la misma direccion. — c.	Duracion relativa de las lluvias. — a/b.	Cantidad de agua por hora. — b/a.
	h. m.	h. m.	mm.	mm.	h.		mm.
N. .	202,44	22,35	174,75	19,42	4,919	0,041	0,86
N. O.	652, 9	70, 8	505,22	55,04	6,370	0,099	0,80
O. .	1179, 4	130,59	971,42	107,94	12,691	0,093	0,82
S. O.	1965,23	218,21	1580,28	175,59	19,155	0,105	0,80
S. .	574, 3	63,47	442,50	49,14	9,101	0,063	0,77
S. E.	158, 8	15,21	128,68	14,29	6,865	0,020	0,82
E. .	208,35	25, 8	156,79	15,20	9,766	0,021	0,64
N. E.	284,32	31,35	311,45	34,60	7,002	0,041	1,09
Año..	5184,38	575,54	4250,87	472,52	75,847	0,064	0,82

Los vientos, en cuanto á la *duracion* obsoluta de las lluvias (*a*) se clasifican, pues, en el órden siguiente: S.O, O., N.O., S .N. E. E. N. y S.E., y se puede decir que subsiste el mismo órden para la *cantidad* absoluta de agua llovida (*b*). Tambien sucede proximamente lo mismo con lo que se refiere á la *duracion* ordinaria de los vientos (*c*); pero en cuanto á la duracion relativa de cada viento, se ve que aun teniendo en cuenta su frecuencia, el viento de S. O. es el que acompaña mas á menudo á las lluvias; los vientos de N. O. y O se clasifican en este concepto inmediatamente despues de él. Los vientos menos lluviosos son los de E. y S. E.

Por lo que respecta á la abundancia de las lluvias ó á la *cantidad de agua* que dan por hora, las relaciones $\frac{a}{b}$ se encuentran colocadas casi á la inversa. Los vientos de N. E. y N. son los que dan mas lluvia, los de S. S. O. y N. O. están por bajo del término medio general.

El cuadro siguiente manifiesta las cantidades de agua llovida, y la duracion de las lluvias correspondientes á los diversos grados de intensidad del viento.

Las lluvias mas numerosas y las que producen en suma mayor cantidad de agua, son las que caen cuando la intensidad del viento es débil: con viento muy débil y con viento muy fuerte cae poca agua; especialmente con este último. «Poca lluvia hace echarse á mucho viento.»

Intensidad del viento.	Duracion de la lluvia segun la observacion.	Cantidad de lluvia segun la observacion.	Cantidad de agua por hora.
0	h. m.	mm.	mm.
1	268,25	216,0	0,81
2	1246,24	1408,9	0,86
3	1037,30	882,8	0,85
4	759,24	613,2	0,81
5	623,45	417,6	0,66
6	285, 2	232,8	0,82
7	227,50	177,6	0,78
8	157,55	136,0	0,86
9	75,20	60,5	0,80
10	39, 0	40,6	1,04
11	52, 5	31,2	0,60
12	19,20	15,7	0,81
13	17,55	13,0	0,74
14	16,50	10,	0,62
	5226, »	4255,9	0,816

III.—Pág. 259.—Distribucion de la lluvia segun los meses.

Segun un promedio de treinta años, en el Observatorio de Bruselas el mes de agosto es el que da allí mas cantidad de lluvia, y el mes de marzo el que da menos. Estos dos términos son equidistantes: parece que están unidos.

Es notable, por otra parte, que considerando los meses relativamente á la cantidad de agua que han dado durante las lluvias, se encuentren por bajo del valor del promedio los seis meses de invierno y de primavera; y por cima del mismo promedio los seis de verano y otoño. El promedio del año da efectivamente 1.mm 95, para la cantidad de agua que cae al dia y se tiene para los doce meses:

	Promedio mensual.	Promedio diario.		Promedio mensual.	Promedio diario.
Diciembre..	56	1,80	Junio.	67	2,20
Enero.	55	1,80	Julio.	68	2,21
Febrero.	47	1,70	Agosto..	72	2,33
Marzo.	50	1,61	Setiembre..	61	2,02
Abril.	51	1,69	Octubre.	67	2,16
Mayo.	56	1,83	Noviembre.	60	2,02
Promedios.	53	1,74	Promedios.	66	2,16

La marcha de los números es bastante uniforme para el primer semestre; pero no sucede lo mismo con el semestre siguiente, sobre todo á causa de la desigualdad que presenta el mes de setiembre, cuyo valor, igual al de noviembre, es muy inferior al que deberia resultar al parecer.

El promedio anual es de 712 milímetros.
El » mensual de los seis meses de verano, 66 id.
El » mensual de los seis de invierno; 53 id.
El » diario de verano. 2,mm16
El » diario de invierno. 1, 74
Y el » diario general de todo el año.. 1, 95

La cantidad media de agua pluvial que cae en el curso de un año entero, la duracion de las lluvias, el número de horas de lluvia al dia, y por último, el número de lluvias distintas por dia de lluvia, han sido objeto de observaciones especiales en el observatorio nacional de Bélgica. Hé aquí el cuadro que los resume:

MESES.	ALTURA DE LLUVIA EN GENERAL		Duracion media de las lluvias.	PROMEDIO		
	por hora.	por dia.		de horas de lluvia por dia en general.	de lluvias por dia en general.	de lluvias por dia de lluvia.
	mm.	mm.	h	h.	h.	h.
Enero. . .	0,49	1,82	2,8	3,5	1,25	2,41
Febrero. .	0,65	1,85	3,9	2,9	0,75	1,35
Marzo. . .	0,58	1,74	4,2	3,0	0,71	1,34
Abril. . .	0,73	1,63	3,7	2,2	0,60	1,17
Mayo. . .	0,98	1,53	2,5	1,6	0,64	1,47
Junio. . .	1,12	2,00	2,5	1,8	0,72	1,49
Julio. . .	1,37	2,23	1,9	1,6	0,84	1,61
Agosto.. .	1,53	2,52	2,9	1,6	0,55	1,10
Setiembre. .	1,01	2,01	3,0	2,0	0,67	1,39
Octubre. .	0,93	2,16	2,9	2,3	0,79	1,41
Noviembre.	0,64	2,14	3,6	3,3	0,92	1,56
Diciembre..	0,52	1,86	3,6	3,5	0,97	1,51
Promedios.	0,86	1,96	3,1	2,4	0,78	1,48

En este cuadro se observa en general que la mayor altura de lluvia por hora ó por dia, corresponde al verano. El órden de los meses es el siguiente: agosto, julio, junio, setiembre, mayo, octubre, abril, febrero noviembre, marzo, diciembre y enero.

IV.—Pág. 259 Sobre la duracion de las lluvias.

La *duracion media* de las lluvias se ha calculado dividiendo la duracion total de las lluvias de todo el período por el número de estas lluvias. Hácia los meses de marzo y de febrero es cuando han sido mas largas, y disminuyen á medida que se alejan de esta época. El órden de los meses es el siguiente: marzo, febrero, abril, noviembre, diciembre, setiembre, octubre, agosto, enero, mayo, junio y julio.

Comparando estos resultados con los de las dos columnas anteriores, se puede decir en general que las épocas del año en que las lluvias son mas abundantes, son por compensacion, aquellas en que esas mismas lluvias duran menos tiempo.

El *número medio de horas de lluvia por dia en general* merece tambien fijar nuestra atencion. Los valores calculados en la quinta columna del cuadro anterior le indican de una manera bastante regular, como puede verse sin trabajo. En verano llueve por término medio durante un poco mas de hora y media por dia y en invierno cerca de tres horas y media.

Nuestro ilustrado maestro y amigo el director del Observatorio de Bruselas ha tenido tambien el ingenioso pensamiento de observar la hora á que habitualmente empiezan las lluvias. El resultado no carece de interés. La hora media de empezar es próximamente á las 12 y media del dia; y la de concluir las 3 y 52 minutos de la tarde. Estas horas se conservan durante casi todo el trascurso del año.

De 2 á 3 de la tarde es la hora á que se han contado mas lluvias; este resultado no obstante la exigüidad de los números se confirma para la primavera, el verano y el otoño. Los números relativos al invierno parecen menos decisivos. Sin embargo, si en vez de tomar las horas separadamente, se las agrupa en secciones de á tres de manera que se divida el dia en ocho secciones, se encuentra una ley fácil de apreciar y que se confirma separadamente en casi todos los meses tomados uno á uno. Las lluvias comienzan por lo general de 12 á 3 de la tarde, cualquiera que sea la estacion; esta ley es mas marcada en verano que en invierno: y precisamente á doce horas de distancia, es decir de 12 á 3 de la madrugada es cuando se presenta el mínimo.

Segun estos resultados se ve que:

1.° El número de lluvias presenta un máximo entre las 12 del dia y las 6 de la tarde y un mínimo entre las 12 de la noche y las 6 de la mañana: los otros dos períodos dan valores medios próximamente iguales entre estos dos términos estremos.

2.° Se obtienen conclusiones análogas para el producto de las lluvias comprendidas enteramente en un intervalo de seis horas; el máximo se observa entre las doce del dia y las 6 de la tarde y el mínimo desde las 12 de la noche á seis de la mañana.

3.° El producto total de agua caida, clasifica de este modo los períodos en que las lluvias han empezado: desde las doce del dia á las seis de la tarde; de seis á doce de la noche; de seis de la mañana á doce del dia; de doce de la noche á seis de la mañana.

4.° Las cantidades de agua que caen por el dia entre las seis de la ma-

ñana y las seis de la tarde son algo mayores que las que caen por la noche desde las doce á las seis de la mañana. Pero desde las doce del dia á las seis de la tarde es mucho mayor la preponderancia de las lluvias por su número y por su producto.

En resúmen, llueve mas de noche que de dia; pero por la inversa llueve mas veces de dia que de noche Estas mismas deducciones han hecho tambien Verygny en Versalles, y D'Hombres-Firmas en Alais (Gard) durante treinta y cinco años de observaciones.

Las notas tomadas en cada hora del mes en el Observatorio Real de Inglaterra por M. Glaisher desde 1861 á 1867 demuestran que las *lluvias mas frecuentes* se verifican:

En invierno durante las seis horas que preceden y las tres horas que siguen á las 12 del dia. En verano durante las tres horas qué siguen á las seis de la tarde y en otoño durante las seis horas de la tarde.

Las *lluvias menos frecuentes* ocurren por el contrario: en invierno durante las tres horas que preceden á las 12 de la noche; en primavera de seis de de la tarde á nueve de la noche; en verano de seis á doce del dia y en otoño de nueoe á doce del mismo.

V.—Pág. 259.—Sobre la velocidad de las gotas de lluvia.

No hay nadie que viajando en ferro-carril y observando un poco no haya visto que la lluvia al caer traza lineas oblícuas muy inclinadas cuando el tren marcha con suma rapidez. En efecto suponiendo que las gotas de lluvia caigan verticalmente en realidad (lo cual se verifica cuando son bastante pesadas ó cuando el viento es débil) la ventanilla del carruaje produce moviéndose un efecto fácil de apreciar. Una gota que aparece por ejemplo en el borde anterior de la ventanilla no traza una línea vertical paralela al marco sino una oblícua que resulta de dos fuerzas componentes: 1.º la velocidad propia de la gota: 2.º la del carruaje. Si la gota estuviera inmóvil la línea que proyectaria detrás del cristal seria horizontal. Generalmente esta línea, suponiendo que empieza en el angulo superior del rectángulo que va hácia adelante, viene á cortar al lado vertical opuesto hácia la parte de abajo. La distancia vertical de este punto al ángulo superior de la ventanilla representa la *velocidad de la lluvia* y el lado horizontal de la misma ventanilla la velocidad del tren. La relacion de estas dos líneas $\frac{a}{b}$ da la de las velocidades. Si la del tren es conocida la otra se deduce con facilidad. Por este medio tan sencillo como ingenioso ha reconocido el comandante Rozet que la lluvia cae por término medio con una velocidad de 11 metros por segundo, velocidad bien pequeña si se considera la altura de caida.

OBRAS CONSULTADAS.

Boletin internacional diario del Observatorio de Paris (1857-1871).
Boletin diario del Observatorio meteorológico de Montsouris (1869-1871).
Anuario de la Sociedad meteorológica de Francia (1849-1869).
Noticias meteorológicas de Francia (1868-1871).
Actas de la Academia de Ciencias.
Lehrbuch der meteorologie (Tratado de meteorología) por el profesor *Kaëmtz*, 3 vol.
Curso completo de meteorología por *Kaëmtz*, traducido y anotado por *Ch. Martins*, 1 vol.
Noticias científicas de *Francisco Arago*, 5 vol.
Meteorología de la Bélgica comparada con la del Globo, por *Ad. Quetelet*.
Clima de Bélgica y fenómenos periódicos, por el mismo, 4 vol. en 4.°
Los movimientos de la Atmósfera y de los Mares, por *Marié-Davy*.
La Tierra, por *E. Reclus*, 2 vol. en 8.°
El Cielo, por *A. Guillemin*, 1 vol. en 8.°
Los fenómenos de la Física, por el mismo, 1 vol. en 8.°
El Sol, por el mismo.
La vuelta al mundo, 10 vol. en 8.°
Estudios y lecturas sobre las ciencias, por *Babinet*, 8 vol.
Cosmos. Descripcion física del Mundo, por *A. de Humboldt*, 4 vol.
Leyes de las tempestades y de los movimientos de la Atmósfera, por *Dove* (Ministerio de Marina).
The Weather-Book (El libro del Tiempo), por el almirante *Fitz-Roy*.
On hurricanes and Northers (De los huracanes y los vientos del Norte), por *W. C. Redfield*.
The philosophy of Storms (Teoria de las tempestades), por *Espy*.
Sailor's Horn-Book for the law of Storms (Alfabeto de Sailor sobre las leyes de las tempestades), por *Piddington*.
The Progress of the developement of the law of Storms (Progresos del desarrollo de las leyes de las tempestades), por *W. Reid*.
Esposicion del sistema de los vientos, por *Lartique*.
Prevision del tiempo, por *Labrosse*.

Proceedings of the meteorological Society (Actas de la Sociedad meteorológica), por *J. Glaisher*.
Anales del Real Observatorio de Bruselas.
Los Insectos, por *Luis Figuier*.
Las grandes Invenciones, por el mismo,
Tésis sobre las tempestades, presentada á la Facultad de ciencias de Paris, por *Fron*.
Tésis sobre los movimientos de la Atmósfera, presentada á la Facultad de ciencias de Paris, por *Sonrel*.
De la lluvia en Europa, por el comandante *Rozet*.
Las trombas, por *A. Peltier*.
Agronomía y Química agrícola, por *Boussingault*, 4 vol.
Física y Meteorología, por *Pouillet*, 2 vol.
Física y Meteorología, por *Becquerel*, 2 vol.
La Meteorologia en sus relaciones con la ciencia del hombre, por el doctor *Foissac*, 2 vol.
Del rayo, de sus formas y de sus efectos, por el doctor *Sestier*, 2 vol.
Memorias del doctor *Boudin* sobre el rayo.
Meteorología religiosa y mística, por el doctor *Grellois*.
Atlas de los Movimientos generales de la Atmósfera, publicada por la Asociacion científica.
Boletines semanales de la Asociacion científica.
Los Mundos, por el abate *Moigno*.
Varias noticias meteorológicas, por *A. Poey*.
Los meteoros, por *Zurcher y Margollé*.
Relámpagos y truenos, por *W. de Fonvielle*.
El agua, por *G. Tissandier*.
Las maravillas del cuerpo humano, por el doctor *Le Pileur*.
Las fuerzas físicas, por *A. Cazin*.

INDICE

DEL TOMO SEGUNDO.

LIBRO TERCERO.

LA TEMPERATURA.

PARTE SEGUNDA.

LOS CLIMAS.

LIBRO CUARTO.

EL VIENTO.

LIBRO QUINTO.

EL AGUA.—LAS NUBES.—LA LLUVIA.

LIBRO SESTO.

LA ELECTRICIDAD, LAS TORMENTAS Y EL RAYO.

APENDICE.

ERRATAS NOTABLES.

PÁGINA.	LÍNEA.	DICE.	LÉASE.
25	30	tantos	tanto
Id.	31 y 32	Las variaciones deben	Las variaciones se deben
35	11	solo turba	turba, sólo
36	34	obstáculo	obstáculo,
46	penúltima	de que repetirlo	de repetirlo
68	6	Sol,	Sol
70	27	50°	56°
77	31	Cosigunia	Cosignina
84	21	de la historia, la	la historia de la
87	18	monopolizando de las	monopolizando las
115	9	rocas	rosas
117	24	impresion	inspeccion
152	1	fria	fina
161	22	pág. 158	(2) pág. 159
175	10	izquierdo	derecho
194	4	impugnado	impregnado
196	10	desolo	asoló
241	5	descendentes	ascendentes
247	36	Nièrre	Nièvre
255	20	Sena	Lena)
265	37	arenilla	arcilla
278	22	1871	1841
283	11	inmensa	misma
306	34	latitud	altitud
317	35	representa	presenta
374	9	buscarle	buscarla
410	34	no ha ser	no han de ser
411	1	analizan	analizar

٢

FLAMMARION

LA

ATMOSFERA

2