

CARTA XVII.

Estados diversos del agua.—Los vapores.—Las nubes.—La lluvia.—Los torrentes.—Lluvias extraordinarias de sangre, de azufre, de peces, de ranas, etc.—El granizo.—Granizadas célebres.—La nieve.—Exámen microscópico de la nieve.—Los aludes.—El rocío.—Teoría de su formación.—Utilidad de esas diversas transformaciones del agua y causas que las producen.—El vapor y el agua aplicados á la mecánica.—Aspecto de ciertas máquinas.

México, Enero 26 de 1862.

La gran cantidad de vapores que el calor del sol hace salir de la tierra, no se lanzan á vagar inútilmente por la atmósfera, sino que dispuestos de diversas maneras y con varias modificaciones, van á componer las nubes, las lluvias, el granizo, las nieves y el rocío, según las necesidades urgentes de cada clima ó region, volando en alas de los vientos á distancias enormes, y guiados por la mano invisible de la Providencia.

Esas emanaciones forman á veces magníficos mantos de gasa con que envuelven y refrescan los bosques expuestos á perecer por los ardientes rayos del sol: en otras ocasiones se agrupan en los aires y abrigan de los calores del estío las mieses

que el labrador sobresaltado veía comenzar ya á doblgarse sobre sus desfallecidos tallos. ¡Con qué gratitud no mira el viajero las nubes amigas, que ya le libertan de los rayos solares ó le refrescan rodeándole de vaporosas neblinas!

El Autor de la Naturaleza se vale de los vientos para verificar las diversas trasformaciones del agua y conducirla de uno á otro extremo del universo. «Es muy digna de admiracion—dice Aimé Martin—la igualdad con que el viento distribuye las nubes, los rocíos y las lluvias: mide las aguas para cada clima, para cada campo y para cada jardín, y una ley suprema le instruye de los lugares que esperan su socorro. Jamas conduce las nubes á los desiertos arenosos, pues no debe perderse inútilmente ni una sola gota, y allí la humedad se infiltra por otros medios, cuales son las inundaciones del Nilo en Egipto; sobre la verdura de los campos es donde van á caer las dulces ondas que la fecundan.»

Los calores de la primavera y del estío elevan de la tierra tal cantidad de vapores, que acumulándose estos en nubes cuyo peso no puede ya resistir el aire, pues se llegan á hacer mas pesadas que el viento que las sostiene y las impele, caen devolviendo á la tierra las aguas que por los medios maravillosos del calor, se habian levantado y vagaban en caprichosas formas.

La primavera—dice Sturm—es la estacion de las lluvias benéficas. La fecundidad de la tierra pende principalmente de la humedad que aquella le proporciona. Si el riego de nuestros prados y campos estuviese confiado á los hombres, no po-

drian estos desempeñar tal encargo; y aun á pesar de todas sus fatigas, la sequedad y el hambre asolarían bien pronto al universo. En vano reunirían sus fuerzas y secarían los pozos y los arroyos, porque jamas pudieran quedar regados los vegetales todos, viniendo al fin á marchitarse estos y á perecer. Era, pues, necesario que los vapores estuviesen encerrados en las nubes, y que con el auxilio de los vientos se esparciesen por todas partes y bajasen sobre nuestras campiñas para vivificar los árboles y las plantas. Los tesoros que nos prodiga la superficie de la tierra, son sin comparacion de mas precio que cuantos metales y piedras preciosas encierra en sus entrañas. La sociedad humana pudiera muy bien subsistir sin oro y sin diamantes, pero no sin trigo, legumbres y yerbas. ¿Quién podrá explicar todas las utilidades que las nubes proporcionan á nuestro globo? Una lluvia á tiempo renueva toda la faz de la tierra, de un modo mucho mas eficaz que el rocío, que por la noche humedece la yerba y las hojas. Los surcos del campo se empapan con las aguas benéficas que vierten sobre ellos las nubes. Los principios de fecundidad se desarrollan entonces en las simientes y favorecen los trabajos del labrador. Este siembra, planta y cultiva, y Dios es quien da el incremento.»

Es tambien admirable el ver cómo las nubes descargan el agua sobre la tierra, no en chorros inmensos como era de temerse, atendidos los volúmenes de agua que se encierran en esos grandes cúmulos de vapores, sino en lluvias inofensivas como las que pudiera producir una regadera.

El agua que cae en las lluvias corre por la superficie de la tierra y forma repentinos riachuelos que se llaman torrentes y que van á reunirse á los antiguos rios: estos torrentes presentan á veces hermosos espectáculos, llevando en sus aguas ramas de árboles y flores con que los bosques parecen adornarlos y rendirles homenaje, y tiñéndose con los matices que les prestan las tierras de su tránsito. Te acordarás cómo describe el autor de *Picciola* uno de estos torrentes. «Me acuerdo—dice Saintine—que al atravesar los Alpes griegos, dirigiéndome á Italia, viajando á pié, con las alforjas de cuero al hombro y en la mano un herrado baston, me detuve pensativo á contemplar, no lejos de la garganta de Rodoreto, un vasto torrente entumecido por el deshielo de las nieves superiores. El ruido que hacia al precipitarse, las espumosas cascadas que á cada paso ofrecia la corriente, los diversos colores que presentaban las aguas, ya amarillas, ya blancas, ya negras ó pardas, eran una prueba de que habia excavado su cauce por entre capas de tierras blancas, calcáreas y apizarradas. Las enormes moles de mármol y sílice que pudo descalzar, pero no arrancar del suelo y que formaban otras tantas cataratas, añadiendo á todos aquellos ruidos otro distinto, y otras cascadas mezcladas con las primeras; los árboles enteros que arrastraba en su curso, saliendo la mitad fuera del agua, eran azotados en sus ramas por el viento que soplaba con violencia, y en el opuesto extremo sumergido lo eran por los remolinos y embates de las ondas; los fragmentos de terreno, cubiertos aún de verdura,

islotos desprendidos de las márgenes, seguian flotantes por la superficie del torrente é iban á estrellarse contra los árboles así como los árboles se quebraban al paso, chocando contra las rocas marmóreas y silíceas: todo ese desórden, toda esa confusion y estrépito, ese espectáculo encerrado entre dos altas riberas escarpadas, me detuvo por algun tiempo meditabundo y conmovido. ¡Dichoso torrente es el *Clusonet!*»

Suelen caer de vez en cuando y en ciertos parajes algunas lluvias extraordinarias, como la de *sangre*, que consiste en que arrebatado por el viento el polen ó polvillo rojo que cubre ciertas plantas abundantes, ó el polvo de la tierra rojiza de cierros lugares, se mezclan estas sustancias con el agua de las nubes y la tiñen, dándole la apariencia de sangre; y cosa semejante acontece con las lluvias de *azufre*. A fines de Mayo de 1804—dice Sturm—cayó en Copenhague y cuatro leguas alrededor de esta capital de Dinamarca, una lluvia de polvos de color de azufre, en tanta cantidad, que aseguran haberse elevado tres pulgadas en el piso. Allí se calificó de azufre por el color y el olor; pero analizadas aquellas sustancias por el Dr. Proust resultó que este polvo era de la naturaleza y calidad del pólen que despiden las flores de ciertos árboles resinosos, especialmente del tulipan y el licopodio. M. Du-Tour dice haber visto atemorizadas á las gentes de Burdeos por una lluvia de esta especie; y el inocente polvo de los estambres de innumerables pinos fué tenido por cosa de mal agüero, y por un verdadero azufre, caído de paraje donde no lo hay. En

cuanto á las lluvias de ceniza, se explican fácilmente pensando que los volcanes en sus erupciones las arrojan en abundancia y á alturas prodigiosas, en las que el viento las arrebatada, llevándolas á grandes distancias. Mas notables son otras lluvias en que se ven caer peces pequeños, ranas ú otros animales, que son arrebatados por los remolinos ó mangas que se forman en el agua y que absorben y llevan hasta las nubes, columnas enteras de este elemento, con todo y los vivientes que lo habitan; y esos mismos remolinos en la tierra suelen llevarse consigo diversas clases de insectos, y aun las mieses de los campos, y luego las dejan caer con la lluvia. En 27 de Julio de 1803, hubo una tempestad á tres leguas de Lyon (Francia), que arrojó con granizo y agua hasta doce fanegas de una semilla desconocida en los contornos, y la que, sembrada luego en el real jardín botánico, resultó ser el *altramuz veloso*.

El granizo se forma por la electricidad que en ciertas ocasiones y por medios misteriosos congela las gotas al desprenderse de las nubes, sucediendo á veces que caen todavía sin acabar de cuajarse. Que el fluido eléctrico toma parte en la producción del granizo, no tiene duda, pues el químico Quinquet ha hecho un curioso experimento que lo demuestra: colocó un vaso de cristal lleno de agua en un baño de agua fría, señalando el termómetro en ella 18 grados bajo cero; y descargando la materia eléctrica en el agua del vaso, de modo que no hiciese sino pasarla al través, quedó aquella convertida en granizo.

« Aunque es mas comun el granizo en el verano—dice Sturm—tambien cae en las demas estaciones. Graniza mas ordinariamente de dia que de noche. La figura y el grueso del granizo no siempre son iguales. Sus granos son á veces redondos y á veces cóncavos ó hemisféricos, y en otras ocasiones cóncicos y angulares. Su grueso ordinario y su figura son como los de los perdigones; rara vez como las avellanas y nueces; sin embargo, se asegura que ha caído ya tan grande como huevos de ganso. Aun hay memoria del espantoso pedrisco que el 13 de Julio de 1788, á las ocho y media de la mañana, destruyó en Francia cuatro ó cinco leguas de campiña entre los bosques de San German y de Marly: fué tan terrible esta tormenta, que mas bien que piedra, puede decirse que fueron grandes témpanos de hielo los que cayeron, durísimos, y algunos tan grandes que pesaban hasta diez libras. »

Recordarás que la sétima de las terribles plagas con que Dios castigó en Egipto la resistencia de su rey Faraon que no dejaba ir á los Israelitas, fué un espantoso granizo, cual no se habia visto jamás, y por el cual perecieron los animales y siembras de los egipcios que despreciaron el aviso de Moisés (El Exodo, cap. 9). Si es cierto que el granizo suele ocasionar graves daños en los campos y en las poblaciones, no debe olvidarse que estos daños son parciales, dispuestos quizá por la Providencia como un castigo; y ya vimos en otra parte cómo esas tormentas y tempestades purifican la atmósfera en general, y consumen en los fuegos eléctricos de que van acompañadas,

todos los gases dañinos que amenazaban quizá atraernos una peste ú otros males.

Sorprendidos á veces los vapores que se desprenden de la tierra, por algun cambio atmosférico repentino y causado por vientos muy frios que vengan de otra region ó por efecto de las corrientes eléctricas, se encuentran cuajados de improviso y descienden en pajitas ó copos de nieve, cubriendo los campos con un manto blanquísimo. Esta nieve, en los lugares donde cae anualmente, lejos de causar daño á la fecundidad de los campos, le es muy provechosa. «La nieve—dice Aimé Martin en sus cartas á Sofia— es para una gran parte del globo lo que las aguas del Nilo para el Egipto. Cubriendo nuestras tierras con esos brillantes tapices, durante la estacion de las escarchas, es como ella impide que el frio atmosférico haga perecer las semillas y los gérmenes de las plantas. Ella calienta y fertiliza los campos. En las faldas del monte Atlas se ven desde el mes de Abril las puntas verdes de las espigas que atravesando la lustrosa superficie, crecen y se desarrollan á proporcion que ella disminuye; y apenas están aquellas mieses enteramente descubiertas, cuando el trigo ostenta ya sus doradas espigas y cae bajo la segur de los segadores. Los habitantes de la Saboya y de la Suiza deben á la nieve todas sus riquezas. A la vuelta de la primavera, cuando abandona los pastos que ha conservado, conducen los pastores sus ganados á la pendiente de las montañas, bendiciendo á la Providencia, que cuida de vestir la tierra con aquel nevado manto para preservarla del alcance de las escarchas.»

Te parecerá muy raro que una cosa tan fria como la nieve, preserve la tierra y las plantas del alcance de las heladas escarchas; pero fácilmente puedes encontrar una explicacion á este fenómeno, recordando que esa nieve pegada á la tierra impide la accion de los vientos, y causa reacciones prontas que producen gran aumento de calor, por lo mismo que no deja que salgan los vapores, sino que los devuelve, y produce los efectos mismos que la primavera y las lluvias verifican en nuestros campos. Por eso tambien en las regiones polares, la poca vegetacion que hay se desarrolla violentamente, y cuando el sol llega á derretir alguna extension de los hielos mas superficiales, aparece ya la tierra vestida con su manto verde.

Al agua, que por la accion del frio atmosférico llega á congelarse, y á los montones de nieve que se van hacinando por capas, llamamos hielos; y es muy digno de notarse que tanto la nieve como el hielo son menos pesados que el agua, de manera que sobrenadan en ella. Esto se explica notando que los hielos conservan muchos mas porós, al reunirse las partículas sólidas de que se forman, que el agua, que componiéndose de partículas líquidas y mas adaptables unas á otras, no dejan muchos intersticios entre sí. Examinada la nieve con el microscopio, presenta un fenómeno encantador y maravilloso. Figúrate que ves millones de estrellas de diamante, que atraídas unas á otras en virtud de cierta afinidad poderosa, se mantienen en grupos que á su vez forman otras estrellas mayores, ó círculos entrelazados, ó arcos esplén-

didos, ó brillantes guirnaldas y coronas que hasta deslumbran.

Suele la nieve causar estragos en las altas montañas; porque si llega á acontecer que uno de los copos que caen, ruede por un declive cuya inclinacion sea mas poderosa que la afinidad de la nieve que cae respecto de aquella que la recibe, entonces aquel copo va rodando suavemente al principio, y aumenta su volúmen con las partículas que se le adhieren en su curso, hasta que constituyendo una masa pesada cae en alguna poza de nieve, se detiene un momento, y haciendo oscilar toda la extension de aquel lago cuajado, produce un desequilibrio general en él, y lo hace desprenderse con horroroso estrépito en un terrible alud que desciende enfurecido por los flancos de la montaña, rompiendo á su paso cuanto encuentra y aumentando su magnifico raudal con multitud de árboles y peñascos. En un instante suele verse cambiado, por semejante fenómeno, el aspecto de una comarca entera, y á veces un valle poco antes rico y pintoresco, queda convertido en un caos de ruinas por donde salta un torrente bramador.

En otra ocasion te hice ya notar cómo la nieve se forma en las altas regiones de la atmósfera, donde no habiendo calor que mantenga en nubes los vapores que se desprenden de la tierra, por lo mismo que no hay muchos objetos que reflejen los rayos solares, se condensan allí y se dirigen á las extremidades de las montañas, que son otras tantas agujas eléctricas que los atraen, depositándolos para abastecer los manantiales de los rios.

Ademas de los medios de fecundidad que hemos visto al agua, tiene otro no menos admirable, y que consiste en el rocío. La formacion del rocío te será de fácil explicacion, si recuerdas que la presencia del sol en la tierra y en los vegetales produce un calor y una evaporacion continuos, y que esos efectos permanecen aún despues de haberse ausentado el astro benéfico. Sorprendidos esos vapores que siguen manando de la tierra y de las plantas, por una atmósfera y un viento frios á causa de la falta del sol, pierden en el acto aquella dosis de calor que los elevaba en forma de vapores, y vuelven á descender reducidos á agua, sobre las mismas plantas y la tierra que los despedian, cubriéndolas con la humedad y las gotas del rocío. Cosa semejante habrás observado que sucede en tiempo de invierno principalmente, cuando los vapores que se desprenden por la noche de una habitacion, encontrando por la parte de afuera de los cristales una atmósfera fria que les roba el calor, hace que pierdan en el acto la forma vaporosa y los deja pegados á los cristales por la parte de adentro, y á semejanza del rocío en las plantas.

«El rocío—dice Aimé Martin—está destinado á reemplazar las lluvias en ciertos climas áridos. En la Arabia feliz, donde rara vez llueve, el rocío solo basta para la conservacion de ciertas plantas aromáticas de que está cubierta la tierra: lo mismo sucede en el Languedoc y en la Provenza, países que abundan en plantas aromáticas y donde las lluvias son muy raras. Pero sobre todo, en las llanuras del Perú es donde la Providencia derra-

ma con mas abundancia el rocío. Luego que pasa el invierno se llena de repente la atmósfera de brumas ligeras que humedecen los valles y los cubren de césped y de flores. Aquellos rocíos son tan sutiles que mojan apenas los vestidos, pero bastan para refrescar y fecundar los campos, porque estando los rayos del sol interceptados por aquellas altas neblinas, no pueden absorber los vapores vivificantes.

«Los antiguos alquimistas habian hecho del rocío la base de su breva de inmortalidad. Mas de cien años antes de la Era Cristiana, Ven-ti, emperador de la China, hizo construir un palacio de madera de olor, cuyo perfume se esparcia á algunas leguas de distancia. En medio de este palacio se elevaba una torre de bronce de cerca de cuatrocientos piés de altura, y rematada por un gran embudo destinado á recibir el rocío del cielo. Un cierto número de perlas de gran valor, disueltas en aquel rocío, debian completar la receta de la inmortalidad. Se adivinará que todo esto no sirvió mas que para desengañar al mas crédulo de los emperadores. Por otra parte, la idea de ir á buscar el rocío á cuatrocientos piés de altura probaba mucho la ignorancia de los sabios chinos.»

Habiendo observado los químicos que el agua, por medio del calor, tiende á elevarse en vapores cuya fuerza aumenta á proporcion del fuego á cuya influencia se sujeta, lograron sacar de esta combinacion uno de los descubrimientos mas útiles y poderosos para servir á las necesidades y placeres del hombre. Desde que el agua fué encerrada en la caldera de una máquina de vapor, el

navegante ya no necesita la ayuda de los vientos para surcar las ondas, y aun combate el impetu de los huracanes y de las tempestades: el viajero atravesará en un corto número de horas terrenos inmensos y multitud de climas cuya extension apenas puede medir con el pensamiento: enormes trenes de carros encadenados se lanzarán por líneas férreas y serán impelidos por una poca de agua hirviendo.

¿No has visto la máquina de vapor al punto de partir en el ferrocarril? El monstruo encadenado hace esfuerzos prodigiosos para romper su prision, y silba por entre las junturas mas pequeñas del aparato. Al principio se le retiene enteramente fijo en un lugar: llega luego el momento de la partida; los viajeros entran precipitadamente en los carros, el gigante despide ya columnas espesas de humo por la negra boca de su chimenea: suena la campana, lanza su silbido agudo el pito del vapor, y quitado el obstáculo que atajaba el impulso del agua comprimida, comienza á andar todo el tren; se oyen los resoplidos del monstruo, que parece tomar aliento para recorrer el mundo; se mueven ya rápidamente sus grandes brazos y sus enormes ruedas, y despues se pierde de vista todo aquel tropel que con bramido sordo atraviesa los campos como una saeta disparada.

Tambien sirve el agua en su estado natural para mover nuestras máquinas; así habrás visto cómo los molinos de trigo y de caña de azúcar, las fábricas de nuestros hilados y tejidos reciben su impulso de una columna de agua mas ó menos gruesa que se precipita sobre la rueda motriz de

todo el aparato, y cuya fuerza resultante, recorriendo multitud de ruedas, bandas y poleas, va á terminar en el volante ó última rueda suelta cuya violencia es extraordinaria, soliendo llamársele quizá, por el silbido que produce en algunas fábricas, la *rueda del diablo*.

No es muy abundante el agua en ciertos parajes; pero la industria del hombre sabe aprovecharla y acomodarla á su servicio, haciendo que por medio de ciertas combinaciones adquiera ese elemento una fuerza que no tenia en su curso natural. Yo he visto en las inmediaciones de Puebla, cerca de Tlaxcala, un molino de trigo cuyas dos piedras moladoras eran movidas por un chorro de agua que no tendria mas de dos pulgadas de diámetro. Durante la noche se recogia la poca agua que pasa por el molino, depositándola en dos receptáculos que tienen la forma de embudos echados para atrás y aplastados por la parte por donde entra la corriente: en la estremidad mas baja y puntiaguda de esos grandes embudos, que tienen gran cabida, hay un taladro por donde se da paso al agua, la cual, en virtud del peso de toda la gran masa que gravita sobre la base, se lanza con un chorro capaz de derribar y aun matar á un hombre, y, estrellándose contra los dientes de la rueda de fierro que tiene un eje común con la piedra moladora que está arriba, la voltea con la rapidez del relámpago, y se esparce en una densa niebla acompañada de lluvia menuda. Causa pavor el mirar la cueva profunda en que se verifica tal movimiento y oír el ruido sordo que allí se produce.

CARTA XVIII.

Análisis químico del agua.—Separacion del hidrógeno y del oxígeno.—Recomposicion del agua.—El oxígeno sostiene la vida del hombre y de los animales.—El hidrógeno aplicado á la iluminacion y á los globos aerostáticos.—Los cuerpos de la Naturaleza verifican constantemente la descomposicion del agua.—Origen de la electricidad.—Modo con que se produce.—Espectáculo del mar electrizado en las costas de Guinea.—La máquina eléctrica.—El pararrayo.—El telégrafo electro-magnético.—Tres medios de obtener la electricidad.

México, Enero 31 de 1862.

Llega la ocasion de que examinemos en esta carta la naturaleza del agua, que constituye un elemento tan necesario á todas las obras del Universo. El análisis químico del agua se debe á Lavoisier, quien lo practicó de la manera siguiente: «Tomó un tubo de porcelana—dice Aimé Martin—en el cual echó limaduras de fierro, lo expuso al fuego, é hizo pasar por él agua reducida á vapor: entonces esta agua se descompuso, y una de sus partes componentes, que se llama *oxígeno*, teniendo mas atraccion hácia el fierro de las limaduras que