

por debajo del puente Real, en Paris, según el cálculo de Mariotte, pasan cada veinte y cuatro horas 288.000,000 de piés cúbicos de agua, esta cantidad de agua habrá depositado debajo de tierra 576.000,000 de libras de sal. Sin embargo, como muchos de los que sostienen la circulación interior del agua del mar confiesan que las lluvias aumentan las aguas de los ríos, puede este producto reducirse á la mitad, y en este supuesto el agua del Sena dejará todavía diariamente dentro de las entrañas de la tierra 288.000,000 de libras de sal, y tendremos más de cien mil millones de libras de sal por año. Pero ¿qué es el Sena comparado con todos los ríos de Europa, y, en fin, del mundo entero? ¿Qué acumulación prodigiosa de sal habrá, pues, formado en los canales subterráneos la masa inmensa de agua que los ríos grandes y pequeños han descargado dentro del mar de tantos siglos á esta parte!

Al ver á todos estos autores y á muchos otros imbuídos de sistemas tan erróneos sobre el origen de los manantiales, nadie extrañará que ninguno de ellos haya pensado en buscar los medios de *descubrirlos* para hacerlos servir á las necesidades de los hombres. Preocupados con la idea de que el mar envía corrientes de agua

debajo de todos los continentes por medio de canales subterráneos colocados en profundidades enormes, y tanto más hondas cuanto más distantes se hallan del mar, y que estas aguas reducidas á vapores se elevan verticalmente desde estos canales hasta la superficie de la tierra, debían dichos autores creer que para llegar á las corrientes de agua era preciso excavar hasta estos canales, y que en profundidades menos hondas no se podía encontrar sino vapores ascendentes que provienen de profundidades de muchos millares de pies.

CAPÍTULO XIII.

EL VERDADERO ORIGEN DE LOS MANANTIALES.

Elévanse todos los días vapores del mar, de todas las aguas estancadas y corrientes y hasta de la primera capa de tierra. Estos vapores forman en los aires nubes que el viento condensa, rarifica, transporta y dispersa como le place. Estas nubes vuelven á caer sobre la tierra en forma de lluvia, de nieve, de granizo, de escar-

cha, de niebla y de rocío. Estos diferentes meteoros se resuelven en agua, penetran y empanan la tierra más ó menos profundamente, y producen los manantiales. Con probar cada una de estas proposiciones habré establecido el verdadero origen de los manantiales.

Los *vapores* son partículas de agua de forma vesicular y huecas, de una pequeñez y ligereza extremas, que el calor disuelve y hace elevar á la atmósfera. Las que se elevan de la superficie de las aguas llevan el nombre de *vapores*, y las que se desprenden de los cuerpos sólidos, como la tierra, la madera, etc., se llama *exhalaciones*. Cuando estas últimas llegan á la atmósfera, se confunden con los vapores propiamente dichos y toman su nombre. Estas emanaciones acuosas no son visibles sino cuando el aire que las recibe está ya saturado de ellas y no las puede disolver, y entonces forma una especie de humo que tiende á dirigirse á lo alto.

El movimiento ascensional de los vapores es determinado por la diferente densidad de las varias capas del aire atmosférico. Las capas que están en la superficie del globo son las más densas; las que están inmediatamente encima de éstas lo son un poco menos, y esta densidad disminuye á medida que están más elevadas.

Siendo las capas más bajas del aire específicamente más pesadas que los vapores, ejercen sobre éstos una presión que los obliga á subir hasta que hayan llegado á una capa de aire más ligera que ellos.

Esta disminución de densidad del aire, y por consiguiente de presión, que los vapores experimentan en la atmósfera á medida que se elevan, hace que disminuyan de velocidad cuanto más suban y que se detengan en diferentes alturas, en donde, con su reunión, forman las nubes.

Cuando se mezclan dos líquidos de densidades diferentes, se observa que todas las partes del que es más ligero se salen del fondo del vaso y se elevan sobre el que es más pesado: asimismo los vapores, siendo ordinariamente más ligeros que las capas bajas de la atmósfera, se elevan hasta que hayan llegado á colocarse sobre todas las capas que son más pesadas que ellos. Así sucede siempre que el aire atmosférico casi no tiene movimiento; pero cuando está agitado por el viento, la densidad respectiva de sus diferentes capas está trastocada, y los vapores se mueven en vaivenes á merced de sus corrientes.

Cantidad de agua que se eleva en vapores.

La cantidad de agua que se evapora, depende: 1º, del grado de calor que disuelve el agua y la convierte en vapores; 2º, del grado de sequedad del aire que la recibe, y cuando más seco está, más pronta y abundante es la evaporación; 3º, de la agitación de la atmósfera: así, una corriente de aire que arrastra el vapor á medida que éste se forma, pone continuamente en contacto con un aire más seco la superficie que se evapora. Dalton ha observado que, en igualdad de circunstancias, la evaporación en tiempo de un viento muy fuerte es más del doble de la que tiene lugar con un aire tranquilo.

Para conocer la cantidad de agua que se evapora cada año, se sirven los físicos del *aparato evaporatorio* ó *atmidómetro*, que es un simple vaso cilíndrico de unos 60 centímetros de diámetro y de 1 metro 30 centímetros de alto. Colócase este vaso al aire libre en un lugar que esté expuesto al sol todo el día; se le pone encima un tejadito de metal para impedir que la lluvia caiga dentro, y se le llena enteramente de agua. Al cabo del año la parte del aparato que se halla vacía da á conocer la capa de agua que durante este mismo tiempo se ha elevado

por evaporación de todas las masas de agua que han estado igualmente expuestas al sol y al viento.

Los físicos han multiplicado los experimentos á fin de saber aproximadamente la cantidad de agua que se convierte en vapor y se eleva continuamente de todas las aguas estancadas y corrientes. Halley halló que el espesor medio de la capa de agua que se evapora es un décimo de pulgada por día ó $36\frac{1}{2}$ pulgadas cada año. Muschembroek averiguó que, unos años con otros, el agua contenida en un vaso de plomo disminuía por la sola evaporación 28 pulgadas de altura. ¹ Sédilan halló que en Paris, durante los años 1688 y 1689, la evaporación había sido de 32 pulgadas 7 líneas al año. Según observaciones hechas con todo cuidado, sabemos que en Paris el grueso de la capa de agua que la evaporación se lleva de una masa de agua en un año, es de unos 88 centímetros ($32\frac{1}{2}$ pulgadas). La pequeña diferencia que presentan estos resultados puede provenir de algunas inexactitudes en los experimentos, ó ser debida á la diferente temperatura de los años, ó también á la diversidad de climas en que se han hecho los experimentos, porque es sabido que la activi-

¹ Musch., *Ess. de Phys.*, pár. 1,455.

dad de la evaporación va en disminución desde el ecuador á los polos.

Las nubes.

Los vapores y las exhalaciones, después de haberse elevado á la atmósfera, son empujados horizontalmente los unos contra los otros por las corrientes de aire, se mezclan, se condensan y forman esas masas fluctuantes que se llaman *nubes*, *nublados* ó *nublos*. Teniendo las diversas nubes densidades diferentes, lo mismo que las capas de la atmósfera, cada nube se forma y nada por encima de todas las capas de aire que son más pesadas que ella. Cualquiera puede fácilmente observar sus diferentes alturas cuando llevan una misma dirección y su velocidad es sensiblemente desigual. Esto es todavía más fácil en los momentos en que los vientos cambian de dirección: entonces se ven nubes colocadas las unas sobre las otras, cuyas direcciones se cruzan, y otras que siguen direcciones opuestas. Ciertas nubes andan muy lentamente y otras corren con tanta rapidez que hacen dos ó tres leguas en una hora.¹ La altura en

1 Muchas veces puede conocerse la velocidad de una nube aislada poniéndose uno sobre una altura, y observando cuánto tiempo emplea su sombra para andar sobre tierra una distancia que uno conoce ó que uno mide.

que bogan las nubes más elevadas casi no excede de 7 á 8,000 metros sobre los terrenos bajos, y las que producen la lluvia y los otros meteoros acuosos no tienen, por lo general, más elevación que algunos centenares de metros sobre la superficie del suelo. Como el aire, en el que están suapendidas las nubes, jamás se halla perfectamente tranquilo, éstas se entremezclan, se condensan, se separan, se rarifican, toman toda especie de figuras, cambian continuamente de volumen, de color y á veces se disipan enteramente. Las hay muy pequeñas, las hay medias y otras son tan grandes que tienen centenares de pies de espesor, y se extienden á muchas leguas en todas direcciones. Su color varía desde el blanco de nieve hasta el moreno obscuro, y á veces es de rojo de fuego.

Las nubes que los vapores forman en la atmósfera no están inmóviles ni un instante siquiera, porque las corrientes de aire ó los vientos, unas veces lentos y otras rápidos, que allí reinan continuamente, las empujan y las arrastran á distancias más ó menos considerables hasta que se resuelven en agua y vuelven á caer sobre la tierra en forma de *lluvia*, de *neblina fría*, de *niebla*, de *sereno*, de *rocío*, de *nieve*, de *granizo* y de *escarcha*. Probablemente muchos

de nuestros lectores, poco versados en el conocimiento de estos diferentes meteoros, agradecerán que se les diga de paso unas cuantas palabras sobre la formación y la caída de cada uno de ellos.

La lluvia.

Cuando los vientos empujan las nubes las unas contra las otras, éstas se comprimen ó se penetran mutuamente y aumentan su densidad. Entonces se forma en la nube así condensada una infinidad de gotitas que empiezan á bajar desde el instante que han adquirido bastante densidad para vencer á la resistencia que el aire opone á su caída. Mientras van bajando encuentran una multitud de otras gotas y moléculas acuosas que se las unen y arrastran consigo: su grosor va aumentando, y acaban, por último, por formar las gotas de lluvia tales como las vemos llegar sobre la tierra. Así, pues, las nubes se resuelven y vuelven á caer en forma de lluvia todas las veces que se hacen más compactas, y, por consiguiente, más pesadas que el aire que las sostiene, ó cuando los vientos las empujan hacia abajo.

Como sobre el mar se forman incomparablemente más nubes que sobre las tierras, los vien-

tos que vienen del mar van de ordinario acompañados de lluvia; por esta razón el viento del O., que en Francia viene del Océano, es el que trae las lluvias más duraderas y copiosas, y los vientos del N. y del E. no la producen sino cuando encuentran nubes cargadas de agua que vienen del Poniente. El viento del S. no trae sino lluvias insignificantes ó de poca duración, por ser poco ancho el Mediterráneo. Hase observado que cuanto más distante de las orillas del mar está un país, menos lluvias tiene; así es que sobre la costa occidental de Inglaterra caen, por término medio, 95 centímetros de agua por año, cuando sobre la costa oriental sólo caen 65. Cuando hace un gran viento, rara vez llueve, á menos que su dirección no sea de arriba abajo.

Como el grosor de las gotas de lluvia depende de la densidad, del espesor y de la altura de las nubes que las producen, resulta que es muy variable, siendo el más ordinario de dos ó tres líneas de diámetro. Cuando sucede que muchas gotas se reúnen al bajar, la resistencia del aire las divide al momento, reduciéndolas al grosor ordinario. Las gotas de lluvia son, por lo general, más gruesas y están más separadas las unas de las otras en verano que en invierno,

porque hallándose el aire en verano más rarificado por el calor, las gotas de lluvia que lo atraviesan encuentran menos resistencia en su caída; mientras que en invierno, siendo el aire más denso, opone más resistencia á la caída de las gotas de lluvia y las desune con más frecuencia. Las gotas de lluvia caen muy pocas veces perpendicularmente, y por lo común se precipitan describiendo en el aire una línea oblicua, inclinada á la parte hacia la cual se dirigen los vientos.

La neblina fría [Bruine].

La *neblina fría* es una lluvia menuda, que cae muy lentamente y en gotas muy pequeñas. Cuando una nube poco espesa se disuelve igualmente por todas partes; cuando las partículas acuosas, de que está compuesta, no se reúnen muchas entre sí y no forman sino gotas muy pequeñas, cuyo peso específico casi no difiere del peso del aire, estas gotitas forman lo que se llama *neblina fría*, que dura á veces días enteros. También se forma la neblina fría cuando la disolución de una nube comienza por abajo y continúa poco á poco hacia arriba: en este caso, formándose las gotitas de agua en la parte inferior de la nube, no pueden engrosarse en su

caída, porque no encuentran otras, y llegan á tierra con el mismo volumen que tenían cuando salieron de la nube. Las gotas de neblina fría caen lentamente con una velocidad casi uniforme, describiendo al bajar líneas más ó menos sinuosas, y casi nunca caen perpendicularmente. Las gotitas de neblina fría son á veces bastante gruesas para que se las pueda divisar mientras caen, y otras veces no se pueden percibir sino cuando hay detrás de ellas un cuerpo negruzco ó un vacío obscuro.

Las nieblas [Brouillards].

Las *nieblas* no son otra cosa que nubes suspendidas en la región más baja del aire, ó que ruedan muy lentamente sobre la tierra. Unas veces se forman de los vapores y exhalaciones que se elevan insensiblemente de la tierra; otras veces de las nubes que han bajado de las regiones superiores de la atmósfera, y á menudo de unas y otras. Cuando hay nieblas, el aire está sensiblemente quieto, y se disipan luego que el viento empieza á soplar. El movimiento más ordinario de sus masas es horizontal, y sus partes parecen moverse indiferentemente hacia arriba ó hacia abajo. Las nieblas se dejan ver con más frecuencia por la tarde y por

la mañana, que en lo restante del día, y en invierno más que en otras estaciones. Los objetos que se ven á través de la niebla, parecen más grandes y más distantes de lo que lo son en realidad.

El rocío [Rosée].

Llámase *rocío* á las gotas de agua muy finas y muy separadas entre sí, que en los tiempos de calor caen de la atmósfera desde la puesta del sol hasta su salida el día siguiente. Para que el rocío caiga por la noche, es preciso que el día anterior haya hecho calor, que la atmósfera esté fresca y sin nubes, y que no haga viento fuerte; porque cuando éste es fuerte, todas las partículas acuosas que formarían el rocío se las lleva y disipa á una muy grande distancia. La mayor parte de los vapores y exhalaciones que salen de la tierra en las estaciones calurosas, se elevan, como queda dicho, á las regiones superiores de la atmósfera, y forman las nubes; pero aquéllas que no salen sino al concluir la tarde, y que, cuando desaparece el sol, no han podido aún llegar sino á una corta elevación, éstas cesan de subir, se enfrían, se condensan, se vuelven específicamente más pesadas en el aire, y bajan otra vez sobre la tierra

en forma de rocío, humedecen todos los cuerpos sobre que caen, y mojan los vestidos de aquéllos que se hallan al aire libre. El rocío flota en el aire como las nieblas, y se le ve subir y bajar indiferentemente. Al crepúsculo de la mañana es cuando cae el rocío en mayor abundancia, porque esta es la hora en que, hallándose la atmósfera más enfriada, deja á los vapores más facilidad para verificar su caída. El primer rocío que cae á la entrada de la noche, al que se ha dado el nombre de *sereno*, es todavía más abundante que el que cae en lo restante de ella. Cae mucho más rocío en el mes de Mayo que en ningún otro del año, y en la primavera y otoño que en verano, porque el excesivo calor de esta estación hace subir mayor cantidad de vapores hasta las nubes. El rocío es más frecuente y más abundante en el campo que en las ciudades; en los países que se hallan cerca del mar, de un río ó de un lago, que los que se hallan distantes de ellos, y en los países húmedos que en los secos.

Los rocíos producen mucha más agua de lo que comúnmente se cree. Ciertos observadores han recogido tres pulgadas en un año, otros, cuatro, y Dalton es de opinión que el rocío que cae todos los años en Manchester llega á unas cinco pulgadas.

Hay otra especie de rocío que no cae de la atmósfera, sino que proviene de los humores de la tierra, los cuales, chupados por las raíces de las plantas, se elevan por dentro de sus tallos y ramas, y son secretados por las hojas sobre las cuales se fijan, y se mezclan con el rocío de la atmósfera. Para cerciorarse de esto, no hay más que cubrir por la noche una planta cualquiera con una campana de vidrio, y al día siguiente se hallará la planta cubierta de rocío, pero en menor cantidad que las otras plantas inmediatas que habrán recibido el rocío de la atmósfera y el rocío secretado.

Hay una nueva opinión que explica de diferente manera la formación del rocío: la que M. Arago (*Anuario* de 1835) ha formulado en estos términos: «Es sabido que el rocío no cae; que el aire va á depositarlo sobre las superficies de antemano enfriadas en razón de su comunicación radiante con los espacios celestes; que la naturaleza de los cuerpos, su exposición, y la pureza del cielo ejercen sobre este fenómeno la más grande influencia.»

Las aguas que caen de la atmósfera, experimentan á veces varias transformaciones ocasionadas por el frío, las unas en medio de su caída y las otras después que han caído.

La nieve (Neige).

La *nieve* es agua congelada que cae de las nubes sobre la tierra en forma de una multitud de copos muy ligeros, separados unos de otros, de un grosor desigual, que presentan ordinariamente la forma de una estrella con seis rayos más ó menos complicados, y de la más perfecta blancura que se conozca. Un copo de nieve está compuesto de pequeños carámbanos prolongados, ó de hebrillas de agua congelada que se han reunido al tiempo de caer; y como no se tocan sino por algunos puntos de sus superficies, su agregación es siempre muy imperfecta. Los copos son tanto más pequeños cuanto más fría es la temperatura; y caen los unos casi perpendicularmente, y los otros más ligeros arremolinando. La *nieve* no puede formarse sino en un aire enfriado á un grado conveniente, y cuando las partículas de agua que se hallan diseminadas por el aire se han congelado antes de haberse reunido en gruesas gotas. La *nieve* que acaba de caer, tiene diez ó doce veces más volumen que el agua que produce después de derretida; al derretirse trae gran cantidad de agua á los arroyos y á los ríos, y su licuación, cuan-

do es demasiado repentina, causa muchas veces inundaciones considerables.

El granizo (Grêle).

El *granizo* es agua de lluvia congelada en la región media de la atmósfera, y cae sobre la tierra en forma de globulitos de hielo que son ordinariamente esféricos ú ovoides, de un tejido compacto y apretado. Estos globulitos tienen ordinariamente el núcleo nevoso y opaco, y están cubiertos de una capa de hielo diáfano. Siendo los granos de granizo formados en el nublado de gotas de lluvia muy pequeñas, son en su principio muy menudos; pero, como tienen más peso y velocidad que las gotas y partículas de agua que encuentran en su descenso, las congelan, se las apropian y se aumentan bajando hasta que salen del nublado. En algunas tempestades, muchos granos de granizo todavía poco solidificados, se conglutinan unos con otros, y las gotas de lluvia que encuentran y congelan llenan sus intersticios, los envuelven, los cubren de nuevas capas de hielo, y forman, por último, granos gruesos que pesan á veces un cuarto de libra, media libra, y hasta más de una libra cada uno de ellos.¹ Las grue-

¹ La historia de la Academia de Ciencias contiene las

sas piedras así formadas son casi siempre angulosas, y no tienen jamás una densidad uniforme. El volumen más común de los granos de granizo es poco más ó menos el de una ave-llana; y dependiendo este volumen del espesor del nublado y de la altura de donde descienden, los que caen sobre las montañas son menos gruesos que los que caen en los valles. Todos los granos que caen en una misma tempestad tienen á poca diferencia la misma forma y el mismo volumen. La estación más ordinaria de

relaciones de muchas granizadas extraordinarias. Cuenta, entre otras, un pedrisco que asoló el Perche en 1703, cuyas piedras eran gruesas, esto es, las más pequeñas como nueces, las medianas como huevos de gallina, y las otras como el puño. En 11 de Julio de 1753 cayó en Tul un pedrisco monstruoso por su grosor: hallóse una piedra de veinticuatro líneas de largo, diez y ocho de ancho y catorce de espesor, y otra tenía cerca de tres pulgadas por todos lados. Las piedras gruesas fueron por fortuna pocas, y la tempestad de poca duración: sin embargo, muchas personas é infinidad de animales domésticos fueron muertos ó heridos. El 12 de Septiembre de 1768 cayó en los alrededores de Saint-Giles, en el Bajo Poitou, una cantidad prodigiosa de pedrisco, cuyas piedras eran en su mayor parte de dos pulgadas de largo y una de espesor.

En 1811 Muncke halló en Hannover un gran número de piedras que pesaban 120 gramos. En 7 de Mayo de 1822 Noeggerath cogió piedras cuyo peso era de 190 gramos. En 15 de Junio de 1829 se vieron en Cazorla (España) pedruscos de granizo que pesaban hasta dos kilogramos. En 13 de Agosto de 1832, en una pedrisca que hizo grandes estragos en las orillas del Rhin, la piedra más ponderosa que halló Voget en Heinsberg, pesó 90 gramos: en Elberfeld las piedras eran gruesas como huevos de gallina, y en Randerath pesaban de 120 á 240 gramos.