

Por no incurrir en repeticiones fastidiosas no continuaré más el análisis de los autores que han adoptado y sostenido opiniones análogas á las que acabo de citar, por la razón de que todas son, á poca diferencia, las mismas, y están apoyadas sobre los mismos racionios. Los que quisieren conocer á fondo estos sistemas, pueden ver las obras que he citado, no menos que las siguientes:

Mundus subterraneus, 2 vol. en fol., por Kircher, 1678.

De origine fontium, por Robertum Plot: 1 vol. en 8º: Oxonii, 1696.

Théologie de l'eau, por Fabricius: 1 vol. en 8º: Paris, 1743.

Traité de physique, por Rohault: 2 vol. en 12º: Paris, 1676.

Indications sur l'origine des fontaines et l'eau des puits, por Kulm: 1 vol. en 4º Bordeaux, 1741.

Architecture hydraulique, por Belidor: 4 vol. en 4º: Paris, 1737.

CAPÍTULO XII.

RESPUESTAS Á LAS OPINIONES SOBRE EL ORIGEN DE LOS MANANTIALES.

Algunas de las opiniones que acabo de exponer llevan en sí mismas tal grado de inverosimilitud, que todo lector un poco instruído ha visto ya su falsedad, y sería perder tiempo detenerse en discutir las: tal es la opinión de aquellos que han pretendido que el agua debajo de tierra está exenta de las leyes de gravedad, y que sube ó baja indistintamente como la sangre dentro del cuerpo humano; y todavía es más inverosímil la de aquellos que para la conservación de los manantiales han imaginado que el aire y la tierra se convierten en agua. Exponer tales opiniones es lo mismo que refutarlas; pero hay una que, como hemos visto, ha sido sostenida por cierto número de físicos de nombradía que la han apoyado con razones más ó menos especiosas, y que por lo mismo merece que la discutamos seriamente: esta es la que atribuye al mar el origen de los manantiales.

Al considerar los sabios los manantiales sin

número que en todos los países se ven salir de la tierra, reunirse, formar arroyos, ríos medianos y ríos caudalosos que tantos siglos hacen vierten sus aguas en el mar sin hacerlo rebosar ni siquiera elevar su nivel, han sacado de ellos la consecuencia de que el mar debe enviar otra vez una parte de sus aguas dentro de las tierras para producir en ellas los manantiales. Hallándose de acuerdo sobre este punto, no lo están sobre los medios que emplea la naturaleza para transportar estas aguas y difundirlas sobre todos los continentes.

Los unos han dicho que la tierra es bastante porosa para transmitir las aguas desde el mar hasta el medio de las tierras, puesto que una infinidad de pequeños canales parten del fondo del mar y van á alimentar los manantiales; los otros han pretendido que todos los continentes están atravesados en su interior de innumerables y vastos canales, que, partiendo del mar, se dividen y subdividen en una infinidad de arroyos que van á alimentar sobre la tierra cada uno su manantial; otros, por fin, sostienen que sólo las lluvias y los otros meteoros acuosos que caen sobre los continentes mantienen los manantiales. Esta opinión que es la mía, la expondré en el capítulo siguiente.

Para rebatir la opinión de aquellos que creen que el agua del mar va á alimentar los manantiales por vías subterráneas, estableceré y resolveré brevemente las tres cuestiones siguientes:

1ª ¿Existen canales subterráneos que van del mar al interior de la tierra?

2ª Puede el agua del mar subir hasta los manantiales, puesto que salen éstos de tierra en todas alturas desde un metro hasta muchos millares de metros?

3ª Siendo el agua del mar salada, ¿cómo puede desprenderse de sus sales debajo de tierra y producir manantiales de agua dulce?

PRIMERA CUESTIÓN.—¿Existen canales subterráneos que van del mar al interior de la tierra?

Los autores que han defendido la existencia de pequeños canales subterráneos, han atribuído á la tierra una porosidad universal que no tiene; porque es generalmente sabido que los terrenos impermeables forman la mayor parte de su masa, y que por lo común es ésta bastante compacta para conservar cualquiera cantidad de agua en su hoyo. Si se quiere suponer por un momento esta grande porosidad, se ve uno obligado á admitir que toda la tierra es atrave-

sada por tantos pequeños canales como manantiales hay en su superficie; que estos pequeños canales parten del mar, siguen paralelamente sin echarse jamás el uno dentro del otro, disminuye su número á medida que adelantan, y cada uno de ellos se para á la boca del manantial que alimenta. Síguese también, que cerca del mar estos pequeños canales son incomparablemente más numerosos y menos profundos que en las montañas que están distantes de él.

Sin embargo, se observa todo lo contrario; los manantiales son, por lo general, más numerosos, más abundantes y menos profundos en los países de montañas que hacia las orillas del mar; y que muchísimos pozos que en esta parte se han abierto, hasta á muchas docenas de metros más abajo que su nivel, no han encontrado el más pequeño hilete de agua. He dicho que estos pequeños canales, aunque marchen muy cerca los unos de los otros, no deben echarse jamás el uno dentro del otro; porque, si esto sucediera, aquel cuya boca se hallase más baja, recibiría toda el agua, y el otro se quedaría en seco, lo mismo que su manantial. Es verdad que se ven desaparecer algunos manantiales; pero jamás se ha visto que un manantial haya doblado de repente su volumen. Así, pues,

estos innumerables hiletos de agua, que parten del mar y atraviesan las tierras para alimentar cada uno su manantial, no están probados por ningún hecho, y han sido imaginados gratuitamente.

Los autores que han sostenido que las aguas del mar son conducidas dentro de las tierras por canales muy grandes, han citado como sumideros absorbentes Scila, en las costas de Calabria; el Maël-Stroom, cerca de la costa de Noruega, y como canales conductores, algunas cavernas dentro de las cuales se ven efectivamente arroyos, y por fin, centenares de cuevas que se hallan siempre en seco.

Scila no es más que una vastísima caverna á flor de agua que penetra horizontalmente por debajo de tierra hasta 160 metros, dentro de la cual entran con gran ruido las aguas del mar todas las veces que el viento las empuja, y salen de allí al momento que el viento cesa.

El Maël-Stroom no es una caverna que absorba el agua del mar y la conduzca dentro de las tierras; es un simple remolino ó torbellino¹

¹ Los que no han visto un torbellino semejante dentro del mar, pueden formarse una idea del Maël-Stroom con los pequeños torbellinos que se forman en muchos lugares de nuestros ríos. «Se ve á menudo (dice *Buffon*, tomo II, pág. «44) en los ríos rápidos, en el lugar en que cae el agua, más

de agua de siete ú ocho leguas de diámetro y de una profundidad considerable. Todas las veces que el viento del Noroeste está opuesto á la corriente producida por la marea montante, la masa de agua que hay entre las islas de Wero y de Laffouren, toma un movimiento circular muy rápido, y forma en el medio un abismo abierto, dentro del cual son irresistiblemente arrastrados, engullidos y hechos pedazos todos los barcos que tienen la desgracia de entrar en el círculo de este torbellino. A la marea baja cesa el remolino, aplánase el mar, lo atraviesan los barcos tranquilamente y se ven sobrenadar los destrozos de los objetos que fueron engullidos.

Para que los arroyos que se ven en ciertas cavernas pudiesen apoyar la opinión de los partidarios de la circulación subterránea, deberían éstos probar: 1º La continuidad de los canales hasta el mar, aun cuando éste se halla á centenares de leguas; porque la longitud que se les

«allá de la parte de los pilares de un puente hacia abajo, que se forman pequeños sumideros ó torbellinos de agua, cuyo centro parece estar vacío y formar una especie de cavidad cilíndrica en torno de la cual el agua da vueltas con rapidez; «esta apariencia de cavidad cilíndrica es producida por la «fuerza centrífuga, la que hace que el agua procure alejarse, «y se aleje en efecto del centro del torbellino causado por el «movimiento circular.»

conoce es siempre muy mínima si se la compara á la que debieran tener para extenderse hasta el mar. 2º Que estos arroyos y cavernas existen en todos los distritos en que hay manantiales; sin embargo, no se hallan sino en los terrenos calizos y margosos, que son precisamente los más desprovistos de manantiales visibles. 3º Que todos se dirigen hacia el mar y no presentan, como lo hacen, toda especie de direcciones. 4º Que no pueden provenir de las montañas superiores. 5º Que se hallan más bajos que el nivel del mar, para que las aguas de éste puedan bajar á ellos; y esto es lo que nunca se probará con hechos auténticos.

Por lo que toca á las cavernas que están á secas, y que son incomparablemente más numerosas que las que son seguidas ó atravesadas por arroyos subterráneos,¹ el solo estado de sequedad de ellas muestra evidentemente que no sirven de ningún modo para conducir el agua del mar dentro de las tierras. Es cierto también que las cavernas que se descubren de tiempo en tiempo, y que terminan en sus dos extremidades en rocas sólidas y sin ningun-

1 «Hay muy pocas cavernas que, formando estas largas galerías, den paso á arroyos subterráneos. De Malbos, *Bulletin de la Société géologique*, tomo X, pág. 354.

na salida, nunca han podido servir para que pasasen por ellas corrientes de aguas.

Si el mar alimentase los manantiales, éstos darían invariablemente la misma cantidad de agua, porque el mar no sube ni baja según las estaciones. No obstante, todos los manantiales aumentan en los tiempos de lluvia, y disminuyen en tiempos de sequedad. No hay uno siquiera que no experimente alternativamente algún pequeño aumento ó disminución, y muchos hay que hasta quedan enteramente secos; luego el mar no alimenta estos manantiales, y menos aún los que se secan.

SEGUNDA CUESTIÓN.—¿Puede el agua del mar subir hasta los manantiales que salen de la tierra en todas alturas, desde un metro hasta muchos millares de metros?

Después de haber amontonado suposiciones sobre suposiciones para establecer la existencia de estos innumerables canales destinados á conducir las aguas del mar dentro de las tierras, los partidarios de la circulación subterránea no han sido más felices cuando han querido explicar cómo estas aguas pueden elevarse debajo de tierra hasta los más altos manantiales que se ven en las montañas. Los unos, como acabamos de ver, han dicho que estas aguas eran

elevadas dentro de los canales subterráneos por el flujo del mar;—pero en las más altas mareas el flujo no eleva las aguas del Océano sino en unos diez metros, y sólo en algunos decímetros las aguas de los mares que se hallan dentro de las tierras, como el Mediterráneo, el mar Báltico, el mar Negro, el mar Caspio, etc. Los otros han pretendido que el núcleo de la tierra está compuesto de una arena pura que por su grande capilaridad eleva hasta los manantiales las aguas de que está impregnada:—en los tubos capilares mejor construídos el agua no se ha elevado jamás á 32 pies, y nunca ha fluido por sus orificios posteriores. Otros han sostenido que unos vientos se introducen en los canales subterráneos y empujan las aguas que en ellos se hallan, hasta la superficie de la tierra:—si los canales parten de debajo del mar como ellos dicen, los vientos no pueden introducirse en ellos para hacer subir las aguas, y sería preciso que hubiese debajo de tierra tantas corrientes de aire como de agua; y que estas corrientes de aire fuesen continuas y su acción bastante poderosa para empujar las columnas de agua á muchos millares de metros de elevación. Otros han imaginado que la tierra ejerce sobre las aguas que están contenidas dentro de los cana-

les subterráneos una presión que las fuerza á elevarse y derramarse fuera de tierra:—las bóvedas de estos canales, por lento que fuese su movimiento descendente, se habrían hundido mucho tiempo hace. Otros, por fin, han sostenido, que las corrientes de agua subterráneas son empujadas fuera de tierra por el calor interior del globo:—en esta suposición todos los manantiales deberían ser termales.

Uno de los principios más incontestables de la hidrostática, y que por sí solo destruiría todas estas hipótesis si ellas no fuesen de ningún valor por falta de pruebas, es que *todas las partes de un mismo líquido están en equilibrio entre sí ya sea dentro de una sola vasija, ya dentro de muchas que comunican unas con otras*. Considerando el mar como un vasto estanque, y todos los canales que se suponen debajo de tierra como vasijas que están en comunicación con él, las aguas de estos canales podrían muy bien ponerse en equilibrio con las del mar, pero no podrían elevarse más arriba de su nivel. Otros han supuesto que las aguas subterráneas eran, ante todo, convertidas en vapor, y después empujadas arriba por el calor interior del globo, y como el agua no puede convertirse en vapor sin un espacio capaz de contener á lo menos

800 veces su volumen, han supuesto debajo de todos los continentes inmensas cavernas, á cuya bóveda van á pegarse, enfriarse y condensarse como en las cucúrbitas de nuestros alambiques, y derramarse afuera bajo la forma de manantiales.

Los manantiales de Vaucluse, del Loiret, de la Touvre cerca de Angulema, y de Louysse cerca de Souillac (Lot), que forma cada uno de ellos un río de una veintena de metros de agua corriente, parecen ser otra cosa que simples respiraderos que exhalan cada uno los vapores de una caverna que no podría tener menos de diez ó doce leguas de diámetro. ¡Qué capacidad dentro de estos innumerables alambiques! ¡Qué regularidad en todas las cucúrbitas y en todos los picos que conducirían las aguas afuera! Así, pues, todos estos vastos alambiques, el calor que mantiene sus funciones, el frío que condensa los vapores, la perfecta regularidad de todas las cucúrbitas y de sus salidas, no son más que puras suposiciones imaginadas para explicar cómo el agua del mar puede elevarse hasta los manantiales que se hallan todos más altos que su nivel.

Es verdad que se ven cierto número de manantiales que salen de tierra con un movimien-

to ascensional. Los más considerables suben del fondo de un pozo natural y casi vertical, como los manantiales del Gourg cerca de Souillac, de Lantoy cerca de Cajarc, de Touzac cerca de Puy-le-Evêque (Lot), etc., y los de poca fuerza salen de tierra borbotando y levantando la arena; pero es fácil convencerse que esta especie de manantiales no se elevan de abajo arriba sino porque vienen de terrenos más elevados, y su canal va siempre bajando desde el punto de partida hasta el fondo del hueco en donde toman el movimiento ascensional para derramarse afuera; cuyo movimiento es determinado, como en los surtidores, por la presión que ejerce lateralmente la columna de agua descendente sobre la columna ascendente. En todos los lugares en que se ha querido seguir el curso de uno de estos manantiales haciendo una zanja hacia la parte de arriba, se ha visto que provenía de los terrenos superiores, y que su conducto iba subiendo. Es de notar que es siempre una roca ó una capa impermeable, que forma un atajo, la que detiene estos manantiales y los obliga á ir hacia arriba para salir de tierra.

Cuando se descubre un manantial y se le conduce afuera y lejos de su canal natural, se ve muchas veces secarse la fuente que está más aba-

jo; porque siendo el manantial interceptado más arriba, no puede ya salir más abajo; pero no se ha visto jamás, que un manantial que sale de tierra en un terreno superior, haya cesado de fluir porque se ha cortado un manantial en el terreno inferior. Millares de galerías se han practicado debajo de tierra para extraer metales, carbón, sal, piedras, etc., que han llegado á más de mil metros de profundidad,¹ y se han extendido horizontalmente á distancias mucho mayores: se han horadado de parte á parte gran número de montañas macizas para establecer allí los túneles de los ferrocarriles, para abrir canales y caminos; y también se han abierto millones de pozos ordinarios. En estas diferentes excavaciones se han hallado á menudo corrientes de agua, algunas veces muy abundantes; pero ni una se ha interceptado jamás, que tuviese un movimiento ascensional y que haya hecho secar las fuentes de los terrenos superiores.

La persuasión de que todos los manantiales provienen de los terrenos superiores y que ellos bajan en el mismo sentido que la superficie del suelo, está tan generalmente difundida que,

¹ En Kuttemberg (en Bohemia), en Kitzpuhl (en el Tirolo), en Freyber (en Sajonia), etc.

guiada la gente del campo por el solo sentido común, cuando quieren cortar un manantial conocido, lo buscan en el terreno superior, y nunca van á practicar la excavación en el terreno inferior. Para creer que las corrientes de agua debajo de tierra van subiendo, ha sido preciso que hubiese hombres de sistemas, tales como Cardan, Papin, Davity, etc.

Para sostener que el agua del mar va á formar los innumerables manantiales visibles é invisibles que se hallan esparcidos por todos los continentes, los inventores de los canales subterráneos se ven obligados á suponer, que hay debajo de tierra una vasta red de ríos grandes y pequeños, de arroyos y de hiletos de agua que parten del mar, se dividen y se ramifican al infinito para ir á derramar sus aguas por todas partes; que estas corrientes de agua son á poca diferencia tan grandes, tan largas y tan ramificadas como las que se ven en la superficie de la tierra; pero con la diferencia de que sobre la tierra los pequeños vierten sus aguas dentro de los grandes, mientras que debajo de tierra son los grandes los que descargan dentro de los pequeños. Como el agua no puede correr sobre un plano perfectamente horizontal, se ven obligados también á admitir que esos ríos, caudalo-

sos ó no caudalosos, y esos arroyos subterráneos tienen una pendiente que va desde las orillas del mar hasta debajo de las montañas. Suponiendo que esta pendiente sea á poca diferencia la misma que la de las corrientes de agua de la superficie de la tierra, se seguirá que, al llegar las aguas del mar debajo de las montañas que tienen por ejemplo sus manantiales visibles á 2,000 metros sobre su nivel, las corrientes de agua subterráneas se hallarán á 4,000 metros debajo de estos manantiales; y según aquellos que suponen que los ríos subterráneos parten del fondo del mar, al llegar sus últimas ramificaciones debajo de las altas montañas, se hallarán á una profundidad de siete ú ocho mil metros.¹ Así, pues, las aguas deberían elevarse á toda esta altura para llegar á alimentar nuestros manantiales.

TERCERA CUESTIÓN.—Siendo el agua del mar salada, ¿cómo puede desprenderse de sus sales debajo de tierra, y producir manantiales de agua dulce?

No se puede admitir la opinión evidentemente falsa de aquellos que han sostenido que to-

¹ El máximo de profundidad de los mares es, según M. Rivière [*Geol.*, cap. III] de unos 4,000 metros. Según M. de Labèche [*Manual geol.*, secc. 1] y M. Baudrimont [*Geol., nociones gener.*] sería de 3,200 á 4,800 metros.

dos los manantiales son salados, y que su sabor salado aumenta á medida que se acercan al mar, puesto que en las mismas orillas del mar todos los manantiales que se hallan sobre su nivel, son tan dulces como los que salen muy lejos: las hoyas llenas de agua que se han hallado en el seno de las montañas, no han presentado ningún indicio de comunicación con el mar; y las aguas que contienen son dulces, y se las ve constantemente llegar de los terrenos superiores. Ni menos puede admitirse la opinión de aquellos que han pretendido que el agua del mar se desprende de todas sus sales al atravesar las tierras; porque está probado por muchísimos experimentos, que si bien se ha podido suavizar su amargor con filtraciones reiteradas al través de diferentes materias arenosas, no se ha podido sin embargo desalarla enteramente. Asimismo debe desecharse el parecer de aquellos que pretenden que el agua salada, elevándose en vapores del fondo de los conductos subterráneos, deja en ellos todas las sales de que está impregnada; porque este transporte de la sal del mar adentro de las tierras tendría por efecto: 1º, desalar poco á poco todos los mares; sin embargo, muchos siglos hace que se hacen observaciones sobre el sabor salobre de las aguas

del mar, y hasta ahora no se ha observado que el tal sabor haya disminuído en manera alguna; 2º, esparcir esta sal en todos los lugares en que hay manantiales; no obstante, en toda la Francia, donde los manantiales son innumerables, y donde se han hecho tantas y tan profundas excavaciones, no se han encontrado sino cuatro ó cinco depósitos de sal gemma ó de terrenos salíferos, todos de muy poca extensión, y situados en el Franco-Condado y en la Lorena; 3º, los depósitos de sal de que se hubieran desprendido las aguas del mar, ya por destilación, ya por filtración, habrían obstruído mucho tiempo hace todos los canales, llenado todos los alambiques subterráneos, y por consiguiente hecho cesar todos los manantiales.

Los experimentos de Marsigly, de Halley y de Halès establecen, que una libra de agua del mar tiene en disolución cuatro dracmas de sal, es decir, un treintadosavo de su peso: así, 32 libras de agua producen una libra de sal, y 64 darían dos. Pesando 70 libras el pie cúbico de agua (para facilitar el cálculo pueden contarse solamente dos libras de sal en estas 70 libras), cada pie cúbico de agua dulce que llega á un manantial ha depositado por consiguiente debajo de tierra dos libras de sal: ahora bien, si

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-