

HIDROLOGÍA MÉDICA

OBRA PREMIADA
POR LA REAL ACADEMIA DE MEDICINA
Y CON MEDALLA DE ORO
EN LA EXPOSICION UNIVERSAL DE BARCELONA

por el Doctor

Don Anastasio Garcia Lopez

Segunda edici^on.

TOMO I

MADRID

PINTO IMPRESOR, CALLE DE LA BOLA NÚMERO 8

1889

1979



HIDROLOGÍA MÉDICA

HIDROLOGÍA MÉDICA

Obra premiada por la Real Academia de Medicina,

CON MENCIÓN HONORÍFICA

EN LA EXPOSICIÓN UNIVERSAL DE PARÍS DE 1877,

CON MEDALLA DE PLATA

EN LA DE MINERÍA DE MADRID DE 1883,

CON MEDALLA DE ORO

EN LA INTERNACIONAL DE BARCELONA DE 1888,

por el Doctor

Anastasio García Lopez

MÉDICO DIRECTOR

DE LOS BAÑOS MINERALES DE LEDESMA

Segunda edición

TOMO I



MADRID

PINTO, IMPRESOR, BOLA, NÚMERO 8

1889

HYDROLOGIA MEDICA

THE SCIENCE OF WATER IN MEDICINE

BY

JOHN H. COOPER, M.D., F.R.C.P.

OF THE UNIVERSITY OF CAMBRIDGE

AND OF THE ROYAL COLLEGE OF PHYSICIANS

AND

OF THE UNIVERSITY OF TORONTO

LONDON

1911

PRINTED BY

JOHN BARNES & CO., LTD.



ROYAL COLLEGE OF PHYSICIANS

LIBRARY

1911

PRINTED AND BOUND BY JOHN BARNES & CO., LTD.

LONDON

PRÓLOGO

Los que conozcan las dificultades con que tropiezan en España los autores de obras científicas para dar pronta salida á sus libros, no extrañarán que la primera edicion de mi *Hidrología Médica* haya necesitado doce años para agotarse y permitirme poder hacer la segunda. No obstante haber sido premiada por la Real Academia de Medicina al siguiente año de publicada, y de ser recomendada á los alumnos por el mayor número de los catedráticos de terapéutica y materia médica de las Facultades de nuestro país, como obra de texto para imponerse en esta especialidad, y á pesar de las distinciones con que ha sido honrado mi libro en las Exposiciones de 1877 en París, en la de Minería de Madrid de 1883, y en la de Barcelona de 1888, los dos mil ejemplares de la primera edicion han necesitado doce largos años para ser colocados. Esta lentitud en la venta de obras científicas, se debe no tan solo á la poca afición á la lectura, sino tambien á la mala posicion del mayor número de los Médicos, cuyos escasos recursos no les

permiten adquirir libros de indisputable necesidad para su práctica.

Mi primera publicacion de este género, fué un pequeño Manual, que di á luz en 1869, titulado: *Tratado de Hidrología Médica*, que sin duda por su reducido precio y sus pocas páginas, tuvo salida en un tiempo relativamente breve; pero como aquel libro exigía grandes ampliaciones, si habia de contener todos los conocimientos que hoy abarca la Hidrología Médica, me resolví á publicar el presente Tratado, en dos volúmenes, dando por separado otro *Manual* abreviado, para uso del vulgo, con el nombre de *Guía del Bañista*.

En estos últimos años ha adquirido todavía mayor desarrollo esta especialidad de la ciencia médica, y precisa consignarlo en una obra que aspire á recopilar cuanto se refiere á las aguas medicinales; y como mi deseo ha sido que en este libro encuentren los médicos todos los conocimientos indispensables cuando tengan que recomendar á sus enfermos este importante agente de curacion, acometí tan árdua empresa, inspirándome en todos los adelantos de la ciencia, teniendo á la vista las más importantes publicaciones hechas en nuestro país y en el extranjero, con el fin de ofrecer un cuerpo de doctrina, tan perfecto como es posible hoy verificarlo, y conseguir que la Hidrología médica española sea mirada y considerada con aprecio en el mundo científico. A ello es acreedora por los notables escritos que poseemos de médicos antiguos, y por los muy distinguidos de otros contemporáneos, que, dedicados á esta especialidad, la

ilustran grandemente con sus publicaciones, y con las Monografías de las Aguas, cuyos establecimientos dirigen, reasumidas y sintetizadas en el *Anuario oficial* que la Direccion General de Sanidad viene publicando desde 1876.

En mi *Hidrología Médica* he dado el desarrollo necesario á los conocimientos de las ciencias llamadas auxiliares, dedicando luego más extension á la patología y terapéutica hidrológicas, exponiendo mis ideas sobre los muchos problemas que abarca la especialidad objeto de mis estudios, con la independencia de carácter que acostumbro siempre en todos mis escritos, por más que tenga en ellos que refutar opiniones admitidas por la generalidad, y sentar otras en oposicion á las creencias del mayor número de los médicos. No obstante esto, mi obra conserva la condicion de esencialmente práctica, que es el objeto principal que me propongo al escribirla, deseando ser con ella útil á mis profesores y á los enfermos.

Despues de hacer un ligero resúmen de la historia de la Hidrología Médica y de su literatura en España, me ocupo en desarrollar aquellos conocimientos de las ciencias naturales que son de aplicacion á la Hidrología, para pasar luego al estudio de ésta, consignando los efectos fisiológicos de cada una de las diferentes clases de aguas, y de sus principales variedades, su modo de obrar en el organismo, los diferentes modos de aplicacion de estos medicamentos, y cuanto con tales asuntos se relaciona. Semejante estudio me ha exigido emplear muchos años en la lectura de monografías referentes á las aguas minerales de nuestro

país y del extranjero, tomando de ellas los datos necesarios para coleccionar sus acciones fisiológicas sobre el organismo; tarea árdua, y no exenta de errores por la falta de método y de claridad en muchos de los escritos por mí consultados. Sin embargo, creo haber echado la base de la terapéutica hidrológica con mis esbozos sobre la experimentacion fisiológica de las aguas, principio no aceptado ó rechazado antes, y que en la actualidad está ya reconocido por todos los hidrólogos ilustrados y de buen sentido, como lo está tambien en la materia médica por todos los terapeutas modernos.

Cuando en 1859 ingresé en el cuerpo de Directores de Baños, no habia apenas en España libros para instruirse en la Hidrología Médica, como no fuese alguna pequeña traduccion, Monografias de varias fuentes minerales, y la obra del Dr. Rubio, publicada en 1852, que es más bien de estadística que de doctrina. Además estaban arraigadas prácticas abusivas que era necesario combatir, tal como beber las aguas en exageradas cantidades, que producian trastornos, impidiendo las curaciones. Se tenian, además, las aguas minerales por las más eficaces y de mayores virtudes á las de fuerte mineralizacion, y como insignificantes ó inútiles á las poco mineralizadas; preocupacion de la que, aunque no tan arraigada como antes, no dejan de participar de ella gran parte del vulgo y muchos Médicos, y que he procurado combatir. Y finalmente, los estudios que existian sobre esta especialidad, tanto de autores antiguos como de los contemporáneos, eran exclusivamente monográficos; siendo ya necesario

acometer la empresa de formar un cuerpo de doctrina sintético, que estableciese principios y reglas para hacer de esta especialidad un verdadero método terapéutico, apartado cuanto fuere posible del empirismo, subordinando sus aplicaciones á leyes experimentalmente demostradas, y señalar los abusos y errores contenidos en las prácticas antiguas. Intenté, por lo tanto, sin desechar los criterios clínico y químico de la hidrología, establecer como el más fundamental el de la experimentación fisiológica, al cual aquéllos servían de complemento, dando de este modo una base positiva de experimentación á la terapéutica hidrológica, cuyas indicaciones se rigen por la ley de similitud ó de analogismo entre los efectos obtenidos por esa experimentación y los síntomas de las enfermedades naturales, y cuya ley no es una hipótesis, sino la deducción de los hechos. He procurado también inculcar la doctrina dinámica, que hoy se impone en todas las ciencias, porque por encima de todas las acciones químicas está la fuerza que las impulsa y dirige; y las aguas minerales no forman una excepción en el dinamismo universal á que todos los hechos se encuentran sometidos. He combatido las prácticas de las grandes dosis, haciendo ver la mayor eficacia y los mejores resultados que se obtienen de las dosis pequeñas, como igualmente he manifestado que las aguas de más extensas y poderosas virtudes medicinales, eran las menos mineralizadas, sobre todo si gozan de una alta termalidad, porque es en éstas en las que se halla más desenvuelta la potencia termo-eléctrica, ó sea su dinamismo, elemento el más fundamental de sus acciones.

Y aún cuando no tengo la pretension de haber formado escuela con mis esfuerzos y con mis escritos, ello es que hasta los mismos que miraban en un principio con extrañeza mis opiniones, ó las combatian, las van aceptando, é inconscientemente se las asimilan, participando ya de muchas de ellas, por más que las presenten con otra estética distinta de las formas que yo doy á mis ideas.

Tanto en la primera edicion como en la presente, he procurado dar á la obra su mayor desarrollo en la parte de patología, porque el estudio de las enfermedades susceptibles de alivio ó de curacion por las aguas minerales, es sin disputa lo más útil de esta especialidad y lo que más le importa á la humanidad doliente, y señalo en cada caso las aguas y los procedimientos que deben emplearse. Tengo la conviccion de que las enfermedades crónicas no son todavía curables por los tratamientos de la terapéutica ordinaria, que la mayor parte de las veces las perturba y agrava, y hasta engendra otras nuevas, que realmente son intoxicaciones producidas por los agentes que emplea; y por tanto, las enfermedades crónicas no tienen hoy otro medio racional de tratamiento que el de las aguas minerales bien elegidas. Los que practican en establecimientos de crecida concurrencia, saben como yo, que no hay exageracion en la afirmacion anterior, porque á esas estaciones balnearias acuden todos los años miles y miles de enfermos con padecimientos crónicos, que no han podido ser curados á pesar de haber estado sometidos durante largo tiempo á multitud de métodos farmacológicos, y otros en quienes estos mismos méto-

dos han desarrollado trastornos y lesiones por los agentes empleados, más difíciles de curar en ocasiones que las mismas enfermedades naturales. Así es que pudiera muy bien en la etiología de las enfermedades crónicas admitirse un grupo con el nombre de *enfermedades medicinales*, como lo podemos demostrar con centenares de pacientes que sufren por muchos años ó toda su vida los efectos del mercurio, de los ioduros, de los bromuros, de la digital, de la quinina, de la morfina, de la atropina, de otros alcaloides enérgicos, y de varios agentes tóxicos, sin contar con los procedimientos quirúrgicos, que no solamente no curan las enfermedades, sino que las bastardean, las agravan y producen otras nuevas.

Hago también una reseña de los establecimientos balnearios declarados de utilidad pública, con las propiedades físicas, químicas y terapéuticas de sus aguas, así como de algunas otras que, aunque no declaradas de utilidad oficialmente, se usan en algunas comarcas y se conocen de ellas sus más importantes aplicaciones; concluyendo esta sección con una noticia de las principales aguas minerales del extranjero y de Ultramar. Esta parte de la obra requería ya una reforma, porque en la primera edición no se mencionan establecimientos que han sido declarados de utilidad posteriormente á su publicación; había que segregarse otros que están cerrados por su poca utilidad ó pésimas condiciones; muchas aguas han sido de nuevo analizadas, y rectificadas los análisis de otras, y todo esto exigía variar por completo esta parte de mi Hidrología.

Termino la obra con una recopilación de la *Legisla-*

cion balnearia española, y algunas consideraciones sobre ella, tocando cuestiones que se han agitado acerca de este particular.

Tales han sido los vastos asuntos que he intentado desarrollar en la presente obra, y que hoy puedo desenvolver con más amplitud, sirviéndome de los importantes trabajos que viene realizando la ilustradísima *Sociedad Española de Hidrología Médica*, como lo demuestran las actas de sus sesiones, las Monografías y escritos de sus socios, su representación en el Congreso Médico de Sevilla, en el de Biarritz, y sus notables discusiones en el Congreso Hidrológico Nacional de 1888; tomando además los datos que he necesitado del *Anuario oficial* para completar mi trabajo.

Si consigo que esta obra sea de utilidad para los prácticos y les sirva de guía cuando tengan que recomendará sus enfermos aguas minerales, habrá quedado satisfecha toda mi ambicion.



INTRODUCCION

Historia y literatura de la Hidrología Médica.—Periodo mitológico.—Primeras aplicaciones de las aguas como medio higiénico y curativo.—Antigüedades de la Hidroterapia.—La Hidrología termal en tiempo de los Romanos.—Su situación en los primeros siglos del Cristianismo.—Periodo de los Arabes.—Edad media y del Renacimiento.—Tratados especiales y progresos de la Hidrología Médica en los últimos siglos y en la época contemporánea.

Tratándose de citar las épocas de desenvolvimiento de la Hidrología Médica; de señalar los tiempos en que las Aguas minerales despertaron la atención de los sabios para hacer de ellas un agente terapéutico; de mencionar el desarrollo que tuvo como elemento de higiene pública, de recreo y hasta de placeres, ó como recurso medicinal entre los pueblos antiguos y modernos; así como de historiar las publicaciones en que se han consignado los progresos del estudio de esta rama de la ciencia médica, nada original puede ofrecerse que no se encuentre, más ó menos extensamente dicho, en las obras consagradas á la Historia de la Medicina, como la de Sprenger, de Renourd, de Morejon, de Chinchilla, etc, ó en las especiales de Chenu; en la obra del Excelentísimo señor D. Pedro María Rubio, que extractó y rectificó á la anterior en muchos asuntos concernientes á las termas de España y la historia de la hidrología en nuestro

país; y algunos otros resúmenes consignados en otros libros de esta especialidad, en Monografías ó artículos de periódicos. Nada nuevo, en efecto, se puede añadir en este asunto, pues reducido á citar hechos cronológicos, ha de ser igual la materia en todas las obras, salvo algunas rectificaciones á errores ú omisiones cometidos por otros autores. Estas nociones de bibliografía y de literatura de la Hidrología española, son muy exactas y completas en la interesante obra del citado Dr. Rubio, que la publicó con el título de *Tratado de las Fuentes Minerales*. Su indisputable ilustración, su laboriosidad, sus viajes por varias naciones, su posición oficial y el haber tenido franqueados los archivos donde pudiera encontrar documentos relacionados con el objeto de su libro, fueron motivos apropiados para que este satisficiera la necesidad que había en España de una obra como la suya. En ella hace una reseña histórica, no muy extensa, pero suficiente para dar una idea del desarrollo que venia teniendo la hidrología médica á través de los siglos; no siendo menos importante que este capítulo de su libro el que trata de la bibliografía española, que aunque sucinta es bastante completa y verdadera, por lo que extractaremos de ella muchas de estas noticias.

La hidrología médica, como casi todas las ramas del saber humano, arranca de un periodo mitológico, precediendo la fábula á la ciencia; y esta es la razon por la cual en las narraciones de las Aguas ó Fuentes medicinales no deja de hacerse mencion de esas tradiciones, que atribuyen el descubrimiento de sus virtudes medicinales á Minerva, por ejemplo, de quien se dice que las aconsejó á Hércules para aliviarle de sus grandes trabajos; ó que Marte, herido por Diómedes en el sitio de Troya, se curó tambien con aguas minerales; ó que la diosa Heves, estéril por efecto de una amenorrea, fué curada en la fuente de Artiguelougue, y dió á luz nada ménos que treinta semi-dioses.

Estos antecedentes mitológicos fueron, sin duda, el fundamento para que la antigüedad pagana pusiese las aguas

minerales bajo la proteccion de una de sus divinidades, de Hércules, que representa la fuerza y la salud, como para recordar que el organismo adquiere esas propiedades á favor de las fuentes de aguas medicinales; y de aquí que las palabras *Herculia* y *Herculana* se emplearan como sinónimas de *Bálnea*, ó de localidades destinadas al empleo de los baños. Asimismo se atribuyó á Hércules la recomendacion del agua en forma de chorros; y se han encontrado en Sicilia medallas, en las que está representado dentro de un baño y con el pecho expuesto á un surtidor de agua que salia por la boca de un leon. Entre los griegos y romanos era muy comun que cada fuente tuviese una diosa ó una ninfa de su mitología, como protectoras de las aguas minerales, á la manera como todavía hoy permanecen bajo la advocacion de la Virgen ó de algun Santo en los pueblos cristianos. Para ciertas especialidades terapéuticas se suponía que mediaba el favor de alguna divinidad particular, aunque ésta fuese de segundo ó tercer orden, cual sucedía con las aguas de la Provenza, tenidas como muy eficaces para combatir la esterilidad, por la intervencion del dios Priapo. En los templos de Grecia y Roma, á donde acudian los enfermos en busca de la curacion de sus males, existian fuentes ó arroyos, á los que tambien se atribuian propiedades medicinales comunicadas por los ídolos que en aquéllos se adoraban. Refiérense curaciones del citado origen: entre otras, las de las tres hijas del rey de Argos en el manantial Anigrus. Templos consagrados á Esculapio, provistos de fuentes salutíferas, eran los de la Tachinia y de Titana, en el Peleponeso; el de Tithoria en la Fózida; el de Egio, de Corone y el de Pérgamo, citándose otro en Atenas que tenia aguas termales. En todos estos templos se prescribian reglas higiénicas severas, ceremonias religiosas y el uso de los baños. En el manantial citado de Anigrus parece se lograban curaciones de muchas enfermedades de la piel.

Dejando á un lado ese origen mitológico de las aguas y

la proteccion á ellas dispensada por las divinidades de la fábula, es muy cierto que todos los pueblos de la antigüedad comprendieron la utilidad de los baños, y los construyeron hasta con suntuosidad como un elemento de higiene pública; práctica que hallaremos en las ciudades de Oriente, en Asia, en Grecia y en Italia. Roma los tuvo numerosos y admirables, y se generalizó esa costumbre allí donde los romanos llevaron su civilizacion, como sucedió en España; y por eso encontramos todavía en nuestro suelo restos de sus magníficas termas, algunas conservadas casi completamente. En el *Sumario de las antigüedades romanas* del Sr. Cea Bermudez, se citan numerosas localidades en que se conservan ruinas que son testimonios auténticos de la grande estima en que aquellos conquistadores tuvieron las aguas minerales.

Los legisladores antiguos no descuidaron la organizacion del servicio público de los baños, aunque revistiendo formas de prácticas religiosas. Moisés ordenó á su pueblo muchas de estas obligaciones de limpieza, que se hacian con más puntualidad, por lo mismo que se tomaban como mandato religioso ineludible. Por iguales móviles prescribió Mahoma repetidas abluciones diarias y frecuentes baños. A fines del siglo VIII, el Papa Adriano I recomendaba al clero de las parroquias que fuese á bañarse procesionalmente, cantando los salmos todos los jueves.

En nuestros días no influyen ya en estas prácticas los preceptos religiosos; y es lástima, porque si bien las gentes de las grandes poblaciones y las personas de cierta ilustracion no necesitan de ellos para cuidar de la limpieza de su cuerpo, hay en cambio millares de gentes pobres ó del campo y las aldeas, que no saben lo que es un baño, ni se han lavado nunca, ni su piel ha tocado otra agua que la que les echaron en la cabeza cuando los bautizaron y la que les cae cuando les coje una lluvia en la calle ó en los campos. Las mujeres tienen la preocupacion de que es malo lavarse cuando están con la menstruacion y despues que

ha pasado este período, como tambien en sus embarazos y puerperios; así es que para proceder con toda cautela, no se lavan en toda su vida ninguna parte de su cuerpo. Enfermos llegan á mi establecimiento de baños de Ledesma con tanta suciedad en su piel, que parece ésta una corteza de árbol, sin que á veces se logre se desprenda toda, á pesar de los baños generales en la piscina á 48°. Para estos sujetos hacian falta todavía las leyes de Moisés ó de Mahoma, ó que las prácticas recomendadas por Adriano I estuvieren en vigor y fuesen extensivas á todos los feligreses de cada parroquia.

En cambio de ese abandono (que es una infraccion de la buena higiene), registranse en todos los pueblos y en todas las épocas de la historia datos curiosos sobre el empleo de los baños y del agua, como de frecuente uso, con el carácter, no tan solo de medida higiénica, sino como agentes curativos, y constituyendo un sistema terapéutico que hoy se conoce con el nombre de hidroterapia; sistema que no es nuevo, pues aparte de que ya Hipócrates y Celso recomendaban el agua fria, y de que Galeno la empleaba tambien en varias enfermedades, habiendo aceptado esa práctica los médicos árabes y otros de la Edad Media, se sabe además cuánto ensalzaron las virtudes de este remedio, Juan Floyer, Raynad, Pitkairn, Blain y Hanconsk, así como Federico Hoffmann y J. S. Hahn, que lo empleaba hasta en los tífus, y él mismo se curó de este padecimiento con el uso del agua fria. En Italia se preconizaba mucho este sistema en todas las enfermedades desde mucho antes que en España lo vulgarizase D. Vicente Perez, llamado *el médico del agua*. Hecquet, Geoffroy, Tissot, Grimaud, Hufeland fueron tambien muy partidarios de este medio de tratamiento aplicado á gran número de enfermedades. Pero cuando más se generalizó fué desde que el aldeano de la Silesia, Vicente Priessnitz se curó unas heridas con agua fria, dedicándose luego á dirigir el tratamiento de los enfermos que le buscaban para que les curase por el mismo sistema.

No siendo mi propósito en este momento hacer la historia de los baños en los diferentes países como elemento de higiene pública, ni tampoco la de la hidroterapia, sino únicamente dar una idea ligera del desarrollo que han tenido los conocimientos de la hidrología mineral desde los tiempos más remotos, me limitaré á consignar que ya Vitruvio y Plinio recomendaron aguas de esta naturaleza, y hasta hicieron de ellas clasificaciones, designándolas este último escritor con los nombres de acidulas, sulfurosas, saladas, nitrosas, aluminosas, marciales y bituminosas, señalando las propiedades medicinales de algunas, y diciendo, por ejemplo, que las aluminosas curaban las parálisis, las sulfurosas los males de los nervios, y las demás los tumores, muy especialmente las parótidas; que las de la fuente Ciceroniana eran ventajosas para los ojos; las de Sinuesa en la Campaña para la esterilidad, y las de Ischia para los cálculos. Además de esos datos sobre los albores de la hidrología mineral, pertenecen á esa remota época los escritos de Oribasio y Alejandro de Tralles, Médicos que ejercieron su profesion en Roma, y se ocuparon muy especialmente de las aguas ferruginosas y aluminosas. No cabe duda, pues, que entre los romanos habia grande aficion á los baños, como lo prueban las ruinas de sus soberbias termas, entre ellas las descubiertas en Pompeya, que el Dr. Rubio visitó en 1847, y las describe en su obra, sino que tambien conocieron las virtudes de algunas fuentes minerales y las empleaban como medicamentos. Con la gran dominacion que ejercieron llevaron á todas partes sus conquistas, sus costumbres y su civilizacion; y así se atestigua todavia en muchos balnearios de España, en los que se conservan restos de sus construcciones ó ruinas de los edificios por ellos levantados.

En Ledesma existen todavia los cimientos de una antigua arca, dentro de la que brota un manantial abundante, hoy abandonado, y junto á ella habia un pavimento de un gran baño de argamasa, muy bien conservado, y que há

desaparecido porque un Administrador ignorante lo hizo terraplenar, cubriéndolo con muchos carros de escombros, á pesar de haberle yo prevenido que lo conservara. Así es que está probada la antigüedad del empleo de estas aguas minerales, que data de la época en que los romanos concluyeron su segunda guerra púnica; siendo ya muy celebradas en el año noveno en que el emperador Cómodo había obtenido el título de tribuno del pueblo. En una pared, que hubo necesidad de componer en 1717, se encontró una cajita que contenía una moneda de dicho emperador Cómodo, la cual estuvo en poder de la familia de los Niños, vecindada en Ledesma, y que yo no he podido encontrar, no obstante mis gestiones para conseguirlo.

En Alange se conservan dos grandes rotondas con sus baños, y junto á ellas hay muchas ruinas que indican haber existido un suntuoso establecimiento balneario en tiempo de los romanos.

Por las inscripciones latinas que se han hallado junto á las aguas calientes que brotan en la parroquia de Layas, á dos leguas de Orense, se infiere que son las que los romanos llamaban *Aquæ Leæ*. También en la antigua Sagunto se descubrieron las ruinas de unas magníficas termas romanas, cuyo diseño del pavimento se conserva en el archivo de la Academia de la Historia. Son igualmente una prueba de su celo por las aguas minerales, las ruinas é inscripciones en otros varios puntos de España, como en Caldas de Montbuy, Caldas de Malabella, Thiermas, Alhama de Granada, Sacedon, Archena, Bellús, Bussot, Molgas, Caldas de Cuntis, Carballo, Buyerés de Nava, Tuy, Lugo, y en otros muchos manantiales en que se han construido nuevos establecimientos sobre las ruinas de los que tuvieron los romanos.

Se refiere por los historiadores que en medio de esa profusion de baños higiénicos, medicinales y de puro recreo, se llegó á abusar tanto de ellos, y se cometían actos tan contrarios á la decencia, que muchos emperadores dictaron

reglas para mantener las buenas costumbres, y algunos llegaron hasta mandar la destruccion de varias de sus termas.

Cuando los romanos perdieron su dominacion, y el Cristianismo comenzó á generalizarse y á imperar en las sociedades, se consideraron los baños como elemento de perversion de la moral, por cuyo motivo se derribaron los suntuosos edificios levantados por aquéllos, y se tuvieron las prácticas balnearias como contrarias á las prácticas religiosas, quedando casi abandonadas aquellas como medida higiénica y como elemento de curacion. Sin embargo, en el siglo IV de nuestra era, los emperadores Teodosio, Honorio y Arcadio se ocuparon en conservar las termas de las grandes ciudades, y destinaron para esto parte de las rentas públicas. En el siglo VIII, Carlo Magno mandó construir en Aquisgran un estanque para bañarse con toda su corte. Desde el siglo VII al XII fueron protegidos los baños en España por sus reyes: Recesvinto en Valladolid, Alfonso II en Oviedo, Ramiro I en Leon, y Ramiro II en Salamanca, se ocuparon en la reedificacion de algunas termas de las citadas provincias, haciendo que se observaran reglas y pragmáticas semejantes á las que con el mismo objeto habian establecido en Aragon y en algunas otras regiones varios reyes católicos.

Cuando se posesionaron de España los árabes, dieron nuevo giro á las ciencias, fijando tambien su atencion en las fuentes minerales, cuyas virtudes les eran conocidas, segun lo demuestran los escritos de sus médicos Albucasis, Averroes, Avicena, Rhacis, y otros varios que han dejado en sus obras noticias interesantes acerca de las aguas minerales. Sus costumbres y prácticas religiosas se avenian bien con el empleo frecuente de los baños, por cuyos motivos reedificaron algunos establecimientos romanos y construyeron otros nuevos, siendo por lo tanto numerosos los balnearios en España durante la dominacion sarracena, como puede verse en el gran baño de piscina de Ledesma, construido por

un moro llamado Cepha en el siglo IX, con una bóveda tan sólida, que no se le advierte todavía ningun desperfecto. Construcciones análogas de esa época son las suntuosas termas de la Alhambra, las de Alhama de Granada, Alhama de Murcia y multitud de otros balnearios que atestiguan el conocimiento que tenían de las aguas minerales y el interés que demostraban por ellas. En ocasiones suspendían sus continuas guerras con los cristianos para dedicarse por algun tiempo á hacer uso de los baños minerales. Se refiere que Almenon, rey moro de Toledo, envió grandes regalos al rey católico D. Fernando de Castilla, pidiéndole permiso para enviar una hija suya á que tomara baños en el lago de Bibriesca.

Terminada la dominacion árabe, quedó incalcada en la Península la creencia del gran recurso que eran las aguas minerales para el tratamiento de muchos padecimientos humanos, poniendo las fuentes bajo la proteccion de los Santos, y calificando á veces como milagroso el descubrimiento de algun manantial. Mas como entonces se tomaban de ordinario los baños en grandes piscinas, en las que entraban juntas muchas personas, y en ocasiones sin la debida separacion de sexos, se introdujo el libertinaje en las termas, de tal manera que el rey D. Alfonso VI tuvo que dar decretos prohibiendo el empleo de los baños minerales. Por otra parte, los estragos que por aquella época hacia la lepra en la Europa occidental con motivo de la guerra de las cruzadas, y acudiendo esta clase de enfermos á las aguas minerales para encontrar alivio á tan cruel padecimiento, y bañándose en comunidad con otros, era esto un motivo más para el contagio, aumentando la propagacion de la enfermedad leprosa, lo que tambien motivó los decretos de prohibicion de los baños.

Transcurridos esos períodos históricos en los que tuvieron varias alternativas los conocimientos y las aplicaciones de las aguas minerales, nos acercamos á una época más normal, que trajo con el descubrimiento de la imprenta y

el nuevo giro del espíritu humano, la afirmación de nuevas verdades en las ciencias, no pudiendo menos de participar de ellas la hidrología mineral. Sin hacer mención de las ligeras nociones que se encuentran sobre esta especialidad esparcidas en los escritos de la más remota fecha, así como en los libros de los médicos árabes, mencionaremos únicamente algunos de los autores que desde el siglo XV en adelante publicaron tratados especiales sobre esta rama de la medicina. En 1498, dió á luz Miguel Savonarola un notable *Tratado general sobre las aguas minerales*, especialmente sobre las de Italia. En 1571 Andrés Vaccio publicó en Venecia otra obra basada sobre la anterior, acerca de las aguas minerales más celebradas de Europa, é indicaba algunos procedimientos para investigar los principios que daban sus virtudes á las aguas, lamentándose de que los Gobiernos las tuvieren abandonadas y se hallaran en manos de charlatanes.

Por esa misma época muchos Médicos españoles se dedicaban al estudio de varias fuentes medicinales, mereciendo citarse Alonso Chirino, en 1347; Julian Gutierrez de Toledo, en 1498; Arinsargnau, en 1509; Luis Lobera de Avila, en 1542; Luis Mercado, en 1574; Francisco Diaz, en 1588; Blas de Verdú, en 1607; Gaspar Herrera, en 1624; y otros muchos del siglo XVI, como Francisco Vergara Cabezas, Juan Jerónimo Guzman, Juan Zamora, Lucas de Negrete, José Colmenero, Villarroel y otros, que dejaron publicaciones sobre diversas aguas minerales de España.

Tambien en Francia hiciéronse publicaciones análogas por la misma época, y en 1600 se dió á luz por Bauhino un *Tratado sobre las principales fuentes de Europa*, habiendo establecido el rey Enrique IV una Inspeccion superior de las aguas minerales, que encomendó á su primer Médico, cuya institucion fué conservada por los reyes Luis XIV, Luis XV y Luis XVI. El Dr. Fagon estudió con grande esmero las Aguas Buenas y las de Baresges, con objeto de averiguar si servirían para curar una fístula

que padecía Luis XIV, del cual era Médico. Chirac estudió también las de Balaruc, con el fin de inquirir si serian á propósito para una herida del Regente, y con este motivo dichas aguas atrajerón gran concurrencia, así como otras de Francia y de Alemania. A fines del siglo XVII se habian ya hecho bastantes estudios de diferentes aguas, que permitieron á Boyle escribir su Tratado de esta especialidad. Al mismo tiempo la cultivaba en Alemania A. Hoffmann, aprovechándose de la química, que empezaba á desarrollarse, y de la que este Catedrático se valió para estudiar diferentes aguas minerales, influyendo sus publicaciones en que los Médicos procedieran al análisis de las aguas antes de determinar sus propiedades terapéuticas. Inspirada en esta idea la Academia de Ciencias de París, comisionó en 1667 á los Doctores Duclos y Bourdelin para que analizasen las aguas minerales de Francia.

Como hemos visto más arriba, España tuvo por esa misma época una riqueza en publicaciones sobre muchas de las fuentes minerales, continuacion de las que ya hubo debidas á los Médicos árabes y judíos, y quizás haya sido en nuestro país en el que primeramente se han hecho estudios sérios sobre las aguas minerales. El Dr. Rubio hace mencion de un Tratado de las aguas de Salambir (Sacedon) escrito en Toledo en 1054 por el Médico árabe Agmer-Ben-Abdala. Estos estudios se prosiguieron en los siglos XV, XVI y XVII, y ya hemos hecho antes algunas citas de Médicos notables que han dejado monografías sobre varias de nuestras fuentes. Gutierrez de Toledo se ocupó en 1498 de los baños de Ledesma, de los de Alhama de Granada, de Alhama de Aragon y de otra fuente situada entre Cazorla y Caravaca, dando además varias reglas sobre la manera de tomar los baños. También hemos citado á Alfonso Chirino, Médico del rey D. Juan II de Castilla, que dejó un Tratado sobre aguas minerales, impreso en 1519, como asimismo Francisco Diaz, Cirujano de Cámara de Felipe II, que escribió una obra sobre el trata-

miento de las enfermedades de los riñones y de la vejiga por las aguas minerales, impresa en Madrid en 1588, y en ella habla de las aguas de Corneja, de la Fuente de la Piedra y de otras varias. Pedro Medina dejó otro libro en 1536 titulado *Cosas notables de España*, y en él se ocupa de los baños de Alhama de Granada. Luis Mercado, en 1574 dió á luz una obra en la que trata de muchas fuentes minerales de la Península. Ambrosio de Morales, publicó en Alcalá en 1575 su *Crónica general de España*, y describe en ella muchas fuentes, entre otras las de Lugo y Orense, Caldas de Reyes, Molgas, Ledesma, Alhama de Granada, Bonal, Cifuentes, etc. D. José Colmenero, citado antes, fué Catedrático de medicina en Salamanca, y dejó una notable Memoria sobre las aguas de Ledesma, publicada en 1697. Andres Dávila escribió sobre las de Puertollano; Tomás Ferrer de Esparza, Médico de Albarracin, se ocupó de los baños sulfurosos de la ciudad de Teruel; Gaspar Herrera, de los de Tiermas; y Fernando Carabio, en 1637 trató de las aguas de Antequera, Almagro, Humera, Corpa, Majados y Barmeces; Francisco Magallon, Juan Jerónimo Guzman, Juan Zamora Clavería, Felipe Vinzané, Pedro Suarez, y Juan Martinez Zaldueño publicaron noticias sobre varias fuentes minerales de España, perteneciendo sus escritos á los años desde 1640 al 1699.

Pero la obra más notable de esa época fué la de D. Alfonso Limon Montero, Catedrático de medicina en Alcalá de Henares, titulada *Espejo cristalino de las aguas minerales de España*, cuyo libro lo escribió en 1679 y dió á la imprenta en 1697; en dicha obra, despues de varias consideraciones generales con muy buena doctrina, y de reivindicar para médicos españoles antiguos los ensayos analíticos de varias aguas minerales, citando en su apoyo á Ambrosio Morales y á Mariano Sículo, se ocupa con mucha predileccion de las aguas del Campo de Calatrava, y además de un número considerable de otras de España. Versó su estudio hidrológico sobre diez y nueve baños de la Península,

las propiedades medicinales del agua de seis rios y de cuarenta y una fuentes minerales. Adolece de los defectos propios de la época en que fué escrita y del atraso en que estaban todavía la química y demás ciencias auxiliares de la medicina; pero se halla escrita con notable erudicion, y contiene cuanto se sabía entonces sobre la materia.

El ejemplo دادó por Limon Montero fué seguido por otros médicos, y desde mediados del siglo XVII hasta mediados del XVIII se publicaron varias monografías, tales como la de José Mendoza, sobre las aguas de Trillo; la de Felix Eguia, tambien sobre Trillo, y además sobre las del Molar, Sacedon, Humera, Buendía y Arnedillo; la de José de Lecina, sobre las fuentes de Benasque; la de Jerónimo Bernard, sobre Quinto; la de Diego Torres Villarroel, sobre la de Tamames y Ledesma en 1744; la de Tomás Glosasó, sobre varias fuentes del Principado de Cataluña en 1750; la de Francisco Alonso Estéban, sobre Alaraz y Muñana; la de Manuel Soria, sobre Sacedon; los escritos de Juan Gayan acerca de las aguas de Sacedon, Córcoles, Trillo y Buendia en 1760; y la de Miguel Calvet, sobre las aguas de Quinto en 1763.

Por estos mismos años acometió una grande empresa el Dr. D. Pedro Gomez de Bedoya, para poder reunir datos sobre las aguas minerales de España; y en 1750 dirigió tres mil cartas á los farmacéuticos y médicos de la Península, pidiéndoles noticias sobre la descripcion topográfica de las localidades donde hubiese aguas minerales, con la narracion de la manera de usarlas, sus propiedades físicas, químicas y curativas, y los autores que de ellas hubieren escrito. Además rogó á los boticarios le remitiesen vasijas con agua, y los residuos de los análisis que ellos practicasen; con lo cual reunió una copia de datos muy apreciable en el espacio de tres años. Mas no satisfecho con esto, pagó á dos médicos para que viajasen el uno por el reino de Leon y el otro por el de Castilla, costeando Bedoya todos estos gastos, y proveyéndoles además á cada uno de un

caballo equipado y de un pasaporte que le facilitó el Marqués de la Ensenada. Estos médicos invirtieron un año en su viaje, y al terminar le entregaron á Bedoya los datos que habian recogido. Con todos ellos comenzó la publicación de su obra, titulada *Historia Universal de las fuentes minerales de España*, imprimiéndose el primer tomo en 1764, y el segundo en el siguiente año; no habiéndose dado á luz los restantes, pues el autor se proponia que constase de seis volúmenes, segun los muchos materiales que tenia reunidos. En el primer tomo trata de 116 entre baños, fuentes, pozos, rios y lagunas, y de 98 en el segundo, no siendo medicinales todas las aguas de que se ocupa. Aunque incompleta esta obra, es superior á la de Limón Montero, sobre todo en lo que concierne á la parte topográfica; y á pesar de los defectos propios del poco adelanto de las ciencias en su época, es sumamente apreciable, tanto más si se tiene en cuenta que el Dr. Bedoya invirtió cuantiosas sumas y toda su actividad durante largos años para la confeccion de su libro, que es muy digno de mencionarse en la historia de la Hidrología médica española.

Por la misma época en que escribió Bedoya su obra, se dieron á luz otras publicaciones sobre varias aguas minerales. D. Antonio Capdevila estudió las de Puertollano, y consignó reglas sobre el tratamiento hidro-mineral, en una obra notable, destinada á que los médicos no enviasen á ciegas los enfermos á las aguas medicinales. D. Gaspar Casal en su *Historia Natural de Asturias*, publicada en 1762, se ocupó de las aguas minerales de este país, y muy especialmente de las de Priorio y la Nava. D. Francisco Cerdan, médico de Murcia, escribió sobre las de Archena y de Azaraque, sitas estas últimas en el término de Hellin. Chavanau en 1782, publicó una monografía sobre las de Cestona; Forner y Sagarra otra en 1780 sobre las virtudes de la fuente del Oro, situada en la sierra de Guadalupe, término municipal de Castañar de Ibor, y del partido judicial de Navalmoral de la Mata. D. Pablo Forner en 1787

dió noticias de las aguas de Solan de Cabras y de las del Rosal de la villa de Beteta, con el análisis que de ellas hizo por orden del Gobierno D. Domingo García Fernandez. D. José García Vazquez publicó en 1752 la traducción de la *Medicina práctica* de Heister, y en ella incluyó también una reseña de las principales aguas minerales de España. D. Luis Guarnerio escribió en 1791 sobre las aguas de Trillo. D. Manuel Lay y Anzano en 1768 sobre las de Alhama de Aragon, Albalate, Segura, Quinto, Panticosa y algunas otras. D. Francisco Lemos en 1788 se ocupó de las de Nules, Bussot, Navajas, Abellá, Montanejos, Bellús, Chinchilla, Archena, Alhama de Murcia, Fortuna, Mula y Azaraque. D. Ignacio Lopez de Ayala publicó en 1777 la descripción en verso sobre gran número de fuentes, y un bellissimo poema sobre los baños de Archena. D. Antonio Mendal escribió un tratado sobre las aguas de Graena, y otro sobre las de Frailes. Menós de Llena hizo publicaciones sobre las aguas de Espluga de Francolí, de las de San Hilario, de Moncada y de la fuente Grogga en Cataluña. El Sr. Gutierrez Bueno en 1782 dió una obra sobre el modo de analizar las aguas minerales, y en lo posible imitarlas artificialmente. D. Antonio Perez Escobar publicó en 1788 un tratado que tituló *Elementos de medicina*, en el que habla de las aguas del Molar, Sacedon, Solan de Cabras, Puertollano y Badocañas. D. Antonio Ramirez en 1768 hizo un estudio muy completo, físico, químico y médico de las aguas de Fitero. D. Francisco Romero se ocupó en 1765 de las de San Agustin, en la provincia de Madrid, y decia de ellas que eran más útiles que las del Molar. Don Pedro Sinnat incluyó en la traducción que hizo de la *Medicina doméstica* de Buchan 85 fuentes de aguas sulfurosas y ferruginosas de España, con el análisis que entonces se conocia de ellas, cuya obra la publicó en 1792. D. Ramon Tomé dió á luz en 1791 un tratado práctico de la gota, incluyendo un resúmen de las aguas minerales de España, con la descripción de 60 fuentes. Pero de todas estas obras

citadas la mejor de ese período es la de D. Antonio Capdevila, por las reglas prácticas que consigna para el empleo de las aguas minerales; y aconsejaba á los alumnos de medicina que cuando regresaran á su país durante las vacaciones, se dedicaran á estudiar las plantas y las aguas minerales, que eran, segun él decía, los mejores remedios de la terapéutica.

Advertíase en el mayor número de estos escritos la influencia del progreso que empezaba á tomar la química y la tendencia á practicar análisis de las aguas minerales, siguiendo el impulso iniciado por Baccio, secundado despues por Boyle, y más tarde por Berthollet, Fuorceroy, Lavoisier, Vauquelin, Thenard, Bercellius, Fresenius, Rosse, Dupasquier, Lefort, y otros muchos que cultivaron la química aplicando su estudio á las aguas minerales. Como hemos visto, en España se hacian tanteos y ensayos en ese sentido, aun antes de que hubiesen llegado á nosotros los referidos progresos de la química.

Una obra española que merece especial mencion, es la que en 1793 publicó D. Juan de Dios Ayuda, titulada *Exámen de las aguas medicinales de más nombre que hay en las Andalucías*. En ella dá noticia de la situacion de cada fuente, de sus virtudes y del modo de usarlas; observando por sí mismo los efectos de las aguas en los enfermos, practicó análisis, señaló la temperatura termométricamente, determinó la densidad con el hidrómetro de Beaumé, y consignó las propiedades terapéuticas de las aguas de que se ocupó, describiendo entre otras las de Graena, Alicun, Baza, Aliseda, Marmolejo, Paterna, Lanjaron, y otras muchas de Andalucía, siendo lo más notable que careciendo de recursos, Ayuda hizo con objeto de realizar sus estudios viajes por puntos desiertos, por desfiladeros y precipicios, en ocasiones sin encontrar con que alimentarse; acometiéndolo despues la impresion de su obra, mediante una suma con que le auxilió el Obispo de Guadix y el apoyo que tambien le prestó el Dr. Galisonga, Médico de la Reina é Inspector

de las aguas minerales de España. D. Francisco Saavedra, primer Secretario de Estado, admitió la dedicatoria, y por su influencia y la del Dr. Martinez Sobral, primer Médico del Rey, fué nombrado D. Juan de Dios Ayuda Subinspector general de las aguas minerales de España, con un sueldo suficiente para que pudiera continuar dedicándose á los estudios que con tanto celo habia emprendido. Debemos consignar que en sus trabajos de análisis le auxiliaron los Sres. Gomez Ortega, García Fernandez, Bañares, y muy principalmente el distinguido Gutierrez Bueno, que analizó en su laboratorio químico de Madrid el mayor número de las aguas minerales que se estudiaban en su época.

El mismo movimiento que tomaba en España la hidrología médica á impulsos de la química, se notaba tambien en otras naciones; y á semejanza de lo que se hizo en nuestro país con D. Juan de Dios Ayuda, se nombraron inspectores ó intendentes generales para el estudio de las aguas, habiendo recaído este cargo en Francia en el doctor Bordeu, quien reunió muchos materiales para su obra sobre las enfermedades crónicas, la que sirvió de base á M. Carrere para escribir en 1780, por acuerdo de la Sociedad de Medicina de París, una recopilacion de cuanto por entonces se sabia sobre las aguas minerales. Poco tiempo despues publicó Lomet un informe sobre las aguas de los Pirineos, por encargo del Comité de salud pública; habiendo manifestado el estado deplorable en que se hallaban los establecimientos que se le mandó estudiar, y consignó en dicho informe que el Estado debia incautarse de todos aquellos que no pudieran ser explotados debidamente por el interés particular.

Como queda dicho, la hidrología médica fué una de las primeras ciencias que se aprovechó de los progresos de la química; y desde que Boyle estableció reglas para analizar las aguas, continuaron los ensayos más ó menos adelantados. Herner los hizo con varias aguas de Suecia en 1680;

y despues se introdujeron varios perfeccionamientos en estos análisis por Regis, Didier, Burlet, Homberg; recomendándose en 1707 por Geoffroy la evaporacion en lugar de la destilacion que antes se empleaba; y en 1726 descubrió Bourduc la propiedad que tiene el alcohol de precipitar muchas sales disueltas en las aguas, cuyo procedimiento aplicó á las de Passy y de Bourbon-l'Archambaul. En 1752 descubrió Leroy el muriato de cal; y Margraf, en 1757, el muriato de magnesia. Blanck hizo importantes estudios sobre la disolucion del ácido carbónico en las aguas minerales; Bayen trató en 1770 de los medios de separar el azufre de las aguas sulfurosas; Monnet y Bergman dieron á conocer el gas sulfhídrico; Echeèle se ocupó tambien mucho del análisis de las aguas y de la preparacion de las artificiales; Fourcroy analizó con bastante escrupulosidad las de Enghien; habiendo dispuesto posteriormente el Gobierno francés que se analizasen todas las aguas del país, comisionando para ello á los Sres. Venet y Bayen.

Ya hemos visto que en España se siguió este mismo impulso dado á la hidrología por el análisis químico, y que á fines del siglo pasado se cultivaron mucho tales estudios; y el citado catedrático D. Pedro Gutierrez Bueno analizó desde 1788 á 1798, setenta y seis aguas minerales; pero no habiéndolos coleccionado, se han perdido un gran número de ellos.

Entre tanto que los químicos perfeccionaban la hidrología con los análisis, los médicos estudiaban las acciones de las aguas, y hasta la Administracion pública adoptaba varias medidas para que pudieran ser mejor empleadas de lo que venian siéndolo, construyendo además cerca de algunos mantiales hospitales para los soldados y los pobres. Ya hemos dicho que á Borden se le nombró inspector de algunas aguas, con encargo especial de estudiar las de la Aquitania, y al Dr. Senak se le nombró igualmente superintendente general de todas las aguas minerales de Francia. El Dr. Borden fundó el periódico de las Aguas de Baresges, que subsistió por

espacio de treinta años, hallándose en él numerosos casos clínicos de enfermedades crónicas tratadas por estas aguas. Ya hemos visto también la medida de la Administración repetida en ocasiones diversas, de nombrar comisiones é inspectores generales para impulsar el estudio de la hidrología médica, iniciándose la organización que á este servicio público había de dársele mas tarde; porque á pesar de tantos esfuerzos, los establecimientos balnearios continuaban sin reglamentación ni protección eficaz por parte del Estado, hallándose poco más ó menos como en los tiempos de Alfonso IX, siendo focos de desventuras y de libertinajes, sitios solitarios donde se carecía de toda clase de recursos para la vida, á donde acudían los enfermos sin encontrar quien les aconsejara el modo de usar las aguas, guiados por su capricho ó por charlatanes, sucumbiendo muchos víctimas de semejante abandono. El lamentable estado de nuestros baños minerales sirvió de pretexto para que el Dr. Jourdan, médico del ejército francés que invadió nuestro territorio, cuando la guerra de la Independencia, hiciera una pintura bien triste de nuestras termas y de la falta de dirección en ellas, extrañándose de que fuesen los bañeros los que llevaban la parte directiva de la aplicación de las aguas, apostrofándonos con demasiada crueldad, y diciendo que, *un país en el que se desprecian los remedios más heróicos, cual lo son las aguas minerales, no es terreno á propósito para que fructifique el árbol de la ciencia.*

Análoga crítica había hecho ya en 1801 D. Ramon Lopez Mateos en su obra titulada *Filosofía de la Legislación*, en la cual dedica algunas páginas á las aguas minerales de España, lamentándose del deplorable estado en que se hallaban los establecimientos balnearios, del mal método de usarlas y de la escasez de conocimientos hidrológicos en los Médicos para aconsejarlas á los enfermos. En dicha obra recomendaba que hubiese en cada localidad balnearia un profesor durante la temporada, encargado de dirigir el tratamiento, y convenientemente retribuido para que pudiera

dedicarse á esta especialidad. Estas indicaciones, y la opinion pública significada en su favor, influyeron para que en 1816 se diese en España el primer reglamento de aguas minerales con el fin de organizar el cuerpo de Médicos directores de baños, á quienes se debe lo que en la actualidad se sabe sobre las propiedades de los numerosos manantiales minero-medicinales del país.

El impulso que se venia dando á la hidrología médica hizo que en las naciones más civilizadas se organizara este servicio sanitario, y que la industria particular comenzase á levantar edificios, algunos de ellos suntuosos, y otros por cuenta del Estado, especialmente en Alemania y en Francia, tales como los de Plombieres, Mont d'Or, Vichy y otros. Además proseguia el cultivo de los análisis químicos y el estudio de las propiedades curativas de las aguas, siendo de ello una prueba los escritos y las obras de Bouillon, Lagrange, Pattisier, Murray, Chevreul, Scudamore, Foderé, Bertini, Richter, Longahant, Henry (padre é hijo), Anglada, Alibert, Leon Marchant, Bertrand, Kreysic, Fontan, Lefort, Poggiales, Petrequin y Socquet, Le-Bret, Durand-Fardel, Pidoux, Bazin, Rottureau y otros muchos Médicos y químicos contemporáneos, que, ya en monografías, ya en tratados generales, han dado desarrollo al estudio de la hidrología médica, y en cuyos progresos cabe no pequeña parte á la *Sociedad Hidrológica de Paris*, como igualmente en nuestro país á la *Sociedad Española de Hidrología*, que con sus estudios y publicaciones vienen contribuyendo al perfeccionamiento y difusion de estos conocimientos.

Notable ha sido durante este siglo en España el movimiento de publicaciones hidrológicas, y haremos mencion de algunas para probar este aserto, tales como las monografías de Hurtado de Mendoza; de Abades y Rezano sobre las aguas del Molar; de Alix sobre las de Archena; de Aenseller sobre las de Ardales y Carratraca; de Bazan sobre las de Lanjaron; de Brull sobre las de Trillo; de Cabanes sobre las de Panticosa; de Carbonell y Bravo sobre las de Cal-

das de Bohi; de Coca sobre las de Olesa y Esparraguera; de Fernandez Lopez sobre las de Bussot, Benimarfull y otras; de D. Manuel Gallinas sobre las de Santa Agueda; de Genovés y Tamarit sobre las de Villatoya; de D. Ignacio Graells sobre las de Caldas de Montbuy; de Martinez Serrano sobre las de Montemayor; de D. Carlos Mestre (padre é hijo) sobre las de Fuencaliente y Puertollano; de D. Juan Monja sobre las de Carratraca y los Ardales; de Ortiz y Criado sobre las de Marmolejo; de D. Felipe Polo sobre las de Fuensanta de Nava; de Rodriguez Solano sobre las de Montemayor; de Ruiz de Salazar sobre las de Ontaneda y Alceda; de Sanchez de las Matas sobre las de Archena; de Villaescusa sobre las de Alange; de Gonzalez Crespo sobre varias fuentes minerales de España, y muy especialmente sobre las de Trillo; de Herrera y Ruiz sobre las de Arnedillo y Panticosa; de Arnús sobre La Puda; de Salgado sobre las de Caldas de Oviedo, Carratraca y Alhama de Aragon; de Zavala sobre las de Cestona y Archena; de Principe sobre las de Arnedillo; de Villafranca sobre las de Bellús, Santa Agueda y Caldas de Besaya; de Carretero sobre Hervideros de Fuensanta; de Jimenez de Pedro sobre las de Urberuaga de Ubilla; y otra multitud de monografías y de artículos publicados en los *Anales de la Sociedad Española de Hidrología Médica*, de los Directores de baños Sres. Manzaneque, Moreno Zancudo, Calderon, Perez Ortega, Martinez Reguera, y otros muchos que seria prolijo enumerar; á cuyos trabajos monográficos debemos asociar varios tratados generales, tales como la obra de Albarado de la Peña, titulada *El Reino Mineral*, en la que habla de setenta y seis aguas minerales; el Manual de Hidrología, de D. José Benito Lentijo; el de D. Francisco Alvarez Alcalá, en el que cita 311 manantiales de España y 126 del extranjero; el de Fonte y Perez de la Flor; otro del Sr. Foix y Gual, que contiene 86 aguas minerales; la Hidrología Médica publicada por D. Zacarías Benito Gonzalez; y además se encuentran bastantes noticias sobre nuestras aguas en la

Materia Médica de Aliber, muy notable por la copia de datos que recopiló el autor.

Tambien merece citarse la obrita de terapéutica y materia médica de D. Ramon Capdevila, en la que se mencionan bastantes aguas minerales conocidas en su época. Asimismo traen noticias de nuestras fuentes la *Materia Médica* y la obra de Mildne-Eduwars, traducida por Oms y Garrigolas. En el Diccionario geográfico-estadístico de Madoz se describen bastantes establecimientos balnearios de España, lo mismo que en varios Diccionarios de medicina. Pero la obra más completa sobre esta especialidad fué la que en 1852 publicó D. Pedro Maria Rubio, que ya hemos citado, en la cual reunió los datos clínicos y estadísticos de todos los establecimientos de aguas minerales, tomados de las muchas Memorias que pudo consultar en el archivo de la Direccion General de Sanidad, y de los datos que le suministraron diferentes médicos de las localidades balnearias, á quienes dirigió una circular con este objeto. Despues de describir el autor cada establecimiento, consigna el análisis de sus aguas, tal como se había practicado hasta entonces, menciona la temperatura y la clasificacion, así como sus virtudes medicinales, ameniizando cada artículo con las curiosidades notables ó antigüedades de la localidad; y hace el cálculo de los productos anuales en cada establecimiento, el número y la clase de los concurrentes que hubo en el último quinquenio, y el numerario que circulaba en el país por razon de la industria balnearia. Menciona tambien multitud de fuentes minerales no explotadas, pero que se usan como medicinales en las localidades donde brotan, acudiendo á varias de ellas enfermos de mayores distancias. Seguidamente trata de las clasificaciones de las aguas minerales y de sus propiedades terapéuticas en general, con una tabla sinóptica para señalar la especialidad de cada una de ellas, sin haber olvidado los efectos fisiológicos y las indicaciones y contraindicaciones de cada agua mineral. Dedicaba tambien

parte de la obra á suministrar noticias á los bañistas de todo aquello que más les interesa saber, como los itinerarios, los medios de hospedaje y manutencion en los establecimientos, las tarifas, etc., etc. Otra parte la dedica al estudio de las aguas minerales bajo el punto de vista de la administracion pública, habiendo hecho el censo general de la concurrencia hasta la época en que él escribía, con otra porcion de datos y consideraciones muy importantes relacionados con la Economía política. Consagra un artículo á la literatura hidrológica, citando con minuciosidad multitud de escritos sobre las aguas minerales de España, sus autores y las fechas de las publicaciones. Y finalmente, hace mencion de las principales aguas medicinales del extranjero. Es, como deja comprenderse, el libro más notable que sobre hidrología médica se habia escrito, por la abundancia de datos que contiene, si bien es muy deficiente en la parte de patología y de terapéutica hidrológicas.

Desde la época en que escribió D. Pedro María Rubio ha hecho grandes progresos la hidrología médica española; muchos directores de baños han dado á luz monografías de las aguas puestas á su cuidado, redactadas con arreglo á todos los adelantamientos modernos; y además se han publicado algunos tratados generales, de los que mencionaremos el libro que con el modesto título de *Apuntes Hidrológicos*, publicó en 1867 D. Antonio Berzosa; mi primer *Tratado de hidrología médica* que publiqué en 1869, y el *Anuario* de D. Marcial Taboada, que apareció en 1870.

El impulso dado en estos últimos años á los estudios hidrológicos, y la mejor explotación de la industria balnearia, han influido para que aun cuando con lentitud hayan mejorado nuestros establecimientos, habiéndose creado muchos nuevos y desaparecido otros que no tenían razon de ser, y se hallaban en pésimas condiciones. En el mayor número de las obras que hemos citado, ya monográficas, ya tratados generales, abundaban más los datos descriptivos y estadísticos que lo referente al conocimiento fisiológico

y terapéutico de las aguas. Pero en estos últimos años se advierte ya un nuevo giro en la hidrología médica; pues no solamente se han hecho nuevos y mejores análisis, rectificando otros que habían sido practicados antes, sino que también se ha fijado más la atención en el estudio fisiológico y terapéutico de las aguas minerales, y en la investigación de sus especialidades, como puede verse en gran número de las monografías con que cada día se enriquece la bibliografía hidrológica, en el *Anuario* que viene publicando la Dirección general de Sanidad, encomendado á una comisión de médicos directores de baños, y en el periódico *Los Anales*, que publica la Sociedad Española de hidrología médica.

Los muchos premios concedidos á establecimientos balnearios y á publicaciones de médicos directores en la Exposición de Minería de 1883 y en la internacional de Barcelona de 1888, son una prueba de lo que han mejorado las instalaciones de nuestros balnearios y del progreso que alcanzan los conocimientos hidrológicos.

Como quiera que las noticias históricas que he consignado no son más que una ligera indicación para que los aficionados á la hidrología médica sepan á dónde acudir cuando quieran consultar monografías sobre cualquier establecimiento, ó inquirir algunos datos consignados en los tratados generales de esta especialidad, no creo necesario extenderme más sobre este particular, y doy por terminada la ligera reseña que he hecho de la historia y de la literatura hidrológicas de nuestro país.

PRIMERA PARTE.

*Nociones de ciencias físicas y naturales aplicables á la
Hidrología médica.*

CAPÍTULO PRIMERO.

HIDROGRAFÍA.

I.

Conocimientos necesarios al médico hidrólogo.—Estudio del agua; sus propiedades físicas y químicas; aguas potables y cuerpos que disuelven; influencia de estas sustancias en los actos orgánicos; condiciones de las aguas para que sean saludables; de la existencia del iodo en ellas. El agua comun considerada como agente curativo. Purificación de las aguas y medios para convertir en potables las que no lo son.

Los que se dedican de un modo especial á la hidrología médica, no solamente necesitan los estudios propios de la profesion, sino que han menester ademas una multitud de conocimientos de las ciencias naturales, por las intimas relaciones que existen entre los agentes terapéuticos que han de manejar y las condiciones de los climas y de los terrenos; y ademas porque esos mismos elementos influyen en las acciones orgánicas que las aguas minerales desenvuelven en los enfermos sometidos á su tratamiento. De aqui que la geografía física en sus diversas aplicaciones; la atmosferología, la hidrografía, la mineralogía, la geología, la geografía botánica y zoológica

son ramos importantes de cuyo estudio no puede prescindir el médico de baños minerales; de la misma manera que habrá de poseer nociones suficientes de física y química para poder completar á favor de los medios de investigacion que estas ciencias suministran, el conocimiento de las aguas minerales puestas á su cuidado y de cuantas se proponga examinar. Así que si hubiera de escribirse un Tratado completo de hidrología médica, habria de componerse forzosamente de varios volúmenes, dedicados algunos de ellos á las ciencias físicas, químicas y naturales en sus aplicaciones á la hidrología, además de los que consagrara á la exposicion de los conocimientos referentes á las aguas minerales y á sus aplicaciones en las enfermedades, que es lo que constituye mas directamente esta especialidad de la ciencia que se llama Hidrología médica. Mas como quiera que todos esos conocimientos pertenecientes á lo que comunmente se llaman ciencias auxiliares de la medicina se pueden adquirir en libros exclusivamente dedicados á ellas; y como por otra parte de lo que mas escasea nuestra literatura hidrológica es de obras de patologia y de terapéutica, me propongo dar el mayor desarrollo posible á estas últimas partes, limitándome para lo demas á consignar algunas nociones que sirvan como recuerdo de las adquiridas en los libros que se ocupan de esas ciencias, ó como un apuntamiento que indique los conocimientos en que debe hallarse versado el Médico hidrólogo, si quiere que su instruccion sea tan completa como lo exige la especialidad que cultiva.

Podemos decir, simbólicamente hablando, que los cuatro grandes elementos de los antiguos, agua, aire, fuego y tierra, forman el objeto de los estudios del Médico de baños, por que necesita, como queda indicado, conocer el origen, distribucion, propiedades y aplicaciones de las aguas; la composicion del aire, presion atmosférica, direccion de los vientos y cuanto se refiere á las vicisitudes atmosféricas; el calor del globo, el volcanismo, el magnetismo y la electricidad en todas sus relaciones con las aguas minerales; y por último, la naturaleza, formacion y situacion de las capas sólidas que constituyen la

corteza del globo, así como la fauna y la flora que sobre ella viven. Habiendo de cocretarme, como dejo indicado, á ligeras nociones sobre esos vastísimos asuntos, daré principio por las correspondientes á la Hidrografía.

El agua cubre las tres cuartas partes de la superficie del globo, y entra tambien en estado de vapor en la formacion de la atmósfera que le rodea. A la temperatura y á la presion ordinaria, y cuando es pura, lo que rara vez sucede en la naturaleza, es un liquido inodoro, insípido, sin color, á no ser que se halle en grandes masas, en cuyo caso toma un color verdoso; se reduce á vapores con todas las temperaturas, pero no hierve sino con 100.º centígrados; se solidifica por debajo de cero, y entonces cristaliza afectando una forma que se refiere al prisma hexaedro regular ó al sistema romboidal. Un centimetro cúbico de agua en su maximo de densidad pesa un gramo; pero esto sucede cuando dicho máximo se halla á 4.º por encima de cero, siendo de advertir que el agua no sigue la regla general á que obedecen todos los cuerpos de ocupar mayor espacio cuanto mas calor contienen, porque en estado de hielo ofrece mas volúmen que en el estado líquido. Pura, ó cargada de sales, es mal conductor del calórico; pesa 770 veces mas que el aire; á la temperatura indicada de 4.º, su calor específico es al del mismo peso de aire como 3746 á 4000; es decir, que el calor contenido en un peso determinado de agua, es al calor que encierra el mismo peso de aire que tenga igual temperatura, como 3746: 4000. En su consecuencia un kilogramo de agua á 100.º puede, al abandonar su calórico, elevar á 100.º un peso de aire 3746 veces mas considerable. Como queda dicho, el agua se congela á la temperatura de cero y bajo una presion atmosférica de 0,^m 76. Por cada atmósfera de presion, disminuye su volúmen en una cantidad que se ha estimado en unas 48 millonésimas proximamente. El segundo punto fijo de la temperatura del agua es el de los 100.º á la misma presion de 0,^m 76 que se ha dicho para el otro punto fijo, ó sea el de congelacion. Pero por circunstancias particulares conocidas en la física y en la hidrografía, el

agua puede llegar á 10.° ó 12.° bajo cero sin congelarse. Desde el cero á los 100.° se dilata $\frac{1}{23}$ de su volúmen. El hielo á cero ocupa un volúmen de un décimo cuarto mas que el agua á la misma temperatura; por consiguiente el peso del hielo es al del agua:: 14: 15. Si se mezcla un kilógramo á cero con otro kilógramo á 79.°, 25, los dos kilógramos de la mezcla quedarán á 39.°, 625, es decir, á la temperatura media de los dos kilógramos componentes. Este fenómeno se ha operado conservando el agua caliente 39.°, 625 de su antigua temperatura y cediendo lo demás al agua fria. Si por el contrario, se mezcla un kilógramo de hielo á cero con un kilógramo de agua á 79.°, 25, se obtendrán dos kilógramos de agua á cero, sin que queden señales de los 79.°, 25 de calor que tenía el kilógramo de agua caliente; de donde se infiere que el agua líquida contiene 79.°, 25 de calor latente mas que el agua sólida. La comparacion del agua hirviendo á 100.°, con el vapor á 100.° tambien, conduce á resultados análogos pero en una escala mucho mas estensa; de suerte que si se hacen atravesar 5 kilógramos, 36 de agua á cero por un solo kilógramo de vapor á 100.°, este vapor se reduce á líquido, y los 6 kilógramos, 36 resultantes de la mezcla quedan á 100.° de temperatura.

Al pasar al estado de vapor, el agua adquiere un volúmen 1698 veces mas considerable. Su máximo de densidad lo presenta á los 3.°, 997 segun Despretz, y á 3.°, 108 segun Halstræm. Por debajo de esta temperatura el agua se dilata; por el contrario, el hielo se contrae por el frio. El coeficiente de la contraccion lineal del hielo es por un grado centigrados 0,000037 ó $\frac{1}{26}$ 700. La contraccion del hielo por depresion de temperatura es, pues, mucho mas fuerte que la de todos los demás cuerpos sólidos estudiados bajo este punto de vista.

Ya queda dicho mas arriba que su cristalicacion pertenece al sistema romboidal, y que lo hace por prismas regulares prolongados, de seis caras, que se agrupan en estrellas al rededor de un centro, formando siempre ángulos de 60 y de 120 grados. La nieve es seis veces mas ligera que el agua. El punto de su ebullicion lo hemos indicado, cuando es fijo, á

una presión determinada; pero varía, como fácilmente se comprende, según sean las presiones atmosféricas á que pueda hallarse sometida. En regiones situadas á 828 metros de altura y con una presión atmosférica de 685 milímetros, el agua entra en ebullición á los 97.º, 4; en otras, situadas á 2075 metros de altura, como sucede en el Hospicio de San Gotardo, hierve á los 93.º. De donde se infiere que el agua no entra en ebullición á los mismos grados en todos los puntos del globo, y que experimentando la presión barométrica oscilaciones continuas en un mismo lugar, el punto de ebullición cambia incesantemente en la misma localidad. En Madrid, cuya elevación sobre el nivel del mar es de 608 metros, y la altura barométrica media 704 milímetros, el punto de ebullición del agua está á los 97.º, 8; pero varía con arreglo á las oscilaciones barométricas, según queda dicho, y como sucede en todas las localidades.

El agua que tan esparcida se halla por todo el globo, y que ofrece los caracteres físicos que acabamos de mencionar, no es un cuerpo simple como se creyó en otro tiempo, sino que se compone de dos volúmenes de hidrógeno y de uno de oxígeno, ó en peso, de 11, 13 de hidrógeno y de 88, 87 de oxígeno. Como estos gases pueden tomarse libres en un laboratorio y combinarlos á favor de una chispa eléctrica, resulta que es posible formar agua química enteramente pura. Con esta cualidad no existe en la naturaleza, porque disolviéndose en ella multitud de cuerpos, arrastra consigo principios solubles de los terrenos por donde pasa, ó bien los lleva ó en suspensión; así es que contiene sales de base de cal, de magnesia, de sosa, como sulfatos, carbonatos, cloruros, etc., y también sílice, azoe, amoniaco y varios otros cuerpos. No es necesario que esté despojada completamente de todos ellos para que sea potable; antes al contrario, es preciso que contenga algunos y en proporciones determinadas para que sean útiles en la economía doméstica y con propiedades digestivas convenientes. Esta cualidad la deben en gran parte al aire y al ácido carbónico, así como á algunas sales que están disueltas en ellas. El aire mezclado en el agua contiene mas oxígeno que el que constituye la

atmósfera, y se califican de aguas ligeras aquellas que le tienen en abundancia, y pesadas aquellas otras en que el aire escasea. De aquí que las aguas que no tienen ni aire, ni ácido carbónico, como sucede con las que resultan de la fusión de las nieves, son insalubres y nocivas para la vida de los animales.

Los cloruros alcalinos y el bicarbonato de cal influyen en la digestibilidad y en la apropiación del agua en el organismo. Los primeros quedan retenidos en el estómago, y el segundo se trasforma bajo la influencia de los ácidos del jugo gástrico, y sobre todo del láctico, en lactatos y sales de cal, que son después absorbidas; por lo que las aguas potables que contienen cal en una proporción conveniente ejercen una notable influencia en el crecimiento de los huesos. Las aguas pesadas tienen principalmente sulfatos y cloruros terreos, no descomponibles por el ácido láctico, que no son absorbidos, y no sirven por lo tanto para el desarrollo del sistema huesoso. También suelen hallarse en las aguas potables sales de bases de magnesia, de alumina, de potasa, aunque ésta muy rara vez, de óxido de hierro y aun de manganeso, y además contienen todas sílice en estado de silicato alcalino. Los nitratos de potasa, de cal y de sosa pueden hallarse en algunas aguas potables, sobre todo en las procedentes de las lluvias que han pasado por el suelo de las grandes poblaciones, á causa de las materias amoniacales y azoadas que se desprenden en esos parages. Para que un agua sea potable es necesario que no contenga ninguno de esos principios que pueden convertirla en nociva, ó que se hallen en proporciones tan exiguas que no alteren en nada el organismo; y por lo tanto las condiciones exigidas son: que tengan aire, ácido carbónico, cloruro de sodio y bicarbonato de cal, sin exceder de 0 gr., 60 de materiales salinos ó terreos, ni más de 0 gr., 01 de materia orgánica. Todavía se admiten como potables aunque contengan 2 gram. de dichas sales en cada litro; pero son ya algo pesadas y por lo tanto las mejores serán las que no excedan de la proporción anterior. Las sustancias más nocivas que pueden encontrarse

en las aguas potables son el cloruro de calcio, el sulfato y el nitrato de cal y la materia orgánica en exceso.

En estos últimos tiempos se ha discutido mucho sobre la existencia y utilidad del yodo en las aguas, y se cree que este cuerpo abunda en muchas de ellas, y que su ausencia influye en el desarrollo del bocio y del cretinismo, en las diversas regiones donde estas enfermedades se padecen. Y aun cuando no sea la condicion única, Mr. CHatin que ha hecho notables estudios sobre esta cuestion, dice que hay un gran paralelismo entre el estado de ioduracion del aire, de las aguas, del suelo y de sus productos, y el número de individuos atacados de bocio; habiendo deducido que la insuficiencia en la proporcion del yodo que entra en el régimen de alimentacion de los habitantes de una comarca, es la causa principal de los citados padecimientos; y aconseja que en aquellas localidades que tengan aguas minerales ioduradas, las mezclen con las potables para dar á estas la ioduracion conveniente.

Se advierte en la naturaleza que todos aquellos cuerpos que entran en la organizacion de los reinos vegetal y animal, y por lo tanto en la máquina humana, se hallan esparcidos en los medios ambientes en las proporciones grandes ó pequeñas, segun la cantidad en que los organismos necesitan apropiárselos. No hay mas que comparar, para convencerse de ello, la abundancia del oxígeno, del hidrógeno, del carbono y del azoe, asi como de la cal, la silice, el hierro, el fósforo, etc., y se advertirá que los mas fundamentales para los tejidos se hallan en el aire, en las aguas y en los alimentos, en una gran proporcion, y que los otros que entran en cantidades mínimas, lo están igualmente en dosis infinitesimales, y á veces inapreciables á nuestros medios de investigacion. Si el yodo es un elemento necesario á los organismos, aunque en mínimas proporciones, en esas mismas se encontrará en las aguas, en los alimentos ó en la atmósfera; sea que una Inteligencia previsora haya armonizado los seres, dotando lo que los circunda de los elementos que necesitan; sea que esos elementos se quieran considerar como la causa inmediata y única de los organismos, y por lo

tanto hayan dado á estos y sigan suministrándoles cuanto han menester para su formacion y mantenimiento.

Como quiera que esto sea, y prescindiendo de la importancia del iodo en las aguas y de su influencia saludable, y teniendo en cuenta únicamente las consideraciones anteriormente expuestas, diremos que AGUAS POTABLES son las que reúnen las siguientes propiedades: ser ligeras, delgadas, claras, transparentes, sin olor ni sabor, que esten aireadas y frescas, que no formen poso ó sedimento en las vasijas que las contengan, que cuezan bien las legumbres y no alteren la disolucion del jabon. Con estas condiciones las aguas son buenas para bebida, aun cuando contengan ciertas sales en disolucion, de las que algunas, como hemos dicho antes, son necesarias para su digestibilidad y para la conservacion de la salud, tales como el cloruro de sodio y el bicarbonato de cal.

Cuando la proporcion de las sustancias contenidas en las aguas, ó la naturaleza de esos principios, no obstante que se hallen en cantidades mínimas, son capaces de producir en el organismo una accion terapéutica, ó en otros términos, modificaciones y fenómenos fisiológicos que constituyan una patogenesis de dicha agua, entonces merecerá el nombre de *minero-medical*, ó de medicinal únicamente. No quiere decir esto que todas las aguas capaces de dar origen á acciones terapéuticas dejen de ser potables. Ya hemos dicho que estas contienen algunas sustancias que toman de la tierra ó de la atmósfera, y por lo tanto, desempeñando un papel importante en el organismo el agua que se bebe, esta influencia se subordinará á dichas sustancias y á la proporcion en que se hallen, pudiendo por este solo hecho dar lugar á una accion medicinal; y en esto está fundado ese dicho popular, que no es una vulgaridad sin embargo, de que para curar algunos padecimientos crónicos, es preciso *mudar de aguas*, pues si bien es verdad que en ello influyen el clima y demas agentes higiénicos cuando se cambia de localidad, es evidente que la distinta composicion de las aguas potables, las proporciones de su aire, de su ácido carbónico, de sus cloruros y de las demas sustancias que conten-

gan, han de tomar no pequeña parte en las modificaciones del organismo, que conducen á la curacion, convirtiéndose por lo tanto en medicinales las aguas, no obstante que para la generalidad de los que las beben sean sencillamente potables, y no pertenezcan á las minerales. Aparte de esto, el agua comun satisface multitud de indicaciones terapéuticas como bebida en enfermedades agudas, segun la temperatura y en la cantidad que se la administre, obrando como refrigerante, como emética, como laxante y de otros varios modos. Además, constituye el agente terapéutico único de un sistema médico, la hidroterapia, del que indudablemente se obtienen notables ventajas en el tratamiento de bastantes enfermedades.

Aun cuando las *aguas minerales*, ó *minero-medicinales*, que son, como ya se ha indicado, las que contienen principios susceptibles de desenvolver acciones medicatrices en la economía, y de aliviar ó curar por lo tanto algunas enfermedades, no se crea sin embargo que todas las minerales dejan de ser potables por esta circunstancia, pues hay muchas que lo son en el mismo estado en que brotan de los manantiales, y otras luego que han perdido la temperatura ó los gases con que salen á la superficie. El Agua de Segura de Aragon es potable y muy digestible, usada tal como brota en la fuente, y la de Ledesma lo es igualmente luego que se enfria y se han marchado los gases que contiene; y sin embargo una y otra son minerales y notablemente medicinales. Hay otras muchas que por su mineralizacion no son nunca buenas para potables, unas por que no contienen aire, ó por que hay en ellas mucho ácido carbónico, ó por que llevan sulfatos, cloruros y bicarbonatos en exceso, ó por tener demasiada materia orgánica, como sucede con las de pozo, las encharcadas y sin corriente, y las mineralizadas por sustancias fijas diferentes ó en cantidades excesivas á las que corresponden á las aguas potables. Así es que cuando hay necesidad de volver potable un agua que no lo es, precisa quitarle principios que no debe tener ó que están en exceso, ó bien darle otros de que carece ó que se hallan en proporciones insuficientes.

Ya en tiempos antiguos se clarificaban las aguas impuras, haciéndolas pasar á través de vasos de barro, de materias porosas ó de verdaderos filtros; ó bien hirviéndolas con clara de huevo ó sustancias albuminosas. Cuando las aguas abundan en sales calcicas, hay que despojarlas de ellas, y para estas aguas, llamadas selenitosas, pueden servir el oxalato de amoníaco y el cloruro bárico, que precipitan el sulfato de cal, habiendo necesidad de filtrarlas despues. Este procedimiento tiene el inconveniente, sin embargo, de que introduce otras sales en las aguas, procedentes de los reactivos empleados, que hacen no sean tampoco potables. La ebullicion seguida de la agitacion es un método tambien muy antiguo, recomendado para purificarlas, y que se emplea en la China para convertir en potables las aguas estancadas, cuyas materias orgánicas se coagulan y precipitan por el calor. Las no potables por exceso de ácido carbónico, se han tratado con una disolucion de cal, que satura el exceso de ácido libre. En general todas las aguas crudas que no pueden emplearse para la coccion de las legumbres y para disolver el jabon por la formacion de estearato, margarato y oleato de cal, se hacen propias para los usos domésticos cuando se vierte en ellas una pequeña proporcion de carbonato de sosa, que precipita las sales calcicas en estado insoluble, impidiendo que tengan una accion nociva. Pero sobre todo, lo que mas las purifica es la filtracion á través de ciertas sustancias porosas, como la arena, ó el carbon en polvo, ya vegetal ya animal, que absorven las materias gaseosas y las sólidas que contengan; y con este objeto se emplean varios procedimientos, siendo los mas puestos en uso los de Cuchet, Smith, Montfortd, y Berthollet. Se ha aconsejado tambien para desinfectar aguas cenagosas un medio sencillo, que consiste en preparar una mezcla compuesta de una parte de cal, dos de alumbre y cuatro de carbon, y añadir al agua $\frac{1}{1000}$.º de esta mezcla. El alumbre desaparece en el liquido, y doce horas despues queda terminada la operacion. Todavia puede añadirse carbon, y al dia siguiente alumbre otra vez para mas garantia de la purificacion del agua. Probablemente se formará un

subsulfato de alumina muy basico y muy insoluble que determinará la precipitacion de las materias arcillosas que estaban en suspension en el agua.

Entre los principios cuya ausencia de las aguas hace que estas sean crudas y pesadas, es el primero el aire atmosférico. De aquí que cuando se emplea el carbon como desinfectante, tenga el inconveniente de que retiene entre sus moléculas una proporcion notable de aire y se lo quita al agua; por lo cual hay necesidad de exponerla al contacto de la atmósfera en vasijas de mucha extension y poca profundidad. Por esto se aconseja que se agite mucho el liquido para que el aire penetre y se mezcle con el agua.

Otras veces las aguas no son buenas por insuficiencia de sales, y en estos casos convendrá adicionar alguna cantidad de las sales alcalinas que normalmente contienen.

II.

Reactivos mas comunes para reconocer las aguas potables.

Como todo lo relativo á las aguas potables conviene que sea conocido por el médico de baños minerales, exponemos á continuacion los reactivos empleados para apreciar dichas aguas y los caracteres que presentan con ellos.

El aire atmosférico de las aguas se determina por el ácido piro-gallico, que dá una coloracion rosacea, y enseguida se vuelve violada mas ó menos oscura.

El ácido carbónico se determina por el papel azul de tornasol, que toma el color rojo mas ó menos violado.

Los carbonatos se aprecian con el papel rojo de tornasol, que se vuelve azul en el agua despojada por el calor del exceso de ácido carbónico que contuviera. Tambien se conoce que hay carbonatos en las aguas á favor de los ácidos sulfúrico, nítrico, ó clorhídrico diluidos, que producen efervescencia y desprenden el ácido carbónico de las bases á que estaba unido.

Los sulfatos de las aguas potables se descubren por el cloruro de bario, que dá un precipitado blanco, insoluble en los ácidos clorhídrico y nítrico diluidos.

Los cloruros se conocen por medio del nitrato de plata, que produce un tinte lechoso, de un blanco ligeramente opalino, que ennegrece al contacto de la luz; y cuando el cloruro ó los cloruros se hallan en proporción considerable dá además un precipitado blanco coagulado. Lo mismo este que el tinte lechoso que adquiere el agua desaparecen por la adición del amoníaco; y no se disuelven por el ácido nítrico.

Los nitratos se tratan con una mezcla compuesta de ácido sulfúrico, cloruro de sódio y oro en hojas. Cuando se añade dicha mezcla al residuo soluble y concentrado de la evaporación de un agua que contenga un azotato, se produce una disolución de oro, que se trata enseguida por los reactivos apropiados.

Los ioduros y bromuros de las aguas potables se determinan por el ácido hypoazótico, y después por el cloroformo. La operación se hace vertiendo en un litro del agua próximamente ogr, 5 de ácido hypoazótico, y enseguida se añade igual cantidad de cloroformo, agitando fuertemente esta mezcla. El cloroformo se carga del iodo puesto en libertad por el ácido, y toma un color de rosa violáceo. Entonces se le recoge, y se le puede tratar por la solución de potasa para obtener otras reacciones. El bromo se determina de el mismo modo, tratándolo el líquido decantado por el ácido azótico y el cloroformo.

Las sales de cal que puede haber en las aguas potables se descubren con el oxalato amónico, que dá con ellas un precipitado blanco que aparece instantáneamente. También se emplea la disolución de jabón, que produce nebulosidades de un tinte opalino, ó un precipitado coagulado, según la cantidad que haya de sales calcicas, á escepción del carbonato. Puede emplearse también el fosfato de sosa, con el cual se determina un precipitado blanco.

Las sales de magnesia se descubren por el fosfato de amoníaco, que dá lugar á un precipitado en forma de copos, en el

agua, previamente tratada por el fosfato de sosa para aislar la magnesia de la cal. También puede emplearse el amoniaco líquido, que precipita en copos blancos.

La alumina se conoce á favor del amoniaco líquido, que, como para la magnesia, dá igualmente un precipitado blanco en copos. Así mismo se descubre la alumina por el sulfato de alumina y de potasa, que dá copos blancos de alumina y de sulfato calcico.

El hierro puede apreciarse por el ferrocianuro de potasa, con el que se obtiene una coloracion azul, cuando se trata el residuo insoluble de la evaporacion del agua, previamente disuelto en un ácido.

Las materias orgánicas se determinan con los papeles de tornasol rojo y azul. Para ello se hace hervir en un tubo el residuo de la evaporacion del agua, se introducen despues los papeles reactivos, que se quedan azules los dos cuando se han formado productos amoniacales, y rojos en el caso contrario.

III.

De la Hidrotimetria, manera de practicarla y preparacion de la tintura de jabon.

Un procedimiento muy puesto en uso es el conocido con el nombre de HIDROTIMETRIA, aconsejado primeramente por Clarke, y despues por Boutron-Chalard y Boudet; y consiste en servirse de la disolucion de jabon para el análisis de las aguas. El licor jabonoso está previamente preparado en proporciones conocidas, y se vierte á favor de una pipeta graduada. Como la dureza de un agua es proporcional á las sales terreas que contenga, la cantidad de tintura de jabon necesaria para producir en ella la espuma que se forma, dará la medida de dicha dureza. Si se vierten, por ejemplo, algunas gotas de una tintura alcoholica de jabon en un frasco que contenga cua-

renta gramos de agua destilada, y se agita la mezcla, se formará despues en la superficie del liquido una capa espumosa, ligera y persistente. Mas si en lugar del agua destilada, se emplea otra calcica ó magnesia, dicha capa no aparecerá mientras la cal ó la magnesia no hayan sido neutralizadas por una cantidad proporcional de jabon; habiendo necesidad de añadir tintura de este hasta que, no encontrando ni cal ni magnesia, pueda formar la capa espumosa como si se tratase del agua destilada pura. La proporcion de jabon exigida para 40 centímetros cúbicos de un agua cualquiera á fin de producir la espuma persistente, dará la medida de la cantidad de sales calcicas ó magnesianas contenidas en dicha agua; y como en la mayor parte de las aguas de las fuentes y los rios, la cal y la magnesia son las principales bases que, combinadas con diferentes ácidos, influyen realmente en sus cualidades, al determinar la proporcion de estas bases, se apreciará el valor de las aguas para los usos domésticos. La formacion de dicha espuma en la superficie del agua es un fenómeno tan pronunciado la proporcion de jabon necesaria para producirla es tan débil, que basta un decígramo por litro; y el momento en que un agua calcica ó magnesia deja de neutralizar el jabon es tan facil de apreciar, que puede considerarse, en efecto, esta sustancia como un reactivo muy sensible para determinar y dosar las sales calcicas y magnesianas de las aguas potables.

Para evitar los inconvenientes que resultarian de la composicion variable de los jabones del comercio, se aconseja tratar el que ha de servir para los experimentos por medio de una disolucion de cloruro de calcio fundido, en la proporcion de 0 gr, 25 de esta sal por litro de agua destilada. Se puede sustituir al cloruro de calcio con una proporcion químicamente equivalente de cualquiera otra sal capaz de formar con los ácidos grasos del jabon una combinacion insoluble, tales como el cloruro de bario, ó el azotato de barita. Este último es menos delicuescente que el cloruro de calcio. El método de preparacion de la tintura de jabon que ha de servir para reactivo es como sigue:

Jabon. 100 gramos.

Alcohol á 90° c. 1600 gramos.

Se disuelve el jabon en el alcóhol, calentándole hasta la ebullicion; se filtra para separar las sales y las materias extrañas insolubles en el alcohol que el jabon pueda contener; y despues se añade á la disolucion filtrada 1000 gramos de agua destilada, con lo que se obtiéne un total de 2700 gramos de liquido para los experimentos, que se conserva en frascos esmerilados de 60 á 80 centímetros cúbicos de capacidad. Las pipetas ó buretas han de estar graduadas tambien, de manera que se sepa la altura que ocupa cada centímetro cúbico del licor que se introduzca en ellas, subdividiendo la escala en décimos y centésimos. Cuando el licor jabonoso ha sido preparado en las proporciones indicadas, se determina por un experimento el número de grados que 40 centímetros cúbicos de disolucion normal exigen para producir la espuma persistente. Si el número de grados es 22, el licor jabonoso es perfecto; pero si fuere inferior á 22, se diluye en alguna cantidad de agua, calculando que es necesario cerca de $\frac{1}{23}$ de su peso de agua para disminuir su fuerza en un grado. Se hace enseguida un nuevo ensayo hasta que se deje el licor preparado con exactitud. De esta manera la disolucion normal del cloruro de calcio, hecha con 25 centigramos de cloruro por litro de agua puesto para el ensayo, contiene evidentemente un centígramo de esta sal por $\frac{1}{25}$ de litro ó 40 gramos. Por lo tanto, 22° del licor de prueba se neutralizan por un centígramo de cloruro, y cada grado del licor neutralizado por 40 centigramos cúbicos es igual á 0'0114 de cloruro de calcio contenido en un litro de agua empleada para estos experimentos de tanteo.

Si en vez de la disolucion del cloruro de calcio se hace el experimento con un agua de fuente ó de río que contenga sales de cal y de magnesia, el grado observado indicará la proporcion de jabon neutralizado en un litro del agua que se examine, y dará por lo tanto el equivalente de estas sales.

El licor hydrotimétrico preparado con arreglo á estas indicaciones, se conduce en presencia de las sales terreas, capa-

ces de formar compuestos insolubles con los ácidos grasos del jabon, en términos de ejercer sobre ellos una accion exactamente proporcional á sus equivalentes quimicos. Ademas, cuando se opera sobre aguas cuyo grado no se eleve por encima de los 25° á los 30°, las proporciones de sales de sosa ó potasa que ordinariamente contienen, no ejercen accion sobre el licor hydrotimétrico. Y finalmente, cuando un agua contenga bicarbonatos de cal y de magnesia, solas ó asociadas á otras sales de las mismas bases, pueden practicarse operaciones prévias para emplear despues el licor de jabon. Así por ejemplo, sometidas á la ebullicion aguas bicarbonatadas, resulta la trasformacion de los bicarbonatos en carbonatos, el de cal se precipita, ya solo, ya acompañado de una pequeña cantidad de carbonato de magnesia; pero por el enfriamiento y con la agitacion del licor, este último carbonato se redisuelve, de manera que al filtrarle se separa únicamente el bicarbonato de cal. Si los carbonatos de cal y magnesia están asociados á sulfatos, azotatos ó clorhidratos, y en proporciones suficientes para que la cal se halle en exceso con relacion al ácido de los dos carbonatos, durante la ebullicion se reparten los ácidos entre las bases, de tal manera que el licor de jabon obra como si todo el ácido carbónico estuviese combinado con la cal. La mitad de este ácido se desprende, y la otra mitad se precipita en estado de carbonato de cal, hallándose en el licor filtrado el resto de la cal y la totalidad de la magnesia, combinadas con los ácidos sulfúrico, azótico y clorhidrico. Con arreglo á estas indicaciones, si se adiciona oxalato amoniaco á un agua que contenga sales de cal y de magnesia, precipitará toda la cal al estado de oxalato insoluble, que puede aislarse por la filtracion, mientras que la magnesia quedará disuelta en estado de oxalato amónico-magnesiano. El grado hidrotimétrico de esta disolucion representa la magnesia que contiene; y si se compara este grado con el del agua antes de la precipitacion, la diferencia entre los grados obtenidos representará la cantidad total que existia en el agua que se examina.

Si ademas se somete por espacio de 20 minutos una can-

tividad de esta misma agua á la ebullicion, y se completa su volumen primitivo adicionando agua destilada, filtrándola despues de enfriada y agitándola para redissolver el carbonato de magnesia que hubiera podido separarse de ella por el calor, se aislará el carbonato de cal que la ebullicion ha precipitado, y su grado hydrotimétrico comparado al que tenia antes de estas operaciones, dará á conocer por diferencia la proporcion de carbonato de cal que ha perdido.

Infiérese de lo anteriormente expuesto que tomando: 1.º el grado hydrotimétrico de un agua cualquiera; 2.º el grado de esta misma agua despues de la precipitacion por el oxalato amonico y de haber sido filtrada; y 3.º el grado de esta agua sometida á una ebullicion de 20 minutos, agitada y filtrada, se puede llegar á conocer: el número de orden del agua en la escala hydrotimétrica, y por lo tanto la proporcion de jabon que neutraliza cada litro de ella; y los equivalentes de toda la cal que contenga, de la magnesia y del carbonato de cal precipitado por una ebullicion prolongada.

Todavía puede servir la disolucion de jabon para apreciar el ácido carbónico libre de las aguas potables, por la propiedad que este tiene de disolverle. Asi, cuando se hace pasar una corriente de ácido carbónico á traves de una disolucion acuosa de jabon, esta se enturbia, se pone lechosa y no hace ya espuma agitándola. Si el precipitado se recoge en un filtro, se advierte que presenta las propiedades de un jabon con exceso de ácido graso soluble en caliente en el alcohol; enrojece ligeramente el papel de tornasol; no se disuelve en contacto con el eter, pero le cede una parte de su ácido; es insoluble en el agua fria, y se disgrega en agua hirviendo, dando á esta un color lechoso. Si el agua acidulada y tratada por el licor jabonoso, se deja abandonada á si misma, se regenera lentamente y adquiere la propiedad de hacer espuma por la agitacion. Calentada, desprende ácido carbónico, se aclara y vuelve al estado de disolucion jabonosa. Asi, pues, una corriente de ácido carbónico descompone el jabon disuelto en el agua en jabon con exceso de ácido y en bicarbonato de sosa, correspondiendo en esta reaccion un

equivalente de ácido carbónico á otro de jabon. Pero cuando la operacion se hace vertiendo muy poco á poco el liquido en un agua cargada ligeramente de ácido carbónico, la proporcion del licor hydrotimétrico neutralizado, representa solamente un equivalente de jabon por dos de ácido carbónico. Si en vista de esta observacion se calcula la relacion que existe entre el licor jabonoso y el ácido carbónico, se verá que 40 centímetros cúbicos, ó sea $\frac{1}{25}$ de litro exigen 218 grados de licor hydrotimétrico. Es por lo tanto un reactivo muy sensible para este ácido, por que basta que un agua le contenga en un centésimo de su volúmen para que pueda manifestarse por la hydrotimetria. Los esperimentos practicados para este fin indican que una disolucion de ácido carbónico en un décimo de su volúmen exigen 24.° 5 del licor jabonoso; si la disolucion contiene un vigésimo necesita 44.°, y si contuviere una décima parte de volúmen por ejemplo, serian necesarios 44.° Asi que, cuando se somete á este análisis un agua con ácido carbónico libre, parte del licor se neutraliza por él, de manera que los grados consumidos, no solamente representan las sales de cal y de magnesia, sino tambien el ácido carbónico libre que las acompaña.

Tambien puede determinarse el ácido sulfúrico que exista en las aguas dulces combinado con las bases. Primeramente se investiga el grado hydrotimétrico del agua en estado natural. Si ha marcado por ejemplo 16.°, se toman 40 centímetros cúbicos de esta agua y se le añade el equivalente de 16.° de azotato de barita, ó sean $\frac{8}{10}$ de centímetro cúbico de una disolucion preparada de esta sal, representando 20.° para un centímetro cúbico, con lo cual se obtiene un licor que representa 32.° hydrométicos, de los que 16.° son de barita. Pero la reaccion del ácido de los sulfatos contenidos en el agua sobre la barita dá origen á un depósito de sulfato de barita que hace bajar este grado proporcionalmente á la cantidad que se ha formado de esta sal; de manera que si despues de haber dejado que se deposite, se filtra el licor para averiguar su grado, se reconocerá que ha descendido á 20.° por ejemplo, habiendo habido

por consiguiente una pérdida de 12.°, que representan otros 12.° de ácido sulfúrico ó de sulfato.

Lo anteriormente expuesto sobre la hydrotimetría hace ver que es un procedimiento de análisis sencillo que basta para apreciar las proporciones de cal y de magnesia de las aguas, la del carbonato de cal que se precipita por una ebullicion prolongada, el ácido carbónico libre y los sulfatos que las aguas puedan contener.

Para los ensayos se procuran frascos con señales que marquen 10, 20, 30 y 40 centímetros cúbicos, para guardar en ellos el licor jabonoso; y ademas una pipeta graduada de las que se conocen con el nombre de hydrotimétricas. Cada ensayo necesita 40 gramos de agua, que se mide en un frasco graduado; y la escala de las pipetas representa en su vértice el límite á que el licor debe llegar para que esté convenientemente cargada. La division de la escala comprende desde la señal del vértice hasta el cero; y sus grados marcan la cantidad del liquido necesario para producir el fenómeno de la formacion de la espuma con el agua destilada. Los grados señalados á partir del cero son, pues, los grados hydrotimétricos. La composicion del liquido está calculada de manera que cada grado representa 0grm., 4 de jabon por litro del agua sometida al experimento, y corresponde á 0grm., 0114 de cloruro de calcio, ó á 0grm., 01 de carbonato de cal para la misma cantidad de agua.

El grado hydrotimétrico de un agua indica inmediatamente la proporcion de jabon que cada litro de ella neutraliza, y por lo tanto da la medida de su pureza.

Cuando se quiere ensayar un agua cualquiera, se echan en el frasco graduado 40 centímetros cúbicos de ella, añadiendo poco á poco el licor hydrotimétrico, y observando de cuando en cuando si produce por la agitacion una espuma ligera y persistente. Esta espuma, que se forma en la superficie del agua, ha de ser una capa regular de mas de medio centimetro de espesor, y estar al menos diez minutos sin deshacerse. Cuando se ha obtenido la espuma, se mira en el hydrotimetro el grado que

marca el licor consumido, que indica el número de decigramos de jabon que el agua neutraliza por litro; y además la medida de su pureza, ó el lugar que ocupa en la escala hydrotimétrica entre varias aguas que se tengan comparadas, no olvidando que el 0.º señala el agua destilada.

Asi pues si fuesen 20 los grados, resultará que un litro de agua ensayada neutraliza 20 decigramos de jabon, y que lleva por número de orden 20.º en la escala hydrotimétrica. Si el agua sometida al esperimento dá origen á grumos cuando se la mezcla con el liquido jabonoso, ó si su grado pasa de los 25.º á los 30.º, se debe concluir que se halla muy cargada de sales de cal y de magnesia, y que no se la puede ensayar en su estado natural, siendo necesario mezclarla para reducirla á un grado hydrotimétrico inferior á 30.º. Se añade pues una, dos ó tres partes de su volúmen de agua destilada, segun que sea mas ó menos impura, cuya adición se hace muy facilmente, verificándola en el frasco que se tiene graduado por centímetros. Después de la operacion se tiene en cuenta el volúmen de agua que se ha añadido, para referir las sustancias halladas al volúmen propio del agua que las contiene.

A favor de un cuadro que indique el equivalente de un grado hydrotimétrico para un litro de agua de un número de cuerpos, es facil traducir estos grados en peso para las sales y en volúmen para el ácido carbónico. Para ello basta multiplicar el número de grados observados para cada cuerpo en particular por el número correspondiente á 1.º hydrotimétrico de este cuerpo. La tabla siguiente contiene los equivalentes á que nos referimos.

Cuadro de los equivalentes en peso de 1.º hydrotimétrico para un litro de agua.

	Gramos.
Cal.	1.º—0,0057
Cloruro de calcio.	1.º—0,0114
Carbonato de cal.	1.º—0,0103

Sulfato de cal..	4.°—0,0140
Magnesia..	4.°—0,0042
Cloruro de magnesia..	4.°—0,0090
Carbonato de magnesia..	4.°—0,0088
Sulfato de magnesia..	4.°—0,0125
Cloruro de sodio..	4.°—0,0120
Sulfato de sosa..	4.°—0,0146
Acido sulfúrico..	4.°—0,0082
Cloro..	4.°—0,0073
Jabon á 30.° para 100 de agua..	4.°—0,1061
	<u>Litros.</u>
Acido carbónico..	4.°—0,0050

IV.

De las diversas aguas potables; fuentes y manantiales no medicinales.

—**Relacion de estas aguas con los terrenos.—Cursos subterráneos de aguas.—Causas de la diferente manera de brotar las fuentes.**

Las aguas empleadas como potables se recogen de las lluvias, ó proceden de rios, fuentes ó pozos, y todas contienen en mayor ó menor cantidad varias de las sustancias que hemos mencionado en los párrafos anteriores. La de los rios y las fuentes presentan como dominante el carbonato de cal disuelto por el ácido carbónico en esceso. La silice se halla, como ya dijimos en otro lugar, en todas las aguas potables, y el sulfato de magnesia lo está en la mayoría de ellas. Las otras sustancias no son frecuentes en todas y existen en proporciones mínimas, tales como la alumina, el oxido de hierro, los cloruros, los nitratos etc. Las aguas de fuentes contienen mas sustancias minerales que las de los rios, siendo por lo comun el sulfato de cal el que constituye ese esceso. Las de pozo están todavia mas cargadas, hay en ellas menos aire, mas sulfato de cal, de nitratos y de materia orgánica.

El agua que generalmente se infiltra en el suelo, atraviesa las hendiduras de los terrenos, en los que abandona gran parte de las sustancias que lleva en suspension, se dirige á los puntos mas bajos, y despues asoma al exterior, constituyendo lo que se llaman fuentes ó manantiales. A veces el agua encuentra un terreno impermeable sobre el cual se desliza sin penetrarle, y se acumula, ya en una pendiente, ya en un depósito subterráneo, brotando luego por un ribazo ó en el flanco de una montaña. Asi es que las fuentes aparecen por lo comun en terrenos bajos rodeados de colinas ó montañas; y es frecuente hallarlas en una misma línea, saliendo del suelo por puntos de igual nivel, indicando por este medio donde se halla la union de dos capas superpuestas de terreno. En los estratificados son mas abundantes que en los de otra naturaleza. Por esta razon en los terrenos primitivos nacen á poca distancia de los puntos de infiltracion de las aguas pluviales, siendo numerosas, pero de escaso caudal á causa de no ser estratificados estos terrenos, lo cual hace que sus fallas y hendiduras tengan poca extension y reducidas comunicaciones entre sí. Los terrenos secundarios están dispuestos por capas, que se elevan hacia las extremidades de sus cuencas, y aparecen denudados en los flancos de las montañas ó de las colinas, reciben por estos puntos la infiltracion de las lluvias, y se prestan á la formacion de depósitos subterráneos; siendo la calcarea cretacea una de las formaciones que, surcada por multitud de fisuras, ofrece las disposiciones mas favorables para esas filtraciones y depósitos de las aguas. En la série de capas que contienen los terrenos terciarios, se hallan en muchos de sus estratos ó pisos hojas permeables que reciben las aguas de lluvia, y se forman tantos depósitos como capas arenosas existen descansando sobre otras impermeables. Los terrenos secundarios y terciarios se parecen, pues, en lo relativo al yacimiento de sus aguas; pero en los primeros son mas caudalosas aunque en número mas reducido. Se encuentran fuentes tambien en las inmediaciones de los volcanes, ofreciendo la particularidad de que aparecen en los extremos del derramamiento de lavas, donde

forman algunos riachuelos; y son muy raras hacia el centro de los volcanes mismos; porque el suelo formado por cenizas y arenas calcinadas deja al agua un paso fácil que le permite deslizarse para ir mas lejos á formar depósitos ó fuentes.

En los tratados de hidrografia se hallan descripciones curiosas de algunos depósitos y cursos de AGUAS SUBTERRÁNEAS, los cuales se encuentran en todos los paises, principalmente en los terrenos de ciertas rocas calcareas. Humboldt en sus viajes visitó la famosa Caverna de Guacharo en una extension de 1458 pies; siguió el curso de un riachuelo que corre por este trayecto, y al final se encontró con una cascada subterránea. La caverna de Adelsberg en Carniola, en la que se sumerge el rio Poick, perdiéndose en ella sus aguas que reaparecen varias veces, ha sido visitada por muchos curiosos en la extension de dos leguas. Dentro de esta caverna se halla un gran lago que no puede atravesarse sino mediante una barca, y sirve de obstáculo para seguir las exploraciones mas adelante. Se refiere que muchos de sus numerosos departamentos esceden en amplitud y en altura á las mas grandes catedrales. En las aguas de ese lago hay gran variedad de peces que ofrecen la particularidad de ser ciegos.

Tambien penetran en el interior del suelo algunos rios que desaparecen de la superficie, y despues vuelven á presentarse al exterior á ciertas distancias. A veces consiste el fenómeno en que se deslizan por entre gruesas capas de arenas y guijarros; y otras en que se introducen en verdaderas cavernas subterráneas. El Guadiana se pierde, como se sabe, en un terreno llano y en medio de una inmensa pradera; reapareciendo luego á gran distancia, formando lo que se llaman los ojos del Guadiana. En Francia, entre varios de los rios que ofrecen este fenómeno, es uno de ellos el Ródano, que se sumerge en las cavidades subterráneas del desfiladero del fuerte llamado de la Esclusa, en donde corta la cadena calcarea del Jura, reapareciendo á corta distancia de este sitio.

Así como hay aguas situadas tan profundamente, se hallan fuentes tambien en las mayores alturas; y aun cuando la emer-

gencia de estas se explica por la ley hidrostática, mediante la que el agua puede elevarse tanto cuanto lo esté su punto de partida, existen algunas que parece han de necesitar de fuerzas especiales para poder brotar en los puntos donde han aparecido, toda vez que emergen por encima de los terrenos que se presume debieran alimentarlas, como sucede en la Isla de Santa Elena, en la que hay fuentes en sus parages mas elevados, y una de ellas precisamente en el vértice ó punto mas alto de toda la Isla.

El agua de las fuentes brota de ordinario con regularidad, á escepcion de las variaciones ocasionadas por la sequia ó por las lluvias en las diversas estaciones del año. Algunas ofrecen el fenómeno curioso de lanzar sus aguas en forma de salto, y otras de un modo intermitente. Si el agua que descende de puntos elevados se va encerrando en medio de capas impermeables, ha de hacer un esfuerzo para buscarse salida; y no pudiendo verificarlo por la inferior ni por las laterales, si todas son de la misma naturaleza, ha de dirigirse hacia lo alto si encuentra alguna malla ó agujero por donde brotar; y como la presión y el empuje son continuos, de aquí ese fenómeno de algunas fuentes que brotan formando un chorro mas ó menos vertical, ó mas ó menos inclinado. En otras hay alguna intermitencia en su salida, fenómeno debido á dos causas principales. Una es la presencia de gases, que forzados á salir por la misma abertura que el agua, llenan durante algun tiempo el orificio por el cual se desprenden, y obligan al liquido á detenerse, rechazándole hacia sus conductos subterráneos. Luego que los gases han salido, vuelve el agua con mayor violencia y sigue su curso ordinario. La otra causa consiste en la existencia de cavidades subterráneas en las que el agua se deposita; y no recibiendo suficiente cantidad para estar constantemente llenas, cuando baja su nivel, cesa la salida del agua hasta que la cavidad subterránea vuelve á tomar caudal bastante para brotar de nuevo al exterior. Tambien sucede este fenómeno cuando existe una grieta á cierta altura, por la que el agua pueda escaparse, dejando entonces de salir por el punto ordi-

nario de su emergencia; y solo cuando el nivel de la cavidad subterránea está por debajo de esa grieta, es cuando aparece el agua de la fuente, verificándose esto como si se la vaciase por medio de un sifon. Las mas célebres fuentes de intermitencia son los Geysers de Islandia, pero estas se hallan supeditadas á las causas del volcanismo. Ya Plinio citó la fuente de Coma, que tiene intermitencias de una hora.

En Colmars, Provenza, hay una que salta ocho veces, y tiene otras tantas intermitencias en el espacio de una hora. En Fronzanches, en el Languedoc, hay una periódica que detiene todos los dias su salida durante cincuenta minutos. Cerca de Fresinet, en Bolonia, existe otra todavia mas rara, pues está sin correr largos periodos, á veces de veinte años, y despues dá aguas por dos ó tres meses, suspendiéndose otra vez por mucho tiempo.

V.

Temperatura de las aguas potables.—De los pozos artesianos.—

Fuentes potables en los mares.

La temperatura de las aguas potables está en relacion con la del suelo y la de la atmósfera. Entre los trópicos la temperatura media de las fuentes es un poco inferior á la del aire; entre los paralelos 30 y 50 del lado N., las dos temperaturas tienden á ponerse en equilibrio; en las altas latitudes, la temperatura de las fuentes es mas elevada que la del aire; pero es raro que las dos difieran mas de 3.º La temperatura media de las fuentes es inferior á la media de la atmósfera cuando aquellas provienen de alturas, y aumenta en proporcion á la profundidad de las capas que las aguas atraviesan. Si las aguas que se filtran de las alturas encuentran otras de las partes profundas y se mezclan con ellas, la temperatura queda subordinada al equilibrio consecutivo á la mezcla. Por consi-

guiente, en tesis general, la temperatura de las fuentes depende de la que tenga la capa terrestre donde brotan, del calor específico del suelo, y de la cantidad y temperatura de las aguas de lluvia; pero este último elemento difiere esencialmente de la temperatura de las capas inferiores de la atmósfera. Para corresponder á la temperatura media de estas, las fuentes frías no han de mezclar sus aguas con las procedentes de grandes alturas ni de las profundidades; debiendo recorrer además un largo trayecto á una profundidad constante de 13 á 19 metros en nuestros climas, y de un metro en las regiones equinociales.

Ya hemos dicho que la temperatura media de las fuentes de aguas potables y no termales es un poco diferente de la del aire, según la latitud. En el Ecuador es un poco inferior á la del aire, y por el contrario la supera en un crecimiento progresivo á proporción que nos acercamos á los polos. El conocimiento de la temperatura de las aguas de una localidad es de importancia, por que dá una idea del calor terrestre y de la media atmosférica anual. Dicha temperatura varia á veces en una misma comarca y en condiciones geológicas idénticas, según la profundidad de los hilos de agua, la altura de los puntos de partida, el volumen del líquido y otras condiciones. Se aconseja hacer una serie de doce observaciones en cada uno de los meses del año para llegar á una noción suficiente sobre la temperatura de las fuentes.

En cuanto al agua de los pozos, aun cuando á primera vista parece que debieran suministrar indicaciones exactas sobre la temperatura de la capa media donde estan contenidas, no sucede así, por que sufren la influencia de una causa particular de enfriamiento, cual es la introducción del aire frío, y aun de la nieve en invierno, mientras que no puede penetrar en ellos en el verano el aire caliente en razon á su ligereza específica. De aquí que tengan menos relacion con la temperatura de la atmósfera.

Por el contrario, la de los rios es casi igual á la atmosférica, pues aun cuando pueden recibir aguas de alturas que

tiendan á producir una baja de temperatura, como sean de algun caudal, las aguas frias van á ocupar el fondo del rio, y las de la superficie y las orillas tienen una temperatura mas elevada, casi igual á la del aire atmosférico.

El conocimiento de la existencia de los depósitos subterráneos de aguas de que hablamos poco há, acumuladas y retenidas por capas de terrenos impermeables, ha conducido á la construccion de los pozos artesianos, que de tanta utilidad son en las poblaciones para su abastecimiento, y en los campos para la agricultura y ganaderia. Por consiguiente los terrenos á propósito para buscarlos son los que se hallen compuestos de capas alternadas porosas é impermeables; y cuando se encuentra agua para construir alguno de estos pozos, el líquido asciende por la presión que espirementa en la cuenca de donde parte, elevándose tanto mas cuanto mayor sea la altura á que se halle su reservorio, siendo en ocasiones considerable la fuerza ascensional de estas aguas. En estos pozos suele haber alguna irregularidad en su caudal y en el salto de sus aguas, debido á las mismas causas que hemos indicado para las fuentes intermitentes. A veces, por razón de estar situados cerca de las costas, ejercen las mareas una marcada influencia en el nivel ó en el caudal de sus aguas, que suben con el flujo del mar y bajan con el reflujo.

Desde tiempos muy antiguos los habitantes de Sahara conocian esta manera de procurarse agua en sus vastos desiertos desprovistos de rios y de fuentes. Para construir pozos en esos sitios han tenido que profundizar ciento ó doscientas brazas por entre arenas y gujarros, y cuando han llegado á una roca pizarrosa, están ya seguros de obtener agua, por que en efecto, horadándola, brota con tal abundancia que los trabajadores corren peligro de ahogarse si no se salen con prontitud.

Tambien brotan en algunos parages aguas dulces del fondo de los mares, y saltan verticalmente hasta su superficie. Estas fuentes proceden indudablemente de terrenos situados fuera de la cuenca de los mares, que tienen conductos subterráneos. Buchanan refiere haber visto uno de estos saltos ascendentes

de agua dulce en los mares de la India, á 45 leguas de Chittagong, estando 30 leguas las costas mas cercanas.

VI.

De las lagunas y su saneamiento.—Influencia nociva de estos depósitos de agua; vegetacion á que se atribuyen sus malos efectos sobre la salud en las comarcas palúdicas.

Proponiéndome apuntar en estas nociones elementales de hidrografia general aquellos conocimientos que sobre este ramo pueda necesitar alguna vez el médico encargado de la direccion de un establecimiento balneario, no solamente en lo que concierne á la instalacion de este, sino tambien en lo que se refiera á la comarca, por si existen en alguna de ellas lagunas que la hagan insalubre, y necesite aconsejar su desecacion, mencionaré el procedimiento conocido con el nombre de *colmatage*, que se emplea para este objeto cuando las bombas y el arrojar piedras y escombros no bastan para realizar la operacion. Consiste el *colmatage* en hacer llegar á la laguna que se quiere desecar los cursos de agua de la comarca, procurando que sean turbias y todo lo posible cargadas de limo. De esta manera se depositan las sustancias sólidas que llevan en suspension, y cuando las aguas se ponen claras, se las deja salir para que entren otras de nuevo cargadas de limo y arenas. En la laguna deben ponerse previamente un dique y compuertas preparadas de modo que las aguas puedan entrar y salir á voluntad cuando convenga.

Las lagunas ó estanques grandes de aguas sin corriente son, como se sabe, origen de fiebres intermitentes, y por lo tanto conviene hacer que desaparezcan, cuando sea posible, las que haya cerca de los establecimientos balnearios. De la misma manera son nocivas las tierras muy húmedas y pantanosas, aun cuando el agua no constituya encharcamiento, porque

como la causa de los miasmas no son las aguas mismas ni tampoco los detritus de seres orgánicos descompuestos en ellas, sino las emanaciones de la vegetación viva propia de esas lagunas y de los mencionados terrenos, según lo tengo demostrado en mi Tratado *El Paludismo*, confirmando con observaciones propias esta teoría del Doctor Boudin; y como esas plantas no necesitan tener sus raíces sumergidas en el agua para desarrollarse y florecer, bastándoles que su tallo se halle implantado en una tierra constantemente húmeda, de aquí que tales terrenos sean igualmente focos de infección, como lo son las mismas lagunas, y sucede así en algunas praderas bajas, en los lugares sombríos y llanos de los bosques y otros sitios análogos. A esa flora especial productora del paludismo pertenecen entre otras las siguientes plantas: *Aldrovanda vesiculosa*.—*Arenaria uliginosa*.—*Alisma ranunculoides*.—*A. natans*.—*A. plantago*.—*A. parnassifolia*.—*Acorus calamus*.—*Arundo phragmites*.—*Cerastium aquaticum*.—*Ceratophyllum demersum*.—*C. submersum*.—*Cirsium palustre*.—*Caltha palustris*.—*Carex paniculata*.—*C. stricta*.—*C. Paludosa*.—*Chara canescens*.—*Equisetum limosum*.—*Gliceria fluitans*.—*Helosciadium bulbosum*.—*H. inundatum*.—*Hydrocotyle vulgaris*.—*Hottonia palustris*.—*Hydrocharis morsus-ranæ*.—*Isnardia palustris*.—*Isoetes lacustris*.—*Lisimachia thyrsiflora*.—*Lemna minor, gibba, arhiza, polyrhiza, hispida et tomentosa*.—*Mengianthes trifoliata*.—*Malaxis Loeselii*.—*Nymphaea alba*.—*Nuphar lutea*.—*N. pumila*.—*Nasturtium palustre*.—*Ænanthe phellandrium*.—*Æ. globulosa*.—*Polygonum amphibium*.—*P. hydropiper*.—*Potamogeton natans*.—*Ranunculus aquatilis*.—*R. lingua*.—*Rumex palustris*.—*Sparganium natans*.—*Schæmus nigricans*.—*S. mariscus*.—*Scirpus palustris*.—*S. fluitans*.—*S. lacustris*.—*S. maritimus*.—*Salvinia natans*.—*Trapa natans*.—*Triglochin palustre*.—*Typha latifolia*.—*Villarsia nymphoides, etcétera*.

El conocimiento de la Geografía botánica y el examen detenido de la flora acuática de cada localidad, darán á conocer al

médico las plantas á que se deben las fiebres palúdicas y demas enfermedades de esta patogenia, asunto importante, en razon á que las variedades de sintomas con que se presentan dependen en gran parte de la clase de plantas que florecen en cada comarca, en cada laguna, en cada charco, y en los diferentes puntos de una misma pradera pantanosa. •

Importan, pues, todos estos conocimientos al médico de baños minerales, porque conviene que estudie la bondad de las aguas potables de la localidad, y la influencia que estas puedan ejercer en el organismo de los concurrentes, así como la de los rios ó lagunas que haya en la comarca.

VII.

De la Hidrostática y de la Hidrodinámica.—Conocimientos necesarios al médico de baños sobre estas ramas de la Física.

Del mismo modo tendrá necesidad de recordar en algunas ocasiones los principios de la **HIDROSTÁTICA** y de la **HIDRODINÁMICA** para hacer aplicacion de ellos á las construcciones termalles ó á la instalacion de aparatos balneoterápicos. No será por lo tanto ageno á nuestro objeto consignar aqui un resumen de esos principios.

— **LA HIDROSTÁTICA** es aquella parte de la mecánica que tiene por objeto el estudio de las condiciones del equilibrio en una masa liquida sobre la cual pueden obrar dos ó mas fuerzas, y los efectos de las presiones de los liquidos sobre el fondo y paredes de los vasos que los contienen.

Los liquidos poseen la propiedad física de transmitir en toda su masa con uniformidad una presion cualquiera que obre sobre un punto de dichos cuerpos, estando esta fuerza en proporcion de la superficie comprimida.

Las condiciones del equilibrio de los liquidos son dos; una es que su superficie libre forme ángulos rectos con la direccion

de la gravedad; y la otra es que las moléculas de dicha superficie sufran en todos sentidos iguales presiones, pues poseyendo las moléculas líquidas una gran movilidad, y hallándose en equilibrio inestable, el menor esfuerzo que obre sobre una molécula ó una porcion de la masa, alterará la quietud y el equilibrio de la masa total.

La presión que el agua ejerce sobre el fondo de los vasos que la contienen es igual á la del peso de una columna cilindrica del mismo líquido, de una base igual á la superficie de presión y de igual altura. La presión de abajo arriba se aumenta con la profundidad ó espesor de la masa líquida. Lo mismo sucede con la presión que ejercen contra las paredes laterales, la cual es proporcional á su superficie y á la distancia que haya entre el centro de la superficie y la línea del nivel. Se denomina centro de presión en los vasos que contienen líquidos, el punto en que se supone aplicada la resultante de las presiones de cada una de las capas del líquido contenido en un receptáculo.

Cuando hayan de ponerse en comunicacion dos ó mas vasos ó receptáculos; el agua sube en todos ellos á la misma altura, en cuyo principio se fundan los sistemas de cañerías para conducir y elevar aguas en las poblaciones y en los establecimientos donde este líquido hace falta para la economía doméstica, para usos industriales ó aplicaciones terapéuticas.

Otro principio de hidrostática es el que se refiere á los cuerpos sumergidos en los líquidos. Aquellos pierden de su peso una parte igual al peso del volumen líquido que desalojan. Siendo la densidad de los cuerpos la relacion que tienen entre sí el volumen y la cantidad de materia contenida en ellos, y suponiéndose constantes en el aire los pesos de los cuerpos, se han construido los areómetros fundados en estos principios para determinar los pesos específicos de los líquidos. Estos instrumentos estan formados de un tubo delgado de vidrio con dos dilataciones ó esferas en su porcion inferior, la mas grande llena de aire, y la mas pequeña, llamada inferior ó lastrada, contiene perdigones ó mercurio, para que cuando el instrumento se sumerja en un líquido se mantenga vertical. En el tubo

hay una escala que señala el grado de densidad del liquido que se examina. Si el punto de comparacion para construirla ha sido el agua destilada, como lo es en el areómetro de Beaumé, colocando en este punto el cero, cuando se le sumerja en otros liquidos de diferentes densidades, el instrumento se hundirá con arreglo á ella.

El estudio del movimiento que adquieren los liquidos al salir de los receptáculos que los contienen forma el objeto de la **HIDRODINAMICA**. La salida del agua, ó de otro liquido, del vaso en que se hallen, se verifica por solo la fuerza de presion que ellos ejercen contra los obstáculos que los retienen, ó por esta presion unida á otra fuerza. Cuando obra la presion unicamente, la velocidad que adquiere el movimiento de los liquidos al salir por una abertura practicada en el receptáculo, es igual á la que adquiriría un cuerpo cayendo libremente en el vacio, en virtud de la gravedad, desde la superficie de nivel del liquido hasta la abertura de salida. Se distinguen dos presiones, hidrostática la una, que es la de los liquidos en estado de reposo; é hidráulica la otra, que es la que ejercen los mismos puestos en movimiento, y esta es menor que la primera.

Se llama *contraccion de la vena líquida* la reduccion del diámetro del cilindro liquido á corta distancia de la abertura de salida. Esta contraccion impide que los liquidos llenen completamente las aberturas de salida, y disminuye el gasto ó cantidad de liquido que ha de salir de los depósitos en un tiempo dado. De aqui que haya necesidad de buscar las relaciones de los diámetros de las aberturas con el de la vena en el punto de su mayor contraccion, y cuyos resultados se conocen con el nombre de *coeficientes del gasto*, ó de salida del liquido de los vasos que le contienen. La contraccion de las venas depende en parte del diámetro de los orificios, y en parte de la profundidad en que estén abiertos, ó sea de su distancia al nivel de los liquidos. Si el agua sale de un vaso por una abertura triangular, cuadrangular ó pentagonal, practicada en paredes delgadas, y se corta trasversalmente la vena líquida, esta aparece cambiada de forma y como retorcida sobre si misma hasta cor-

responder el hilo de agua que salió por los vértices de los ángulos á la mitad del lado de la abertura triangular, y en los orificios cuadros produce la seccion de la vena una forma estrellada, variando en todas segun á las distancias á que se practiquen, notándose que á una corta distancia de la seccion se contrae la vena líquida, posteriormente aumenta su diámetro, y vuelve á disminuir, continuando alternativamente hasta dividirse en hilos y gotas, despues de haber recorrido en el espacio un camino mas ó menos largo.

A veces hay necesidad, como sucede en los establecimientos balnearios, de que la velocidad de la salida del agua contenida en un receptáculo sea constante; para lo cual precisa que la altura del líquido sobre el orificio permanezca invariable. Esto se consigue haciendo que llegue al depósito tanta agua como sale, ó bien haciendo aplicacion del flotador de Prony, que, como se sabe, es una caja que contiene el agua cuya salida se quiere regularizar, en la cual se introducen dos flotadores unidos por una varilla de hierro que sostiene un depósito por medio de otras dos barretas, con varios elementos de este aparato, que no es del caso de describir, y que se halla en todas las obras de Fisica. Está fundado en que el peso del líquido que recoge el depósito hace que el peso de este, y por consiguiente el del flotador, se aumente; y por la ley de equilibrio de los cuerpos flotantes, el flotador se sumergirá una cantidad igual al volumen del agua derramada; de donde resulta que en la caja permanece constante el nivel todo el tiempo que dura la operacion, y por consiguiente la velocidad de salida.

Quando el agua sale por tubos aplicados á los orificios practicados en los depósitos que la contienen, y que se llaman tubos adicionales, la velocidad de salida se modifica notablemente. Si el tubo es cilindrico, no escediendo su longitud de cuatro veces su diámetro, el gasto ó cantidad de líquido derramado en un tiempo dado es mayor de la que saldria por un orificio sin el tubo de igual diámetro al de este, suponiendo que el líquido moga el tubo, porque si esto no sucede, no resulta modificacion en la velocidad. Si el agua sale por tubos cilindricos,

constituyendo una vena líquida ascendente, es menor el gasto de agua: Los tubos adicionales pueden ser de forma conica, y aplicarse al orificio de salida de una de dos maneras; ó por el extremo mas ancho, ó por el mas estrecho. Si se introducen por la base menor, se aumenta el gasto y hasta puede llegar á ser doble del que tendria saliendo el agua solamente por el orificio, como sucede cuando el ángulo que forman las generatrices del cono es muy pequeño. Cuando se adapta la base mayor del tubo, en este caso disminuye el gasto, relativamente al que habria saliendo por el orificio del depósito.

Cuando el agua corre por tubos largos, disminuye su velocidad por el rozamiento y la adherencia de los líquidos con las paredes del tubo de conduccion. Las pérdidas de celeridad por friccion son proporcionales á la longitud y al diámetro de los tubos, aumentándose dicha pérdida cuanto mayor es la longitud, y disminuyendo en razon de la estension de su diámetro. Además, los efectos retardatrices del rozamiento se aumentan como los cuadrados de las velocidades de los líquidos. En estos tubos largos se aumenta la velocidad cuando están inclinados hacia abajo del centro del orificio, porque aqui influye la pesantez del líquido. Si el tubo ó el caño es horizontal, va disminuyendo cada vez mas la velocidad, hasta el punto de que puede llegar á no salir el agua sino gota á gota por el retraso que imprimen los rozamientos. Quanto mas estrechos son los tubos, mas obstáculos se oponen á la velocidad; por el contrario, en los anchos, el rozamiento no se estiende tanto á las particulas centrales y hay menos motivo para que disminuya el gasto.

Cuando en un depósito de agua se practica un orificio y se aplica un surtidor para que el líquido salte hacia arriba, subirá tanto cuanto sea su nivel con el del depósito; pero nunca llega á lo que la teoría indica, en razon al obstáculo que le opone la presion atmosférica. Además, en los surtidores verticales, las mismas particulas de agua que retroceden, al chocar con la columna líquida, retardan su velocidad; por eso esta es mayor si se inclina un poco el chorro. Procurando que entre aire en los tubos, adquiere mayor velocidad el agua del surtidor, porque

con su mezcla resulta un líquido específicamente mas ligero, y sube á una altura mas considerable de la que la teoria indica.

Quando el agua se ha nivelado en dos tubos comunicantes, y en uno de ellos se hace el vacío, el líquido sube por este hasta 32 pies de altura, cuyo hecho sirvió á Torricelli para formular la teoría del barómetro; porque si la ascension está en razon inversa de las densidades de los líquidos, siendo el mercurio 14 veces mas denso que el agua, habia de bastar una columna 14 veces menor, para obtener con el mercurio el mismo equilibrio á los 76 centímetros que con el agua á los 32 pies.

Si hay necesidad de llevar aguas á ciertas alturas á que no pueden llegar por la sola presion del manantial, hay que apelar á las bombas, que son de diferentes sistemas de construcción. Cuando se trate de aguas que contienen gases libres, se desecharán las aspirantes, porque con ellas se pierden estos gases, y se necesita la bomba impelente de piston sumergido. Si se trata de aguas que solo contengan principios fijos, no hay inconveniente en emplear la bomba aspirante. Cuando nos ocupemos de la instalacion de aparatos en los establecimientos balnearios, daremos algunas nociones mas sobre los medios para elevar las aguas minerales.

Concluiremos estas generalidades, recordando tambien que cuando el médico de baños deba calcular la cantidad de agua mineral necesaria en un establecimiento, tendrá en cuenta el número de concurrentes, el de baños que han de darse diariamente, la que se consume en duchas, en bebida y otros modos de administracion; y de esta manera obtendrá la cantidad total que debe gastarse, y verá si hay ó no caudal suficiente para ello.

Del mismo modo le podrán ocurrir casos en que necesite ocuparse del abastecimiento de agua potable, y tener que dar su opinion sobre la que hace falta para la bebida de los concurrentes, la limpieza, el lavado de ropas, el uso de las caballerias etcétera, á la manera como se hace el aforo en las poblaciones, porque determinando las necesidades parciales se llega á precisar la cantidad total para el consumo. Así, por ejemplo, en

Paris se tiene calculado este abastecimiento del modo siguiente: 20 litros diarios por persona, 75 por cada caballo, 40 por cada carruage de dos ruedas, 75 por cada uno de cuatro ruedas, 1'50 por cada metro cuadrado de jardin. En Madrid se proyectó cuando la traída de aguas de Lozoya: 50 litros por habitante, calculando la poblacion en 250.000 almas; y en 40 el número de litros diarios para necesidades públicas, como fuentes monumentales, limpieza etc., habiéndose aumentado luego este tipo, de manera que hay mas de 90 litros diarios por habitante, y es por lo tanto una de las poblaciones mas surtidas de agua potable, si se exceptuan Roma, Glasgow, Génova, Dijon y alguna otra, pues de las capitales mas populosas, Paris tiene 67 litros por dia y por habitante, Viena 65, Londres, próximamente la misma cantidad que Madrid, Edimburgo 50, etc., etc.

CAPÍTULO II.

REGIONES HIDROGRÁFICAS DE ESPAÑA.

I.

Perímetro y superficie de la Nación española.—Descripción de las cinco regiones hidrográficas de la Península, y de las dos accesorias de Baleares y Canarias.

Para completar las nociones que nos hemos propuesto consignar sobre hidrología general, réstanos dar una idea de las regiones hidrográficas de España, por las relaciones que tienen con el estudio de las aguas minerales. Según el *Anuario de la Comisión estadística*, y la reseña Geográfica que dicha comisión publicó en 1859, se considera el territorio español dividido en siete regiones hidrográficas, que son: la septentrional, la occidental, la meridional oceánica, la meridional mediterránea, la oriental, la de las Islas Baleares y la de las Canarias.

El Doctor D. Mariano Carretero, en el artículo que publicó en el *Anuario del Doctor Taboada*, correspondiente á 1870, fija nueve regiones de que nos ocuparemos mas adelante, indicando ahora solamente, que como se propuso considerar estas regiones bajo el punto de vista de la hidrología termal, es mas aceptable para nosotros que la del *Anuario Estadístico*; y con el fin de ir poniendo en armonía las publicaciones contemporáneas de los Directores de baños, la tendremos en cuenta cuando tratemos de la clasificación de las aguas minerales y de la descripción de cada una de estas; mas como quiera que la consignada en el *Anuario Estadístico* es la base para la división en regiones hidrográficas y está fundada en las vertientes

naturales de las aguas, empezaremos por dar una ligera idea de su perimetro y del territorio que cada una comprende.

De las siete regiones mencionadas, una corresponde á las Canarias, otra á las Baleares y las otras cinco se hallan en la península, encerradas estas últimas en el perimetro trazado por las costas y fronteras de la Nación. Se sabe que la costa del N. se desarrolla en una extension de 633 kilómetros; la del O. en 136; la del S. en 714, y la del E. en 642; siendo el total en el Océano de 976 kilómetros, y 1449 en el mediterráneo. Las fronteras de Portugal comprenden 798 kilómetros, y 430 las de Francia. Resulta, pues, que el perimetro marítimo tiene 2125 kilómetros y el terrestre 1228, ó sea un total de 3353 kilómetros. Las provincias que tienen costa en el Océano son ocho; una las tiene en el Océano y Mediterráneo; diez en este último mar, siete son fronterizas con Portugal, y cinco confinan con Francia, siendo el total de las que cierran el perimetro 27 provincias. Las restantes se hallan enclavadas en el espacio que estas dejan entre sí. La superficie en proyeccion de toda la parte continental de España es de 15966 leguas cuadradas del 20 al grado, contadas sobre el Ecuador, ó de 494555 kilómetros cuadrados; pero atendiendo á lo quebrado del terreno, á las muchas pendientes y á las altas mesetas, la superficie desarrollada debe aumentar, cuando menos, hasta dar una superficie de 497000 kilómetros cuadrados, ó sean 4970000 hectáreas.

Dentro de esta superficie se hallan las vertientes que constituyen las regiones hidrográficas que vamos á mencionar ligeramente.

REGION SEPTENTRIONAL. Comprende las provincias de Guipúzcoa, Vizcaya y Oviedo, parte de las de Navarra y Alava, casi toda la de Santander, una pequeña porcion de la de Leon, la tercera parte de la de Lugo, y la mitad de la de la Coruña. Tiene una extension de 650 kilómetros, y su mayor anchura no escede de 95. Su limite meridional está formado por una prolongacion de los Pirineos, encerrando la cuenca del Bidasoa, y mas al O. las del Oyarzun y del Urumea, abarcando tambien las vertientes del Deva, del Zumela y del Nervion; habiendo

cerca de estos rios elevadas rocas, algunas de 1300 y 1500 metros de altura. La divisoria principal se continúa por el O. formando en Altave un notable escalon; vuelve á tomar altura por las peñas de Orduña, Haro, Egaña y la Magdalena, sufriendo luego una fuerte depresion para dar lugar al Valle de Mena. La divisoria tuerce al N. y despues al O., dando vertientes al Anso. Por toda esta parte hay numerosos estribos formando un laberinto confuso de pequeñas cadenas y picos aislados de redondas cimas. Pasado el collado de los Tornos, vuelve á elevarse la divisoria, enviando sus aguas por el Rio Miera al Puerto de Santander. Comienzan luego las vertientes del Rio Pas en los valles de este nombre y de Toranzo, presentando toda la cumbre fuertes pendientes por el N. y suaves laderas por el S., habiendo un gran escalon algo inclinado al O. cerca de Reinosa, en los origenes del Besaya, que con el Saja forma la ria de Suances. Continúa la cumbre dando vertientes á los dos lados, y adquiere una elevacion notable en Peña-Prieta de 2529 metros. Despues vuelve al N. enlazándose con un grupo de picos muy elevados, algunos de mas de 2600 metros, que constituyen la tercera elevacion de España despues de Sierra-Nevada y los Altos Pirineos. La cordillera se corre al E., contribuyendo á cerrar el Valle de Potes, que es una especie de hoya inmensa con una angosta salida por el N. Tal es la configuracion del terreno en las provincias de Guipuzcoa, Vizcaya y Santander, en las que hay pequeñas cuencas sin salida para las aguas, con varios arroyos que desaparecen y aparecen en ellas. Lo mismo sucede en la provincia de Oviedo, en la que hay tambien picos elevados y valles profundos, como el de Valdeon y Sajambre. Pasados estos valles sigue la divisoria hácia el O., tomando bastante elevacion en el pico de Miravalles, despues del cual comienza el antiguo reino de Galicia. Constituye una verdadera cordillera por este punto la divisoria, hallándose en ella varios lagos, continuando luego formando altos valles, seguidos de otras cadenas que terminan en las planicies de la provincia de Leon. Por la parte septentrional hay rápidas caidas en las que toman origen las vertientes del Nalon.

Tuerce al S.O. dando elevados contrafuertes, y volviendo al N., un notable estribo junto á Balvaran, que separa las cuencas del Duero y del Miño. Aqui se rompe ya la uniformidad que traia esta prolongacion de la cordillera pirináica y se disemina en varios ramales. El último trozo, que corresponde al Cabo de Toriñana, da vertientes que engendran rios de poca importancia. Los estribos van en general de S. á N., y hay una segunda cordillera paralela á la divisoria, que ofrece en algunos parages picos mas elevados que esta.

REGION OCCIDENTAL. Comprende esta region las cuencas del Miño, del Duero y del Tajo, que examinaremos sucesivamente.

El estudio de la *cuenca del Miño* se empieza en las inmediaciones de Cueto-Albó, en la continuacion de la cordillera pirináica, desde donde parte la divisoria de esta region, dirigiéndose al S. hasta encontrar la Sierra Negra, que establece los limites entre Leon y Zamora. No es por aqui la divisoria una cordillera propiamente dicho, puesto que en su arranque es un elevado llano, continuado por collados enlazados, entre los que descuellan varios picos. Se dirige al S., y pasa por los altos de Brañuelas y de Manzanal, enlazándose despues con otra cordillera importante que corre de Oriente á Poniente con picos elevados, algunos de cerca de 2000 metros, como sucede con el de Teleno. La sierra llamada Negra está paralela á la cadena anterior, y todas las pendientes que van al Miño por este lado son mas pronunciadas que las del opuesto. En el ángulo que forma este ramal con la prolongacion pirináica nace el rio Sil, que se abre un profundo cauce hasta que llega á los llanos de Ponferrada, por cuyos parages recibe varios riachuelos, algunos procedentes de los puertos de Manzanal y Piedrafitá. La línea divisoria de esta region continúa por este punto dando picos elevados, y vá á enlazarse con la cordillera que cierra al Sil por el S.; ofreciendo el aspecto de una barrera que ha sido rota por el rio, y que antes debia contribuir á la formacion de una estensa laguna, de la que no queda hoy mas que el lago de Carrucedo. Por el Mediodia

ofrece una notable curva la divisoria de las aguas, siguiendo hasta Peña-Trevinca por Sierra Negra, en la direccion de E. á O., marchando al S. á encontrar la Sierra Segundera, y despues al O. hasta la union de las Queiju y San Mamet. Mas adelante se deprime llevando sus vertientes al Arnoya que desagua en el Miño, y vuelve á elevarse en los montes de Peñamá y otros, penetrando en Portugal. Entre sierra Segundera y Peñagache la divisoria envia sus vertientes del S. al Duero. Sigue un terreno que á pesar de ser montañoso, existen en él muchos pantanos y la gran laguna Antela, de la cual se ha desecado ya una gran parte.

El Miño nace en la Fuen-Miña á 477 metros de altura; corre por el llano mayor que hay en toda Galicia, hasta que cerca de Lugo empieza á profundizar su cauce y á hacerse mas angosto, uniéndose luego con el Sil en un punto cuya altura es de 77 metros. El terreno está en este parage surcado de numerosos barrancos y con muchas ondulaciones, sobre las que se levantan picos de pequeña elevacion. Despues de su union con el Sil, corre por debajo de Orense, recibiendo las aguas que vierten el monte Testeiro y otras sierras, cruzando un terreno poco accidentado. La divisoria sigue al S.O. á lo largo de Montemayor, concluyendo en Santa Tecla, estrechando la cuenca y presentando hasta la desembocadura del Miño collados bajos, alternando con notables alturas.

La *cuenca del Duero* ocupa una zona de grande extension, que para el estudio puede formar por si sola una region hidrografica. Comprende un trozo de la provincia de Santander y otro de la de Orense, las dos terceras partes de la de Leon, la mitad de la de Burgos, casi toda la de Salamanca, gran parte de la de Avila y por completo las de Soria, Segovia, Valladolid, Palencia y Zamora. Sin hacer mencion de los ramales del perimetro que corresponden á Portugal, citaremos los que se desprenden de la sierra Segundeira, que corriendo al E. y luego al S.E., continúan con los nombres de la Culebra y otros varios, terminando sus últimas cumbres cerca del rio Esla, junto á su confluencia con el Duero. Ademas se prolonga al E.

la llamada Sierra Negra, separando los Rios Eria y Tera, de los cuales el último pasa por la Laguna de Castañeda, que es la mas importante de esta Sierra. Tambien penetran ramales de la divisoria que van á terminar al E. en los elevados llanos de la Bañeza y Astorga, así como los contrafuertes del Suspiron y el Tambaron, y muchos otros con elevadas peñas entre las vertientes de los rios Tuerto, Orbigo y Luna, de los cuales el último nace en una altura llana que sigue á la arista pirináica. Hacia el S. hay otro notable contrafuerte; y desde la cresta que sigue al E. hasta los picos de Europa parten otros estribos que separan las cuencas de varios rios; pero no forman cordilleras en el sentido de sus ejes, sino que se ramifican en varias cadenas perpendiculares y paralelas á la cumbre principal, ofreciendo continuos obstáculos á la marcha de los rios antes de llegar á los llanos de la parte meridional de Leon, los que se convierten en altas mesetas que continúan por la provincia de Zamora, dando paso á las aguas por suaves descensos hasta unirse al Duero. En esta zona se hallan elevados picos, algunos de 2000 metros de altura, como el de Mampodre y el de Yordas. La divisoria de esta cuenca se dirige al S.E. desde Peña-Labra, siguiendo la cordillera y montes del Bardal, trasformándose despues en una loma elevada cerca de Reinosa. Al pié de Peña-Labra nacen las primeras vertientes del Ebro, porque es el punto en que se tocan las tres grandes regiones hidrográficas del Norte, Occidente y Oriente. Continúa la divisoria por los altos llanos de la Lora, los cuales estan á mas de 1000 metros de altura, casi tocando con el rio Ebro, que corre 370 metros mas profundo. Sigue despues por los altos páramos que se encuentran hasta el pico conocido con el nombre de la Brújula en Burgos, la cual tiene solamente 980 metros, á pesar de que se le habia tenido por uno de los mas elevados de España. Enseguida están los montes de Oca marcando la divisoria hasta el extremo occidental de la Sierra de la Demanda con vertientes á sus dos lados, de la que arranca el pico de San Lorenzo, de mas de 2000 metros de altura, marchando la divisoria hasta la muela de la Campiña, en cuya cumbre se halla la Laguna Negra, alimenta-

da por aguas que no tienen salida. Despues se dirige por la Sierra de Neila hasta tocar en los altos picos de Urbion en los limites de las provincias de Soria y de Logroño, pronunciándose luego un escalon que separa las cuencas del Duero y del Ebro en el páramo de la Lora. Algunos contrafuertes formando elevadas mesetas se destacan en líneas paralelas á la divisoria principal, dominando las que siguen por toda la cuenca hasta Poniente, y extendiéndose en forma de lomos poco notables, que van á confundirse con las ondulaciones del terreno. Desde el pico de Urbion, á cnyo pié meridional nace el Duero, marcha la divisoria al E. por la Sierra Cebollera, y despues de presentar picos de mas de 2000 metros de altura, como los de Montenegro y Piqueras, tuerce al S.E. atravesando collados que enlazan las cadenas paralelas de las Sierras de Moncala y otras, cuyas crestas penetran en las inmediatas cuencas del Duero y del Ebro hasta llegar al Moncayo, que tiene 2346 metros de altura, y constituye el limite mas oriental de la divisoria. Del pico de Urbion nace otro ramal que forma arco desde el N. al E. por los altos de Cabrejas y Sierra de San Marcos, enlazándose con otro que viene de la Sierra del Almuerzo, formando un dique á la parte superior de la cuenca del Duero y sus afluentes, el cual ha sido roto por el rio cerca de la antigua Numancia y de Soria. En este punto tienen sus aguas mas de 1000 metros de altura sobre el nivel del mar; y el terreno ofrece pequeños estribos que alternan con ondulaciones y barrancos de poca importancia.

La cuenca del Duero continúa al S.O. desde el Moncayo, desapareciendo la cordillera para trasformarse en un escalon por el que envia todas sus aguas al Ebro. Por la meseta superior se prolongan algunas pequeñas cadenas que separan estas pendientes, encontrando luego el punto de union de las tres cuencas del Duero, Tajo y Ebro. El extremo de la region mencionada, con pronunciada caida hacia la del Tajo, sigue marcándose del E. al O. por los altos de Radona, Baraona y Romanillos, á unos 1.400 metros de altura cada uno de ellos. La cuenca marcha descendiendo al N. por un terreno cortado de

continuo por barrancos, y la divisoria se continúa por la sierra de Guadarrama, que divide las provincias de Madrid y Segovia, ofreciendo elevados picos, como el de Peñalara de 2.400 metros, Somosierra, Navacerrada y otros hasta Cabeza-Lijar. Las caídas de esta cordillera son muy rápidas por los dos lados; pero encuentra mas pronto las llanuras por la parte del N. La sierra va presentando hondos fosos por los cuales las aguas van á incorporarse al Duero, que ya en la provincia de Burgos corre hacia el N. en una altura de 700 metros. La divisoria camina al O. pasando por sierra Malagon á lo largo de la llanura de Campo-Azálvaro, y cuya sierra termina al N. por la cordillera de Ojos Albos. Vuelve á presentarse constituyendo sierras por los baldíos de Avila, viéndose los picos Zapatero y la Serrota separados por el puerto de Menga. Por este lado se observa el valle de Ambles y la Cordillera que al N. establece el límite del Campo Azálvaro. Por el O. toma la sierra el nombre del Miron y se prolonga hasta las orillas del Tormes, dejando al S. el valle de Piedrahita. Por el N. arrancan contrafuertes de las cordilleras de Avila y del Miron, encontrándose luego altas planicies por toda la provincia de Avila y de Valladolid hasta el Duero. El collado que parte de la Serrota divide las aguas del Tormes y el Alberche, enviándolas el uno al Tajo y el otro al Duero, limitando sus cuencas por el S. la sierra de Gredos, la cual pertenece á la region hidrográfica del Tajo. Esta sierra se eleva de un modo considerable por occidente, ofreciendo picos como el de Almanzor de 2650 metros de altura, el de Cabeza Pelada y otros. Luego se inclina al S.O. y deja de formar la divisoria de que nos ocupamos, siguiendo esta constituida por una cordillera que se inclina al N.E. en la que se halla el puerto de Tornavacas, que enlaza la cumbre anterior con el cerro del Trampal en la sierra de Bejar, la cual es paralela á la de Gredos en su última porcion. La divisoria penetra por el S.O. en la cuenca del Tajo, y se enlaza por N.E. con la sierra de Villafranca en la cortadura del rio Tormes. Un ramal de estas sierras vá marchando al N., y es el que continúa formando la divisoria entre el Duero y el Tajo, llega hasta Peña

Gudina, en donde hay un escalon que separa el origen del Alagon de las aguas que van al Tormes, encontrando luego la llamada Peña de Francia, que se eleva repentinamente á 1734 metros. Desde aquí arrancan varios ramales perpendiculares á la divisoria de las aguas, de los cuales uno penetra bastante en la provincia de Salamanca, estableciendo el limite de la cuenca del Agreda con sus elevaciones de sierra Monsagro y de Ciudad Rodrigo, continuando en una pronunciada loma al N.E. para encerrar al Duero en esta zona. Marcha la divisoria al SO. en direccion al cerro de la Hiñosa, tomando desde aquí la cordillera el nombre de Sierra de Gata, que se introduce en Portugal.

Tal es el perimetro de la cuenca del Duero, que no tiene su origen en la laguna de Urbion, como algunos creen, sino en la laguna Negra, pues aquella envia sus aguas al Ebro. Las mayores alturas de su divisoria se hallan, como se ha visto, en sus extremos, y los anchos boquetes que ofrece su contorno están ocupados por montes mas ó menos elevados que se levantan sobre las planicies. Por el centro de la cuenca no hay cordilleras; asi es que la provincia de Valladolid, no formando parte del perimetro, no ofrece mas que elevados páramos, y es la única de la península que no está atravesada por cadenas de montañas. El término medio de elevacion de las llanuras de las porciones septentrionales de Leon, Palencia, Burgos y Soria, y de las meridionales de esta última, Segovia, Avila y Salamanca, Valladolid y Zamora, puede valuarse en unos 800 metros para todas las grandes mesetas que hay en ellas, y en 700 el valle del Duero, que es el rio que corre mas elevado en toda la península, pues en Almazan está á 988 metros de altura, en Zamora á 596, y en el punto donde se le incorpora el Tera tiene 300 metros.

En la cuenca del Tajo se hallan comprendidas las provincias de Guadalajara y Toledo, toda la de Madrid, gran parte de la de Cuenca, un pequeño fragmento de la de Teruel, gran porcion de la de Avila, otra pequeña de la de Salamanca y casi toda la de Cáceres. Su divisoria por el N. es la misma que la del Duero, ya descrita anteriormente. La divisoria general penetra

en la provincia de Guadalajara por el E., dando varios contrafuertes que accidentan las cuencas del Jarama y del Henares, siendo notable por su altura el pico de Ocejón, que alcanza 2000 metros. Mas hacia el E. se encuentra el sitio de la división de las vertientes del Duero, Ebro y Tajo, zona en que abundan altos páramos con caídas á sus dos lados, pero mas pronunciadas al N.; y sigue por los altos de Alcolea del Pinar y Maranchón, tuerce al S.E. hasta encontrar la sierra del Aguila y Peñón de Ituero, muy cerca de Molina. Las vertientes se hacen desde aquí mas profundas, sobre todo por el lado S., que es el que corresponde al Tajo. Sigue luego sierra Menera; se ladea al O. hasta llegar á la sierra del Tremedal, marchando hacia el S. el límite de la cuenca por la Muela de San Juan en la provincia de Teruel. La parte meridional del perimetro que nos ocupa se estiende desde el Puntal del Corzo al NO. por la Mongorrita de Ocejón hasta el cerro de San Felipe, á cuyo pié se encuentran aguas del Tajo, del Guadalaviar, del Cabriel y del Jucar. Se inclina luego la divisoria al S.O. hacia los altos de Poyales y la Portilla, y despues á los de Fuentesclaras, Fuenterruz y Cabrejas, en donde se separa esta cuenca de las del Cigüela y Jucar, pertenecientes á otras regiones. Marcha al O. hasta la sierra de Altomira, inclinándose al Mediodía para formar un elevado escalon, teniendo por el N. las vertientes muy rápidas hacia el Tajo. Por el S.O. se dirige desde los altos de Tarancon, por los de la Zarza, altas mesetas de Ocaña, hasta las colinas de Lillo. El terreno es por este sitio y mas adelante una gran llanura, en la que aparecen cerros tan poco pronunciados, que en muchos parages ni aun se distingue la direccion de las aguas, por lo que se forman muchas lagunas. La divisoria pasa despues por las inmediaciones de Tembleque con una elevacion de 700 metros hasta las alturas de Guadalerzas, que ya van tomando carácter de Sierras, y aparecen algunas cadenas paralelas, una de las que sigue el borde de la cuenca. Despues tuerce al N. por los altos del Molinillo, pertenecientes al nucleo de los montes de Toledo, dirigiéndose al O. por el puerto del Milagro, cerros de Peñafiel

y del Buey. Prolongándose por el E., forma la sierra de Yébenes, que antes de perderse en las llanuras se ramifica en varios cerros cerca de Mora. Desde el del Buey sigue la cumbre dando varios estribos, con bajos collados, y mas adelante un grupo de contrafuertes que penetran en las cuencas contiguas. Uno de dichos estribos sigue la division de las aguas y se prolonga hasta la misma orilla del Tajo. Luego se llega á los picos de las Villuercas, de mas de 1500 metros de altura, pertenecientes á la provincia de Cáceres, por medio de una cumbre destacada de los estribos del cerro del Buey. Mas adelante se hallan las alturas de Deleitosa y de Miravete, que marchan paralelas á la sierra de la Matanza, por cuyo lado viene otra cadena de Portugal, formando parte del perimetro de la cuenca, la cual se enlaza con prolongaciones de las sierras citadas de Deleitosa y Miravete.

Tomando otra vez la divisoria en el O. de la provincia de Toledo, se advierten mesetas y barrancos, que forman las vertientes. Corre al S.O. desde las Villuercas hasta la sierra de Montanchez, pasando por la orilla de la meseta que hay en Trujillo y el puerto de Santa Cruz. Se inclina al O. N.O., y marcha á unirse con la sierra de Carbajo, mediante la de San Vicente, penetrando en la misma cuenca del rio. Continúa al O. por las alturas de San Vicente, ligándose muy pronto con varias sierras de Portugal.

Segun acaba de verse, el centro de esta cuenca está ocupado por planicies que van descendiendo en el mismo sentido que el rio, y sobre las cuales se levantan las sierras de Guadarrama y de Grados en su parte septentrional, formando sus bordes mas elevados. El Tajo nace en Fuente Garcia, y corre por un cauce muy profundo, primero en direccion N.O. y luego O. y S.O., estando sus laderas levantadas muy verticalmente. Cerca de Trillo se halla su cauce á una altura de 700 metros; cuando pasa por Aranjuez tiene 480; en Puente del Arzobispo 305; cuando se le une el Tietar solo alcanza 200, y al recibir el Almonte ya no tiene mas que 145 metros de altura. Desde este punto marcha al O., siempre por un barranco profundo, y pe-

netra en Portugal, ensanchándose luego para dividirse en varios brazos que forman deltas con sus acarreos, desembocando en el Océano, cerca de Lisboa.

REGION MERIDIONAL OCEÁNICA. Los límites marítimos de esta region son el cabo de San Vicente y la isleta de Tarifa; y las cuencas principales que comprende son las del Guadiana, Guadalquivir y Guadalete, que vamos á describir para dar una idea de la extension y perimetro de la region hidrográfica.

Cuenca del Guadiana. Están en ella incluidas porciones de las provincias de Cuenca, Albacete, Toledo, Ciudad Real, Córdoba y Cáceres, y todo el territorio de Badajoz y Huelva, sin contar lo que pertenece á Portugal. Todo su perimetro del N. es el mismo descrito cuando nos hemos ocupado de la cuenca del Tajo.

El nacimiento del Guadiana parece estar en el rio Záncara ó en el Cigüela, pues las aguas de las lagunas de Ruidera, á que se ha atribuido su origen, se pierden por completo. Si para fijarle se atiende al volúmen de agua que recibe, hay que hacerlo en los llamados Ojos del Guadiana ó de Villarrubia, en donde brotan copiosos manantiales en un parage cuya altura es de 608 metros. El Cigüela y el Záncala reunidos recorren 26 kilómetros por un cauce pantanoso, juntándose luego con el Azner. Despues de unirse estos con el manantial de los Ojos, estan las aguas á 594 metros de altura; á 362 despues de la confluencia del Estena, en donde por un gran recodo se aproxima al Tajo; á 250 cuando se junta al Zujar; cerca de Mérida á 196, y próximo á Badajoz á 155. Así es que el Guadiana corre con poca pendiente, se ensancha en extensas tablas, sobre todo despues que sale de la Serena, desde donde se derrama por un terreno muy llano cruzando toda la provincia de Badajoz. Son muy poco accidentados los sitios por donde pasa, y lo mismo las separaciones de las regiones hidrográficas contiguas, si se exceptua la cumbre central de los montes de Toledo y sierra de Guadalupe, y la parte correspondiente á la cordillera de Sierra Morena; así es que cuesta trabajo señalar la divisoria de sus vertientes. Extensas llanuras muy

niveladas, quizás las mayores de la Península, establecen su límite oriental; y mas al O. se va accidentando el terreno, aunque existen dilatados páramos y anchos valles que se enlazan con los grupos de las pequeñas cadenas de su perímetro. Hasta Medellín el límite de la cuenca está formado por insignificantes alturas que tienen por término medio 230 metros de elevación. Del mismo modo marchan hasta la incorporación del Zujar, pasado cuyo punto se encuentra la sierra Orellana, cortada por el Guadiana en las Peñas de Cogolludo. Algunos estribos arrancan de la cumbre divisoria entre la sierra Guadalupe y el puerto de Santa Cruz; y existen otros en los confines de Cáceres, Toledo y Ciudad Real, contiguos á la cuenca del Tajo, y algunos de los cuales penetran en la del Guadiana. Siguen luego las sierras de Bohonal, Villarta, Valdehornos y otras que se estienden hasta el mismo Guadiana, y en los altos del Molinillo hay algunos estribos de la Calderina, que van bajando por puerto Lapiche. Todo el terreno que forman las vertientes por el lado S. pertenece á las provincias de Toledo y Cuenca, y hasta el alto de Cabrejas no se ven mas que mesetas cortadas por barrancos. Al pié de dicho alto nace el Cigüela, y mas hacia el S. el Zancara, que se le une luego, y que, como hemos dicho, son los que debieran considerarse como el origen del Guadiana. Pasados estos sitios, marcha la divisoria por los altos de Obispália y de Cervera á unos 900 metros de altura, tuerce al S.E. por los altos de la Muela, va á las cumbres del Bonillo, en la provincia de Albacete, continuando por las lomas de Arteseros y del Horcajo hasta llegar luego á las lagunas de Ruidera. Estas son en número de trece, ocupan un espacio de 15 kilómetros de N. á S., y la mas elevada se halla á 843 metros sobre el nivel del mar. Por la Mancha forman los límites de la cuenca llanos unidos de unos 600 metros de altura, que van á terminar por el N. en los montes de Toledo. Luego que se han pasado las vertientes que van á las lagunas de Ruidera, marcha la divisoria por los altos de Villanueva de la Fuente y de Albaladejo; tuerce al O., y se dirige á los altos del Viso. Se llega á la Peña de la Atalaya, de donde parte una pequeña sierra que corre al O., marcando el límite

de la cuenca. Se inclina al S. O. pasando por el valle de la Al-
 cudia, y aparecen luego las cumbres de Sierra Morena, siendo
 las de Quintana y Madrona las de mayor altura de la cadena me-
 ridional de este lado de la cuenca. En la provincia de Cuenca
 hay otra loma poco pronunciada que establece tambien la
 vertiente de las aguas. Mas adelante, la divisoria se inclina un
 poco al S., siguiendo luego dilatadas llanuras. Entre la divisoria
 y el Jabalon hay una linea de alturas que limitan el Campo de
 Calatrava, las cuales terminan en el risco de Peloché, en la mis-
 ma orilla del Guadiana. Continúan las cadenas mas meridiona-
 les al N. E., dividiéndose en varios brazos por las inmediaciones
 de Almadén hasta el rio Esteras. Cerca de la confluencia del
 Guadalmez con el Zujar se levanta la sierra de Santa Eufemia,
 la cual continúa por la cordillera que limita al S. el valle de la
 Serena, enviando vertientes al Zujar antes de su union con el
 Guadiana, entre cuyos dos rios queda una meseta estrecha de
 unos 400 metros de altura al pié de la sierra de Lares. La divi-
 soria se dirige al O. hasta encontrar la sierra de Llerena, la
 cual se estiende por la cuenca del Guadalquivir. Despues forma
 un arco por los altos de Fuente Cantos y Bienvenida para incor-
 porarse á la sierra de Tudia, de la que arrancan las sierras
 principales de Sierra Morena, siendo prolongaciones suyas las
 de Aracena y Andivalo, las cuales trazan la divisoria al O. y S. O.
 Despues de precipitarse el rio en cascadas por lo elevado de las
 escarpadas rocas, se estienden varias alturas de E. á O., limi-
 tando la última porcion de la cuenca por los altos de la Peña
 y del Aguila, perdiendo cada vez en elevacion, y dirigiéndose
 luego al S. en forma de una pequeña loma hasta llegar al mar.

La cuenca del Guadalquivir comprende las provincias de
 Sevilla, Córdoba, Jaén y Cádiz, gran parte de la de Granada, y
 pequeñas porciones de las de Huelva, Málaga, Almería, Alba-
 cete, Ciudad Real y Badajoz. Examinando el territorio desde
 las cumbres que dividen esta region de la del Guadiana, ca-
 minando por la derecha del rio de S. á N., nos encontramos en
 primer lugar con una loma que encierra las cuencas de los
 rios Odiel y Tinto, que nacen el primero en la Sierra de Ara-

cena, y el segundo en las minas de su nombre al pié del cerro de San Cristobal. Estos rios corren por las marismas, que no son mas que aluviones que han ido estrechando sus cauces. Mas al N. se hallan otras vertientes que van al Guadiamar, y despues al Mediódia de la sierra de Tudia, se destaca la ribera de Cala; y por el N. de la misma van otras vertientes de Fuente-Cantos, Bienvenida y Villagarcía á parar á Guadalquivir, recibiendo tambien aguas por el lado opuesto de las cordilleras de Llerena. Despues, y hácia la parte occidental de la provincia de Córdoba, se hallan numerosos estribos procedentes de Sierra Morena, formando escalones con profundos surcos atravesados por arroyos; y por el E. todos los cursos de agua están separados por otros estribos que avanzan hasta las mismas orillas del Guadalquivir, siendo en lo demas el terreno una meseta ligeramente ondulada. Pasada la sierra de los Santos, que en algunos parages adquiere una altura de 760 metros, se hallan fuertes estribaciones que estrechan el cauce del rio, y algunas alturas de la misma cordillera van á enlazarse con la cumbre divisoria de la cuenca del Guadiana. Despues se llega al llano de Pedroches y á la sierra de Córdoba que tiene vertientes al Guadalquivir. Vuelve á marcarse sierra Morena en sierra Quintana y Madrona, por donde descienden varios arroyos que constituyen el Jáudula, el cual va luego á desembocar en el Guadalquivir. Por esta zona se hallan las cumbres de San Cristobal, el Cambron y el Torno, enlazándose con otras, entre las que descuella el pico de Almenara, de 1800 metros de altura, y que luego forman la sierra de Alcaráz. Paralela á esta sierra se halla la de los Calares, y ambas están enlazadas por un collado bajo, viniendo hácia el S. desde el Padron de Bien-servida. De esas sierras se destacan varios estribos, por entre los que se deslizan diferentes rios, algunos de los cuales van á parar al Guadalquivir; y luego que se pasa la sierra de Chiclana, de Ubeda y otras, corre la divisoria por un collado, recibiendo el Guadalquivir las aguas del lado occidental de esas cumbres. Sigue la divisoria por las sierras de la Zarza, y despues se encuentran las llanuras de Huescar, cuyas vertientes van unas al

E., y otras al O., señalando el limite de la cuenca. Marcha por la cumbre de Sierra Maria, que se eleva á mas de 2000 metros, y torciendo al S. por el collado de las vertientes, se encuentra con la sierra de las Estancias, cuya cresta oriental es el limite de la cuenca que describimos. Al S.O. hay otro collado que enlaza la divisoria con sierra de Baza en su prolongacion occidental, encontrándose al Mediodia los llanos del Marquesado de Guadix, por los cuales se llega á sierra Nevada. Esta se levanta al S. rápidamente, siendo el punto divisorio de las cuencas el cerro del Almirez de 2400 metros de altura. Mas al O. se hallan otros picos mas notables, como el de la Alcazaba de 3314 metros de altura, el de la Veleta de 3470, y el de Mulahacen de 3554. Otras cadenas paralelas á Sierra Nevada se enlazan con varios collados, y con una cumbre que se destaca al N. de los tres picos mencionados, formando la divisoria varias vertientes, algunas de las cuales recorren las sierras de Pozo Alcon y otras, para llegar al Guadalquivir.

El origen de este rio se encuentra en la cañada de las Fuentes á 481 metros de altura, en las faldas septentrionales de las sierras de Pozo Alcon. Marcha al N.E. en un principio y luego se inclina un poco al N. al llegar cerca de su union con la sierra de Segura. En la hoya que hay entre Pozo Alcon, sierra de Segura, Cuatro-Villas y Cazorla recibe abundantes arroyos, aunque escasos en número, siendo insignificantes los que le llegan por las faldas septentrionales de Cazorla y de la Loma de Ubeda. El Guadalquivir se inclina luego al S.O., hallándose en Andujar á 200 metros de altura, y á 104 en Córdoba, dando en esta zona numerosas revueltas por los muchos contrafuertes que se prolongan por este lado. Desde Córdoba corre por una suave pendiente hácia Sevilla, sintiéndose ya cerca de este punto el influjo de la marea. Al S. de Sevilla se divide en tres brazos, de los cuales el del E. y el del Mediodia se unen luego, y despues el otro, ó sea el del O., con cuyos giros se constituyen las dos grandes islas llamadas Mayor y Menor, caminando luego las aguas en un solo cauce por terreno bajo y pantanoso hasta su desembocadura frente á San Lucar de Barrameda.

REGION MERIDIONAL MEDITERRÁNEA. Comprende una zona estrecha á lo largo de la costa, cuya mayor anchura es de 97 kilómetros, y abarca una pequeña porción de las provincias de Cadiz, Granada y Murcia, y casi todo el territorio de las de Málaga y Almería. Parte de su perimetro es el de la region anterior, y su divisoria se enlaza con las de otras vertientes en la sierra de Tolox. Desde el puerto de los Alazores se continúa sierra Prieta, dirigiéndose la cordillera al S.O., despues de haber sido atravesada por el rio Guadalhorce, y caminando al S. con el nombre de sierra Bermeja, termina en sierra Crestellina,* que se levanta cerca del mar al lado de la desembocadura del Guadiaro. Las vertientes del N. en el puerto de los Alazores y entre la sierra de Tolox forman el Guadalhorce. Varios estribos y cordilleras van á unirse por el N. con la divisoria, y por O. con las altas mesetas próximas á Ronda, por donde se deslizan algunos afluentes al Guadiaro, dejando al N. una llanura ondulada en la que se encuentran algunas lagunas saladas, y entre ellas la muy notable de Fuente de Piedra. El Guadiaro pasa luego por la angosta brecha de los Gaitanes, dirigiéndose al S.E. hasta desembocar cerca de Málaga. Al pie de sierra Prieta nace el Guadalmedina, y en el puerto de los Alazores comienzan tambien las vertientes que van al rio Velez. Se encuentra despues el rio de Motril que recoge las aguas del N. de la Almirajara y otras que bajan de sierra Nevada. La elevada cumbre del Mulahacen forma tambien parte de la divisoria de esta region, enviando á ella algunas vertientes. En los llanos de Guadix nace el rio de Almería, recogiendo las vertientes septentrionales y meridionales de sierra Nevada entre el cerro del Almirez y el monte Negro. Se encuentra luego la sierra de Gádor, que en algunos puntos toma una elevación de 2300 metros, y entre sus faldas y la costa se hallan los Campos de Dalías. Una de las prolongaciones de Gádor es la sierra Alhamilla, entre la cual y la de Filabres hay un terreno llano llamado Campo de las Tabernas, y por el S. se encuentran los llanos de Nijar que se terminan en la sierra de Gata. Esta cumbre se prolonga con el nombre de sierra Cabrera, deprimiéndose

dose notablemente para elevarse despues en sierra Almagrera. La de los Filabres da algunos estribos al N., y entre ella y la de las Estancias corre el rio Almanzora. De esta última se destacan tambien estribos que estrechan los barrancos que van á dicho rio, limitándose despues la divisoria por la sierra de Almenara, y separando las vertientes de esta region de otras que van al Segura. Las sierras de Carrascoy y de Columbares, dividiéndose en varias líneas de cabezos, llegan hasta el mar, limitando al S. el valle del Segura, y de este modo se dirigen las vertientes por el S. hasta el mediterráneo, y algunas al llamado mar Menor, mediando por este sitio un llano bastante bajo por donde corre la divisoria de la region meridional hasta el Cabo de Palos, siguiendo luego tocando al mar una cadena de montañas. Una segunda linea de alturas se levanta desde la divisoria anterior, que son una prolongacion de sierra Almagrera; muchas estienden sus ramificaciones hasta el mar, y despues de interrumpirse en el puerto de Cartagena, vuelven á elevarse en forma de una cadena seguida, en la que hay grandes indicios volcánicos hasta el mismo Cabo de Palos.

REGION ORIENTAL. Es la mas extensa de todas, pues comprende casi una tercera parte de España, y á ella pertenecen porciones de las provincias de Almería, Granada y Jaen, gran parte de las de Murcia, Albacete y Teruel, la mitad de la de Cuenca, pequeños trozos de las de Guadalajara, Soria y Santander, una tercera parte de la de Burgos, casi la totalidad de la de Alava, Navarra, Huesca y Lérida, y por completo las de Logroño, Zaragoza, Alicante, Valencia, Castellon, Tarragona, Barcelona y Gerona. Corresponden á esta region las cuencas del Segura, del Jucar, del Guadalaviar, del Ebro, del Llobregat, del Ter y algunos otros menos importantes.

En el sentido de la divisoria con las regiones occidentales no existe otra sierra de importancia que la conocida con el nombre de Cebollera, en los limites de Logroño y Soria, y hasta poco antes de ella no hay mas que altos páramos, y despues varios collados hasta llegar al Moncayo. Pasado este, va la divisoria por planicies elevadas á buscar la jibosidad de Albarracin, des-

de donde se continua por altas mesetas y estensas llanuras hasta la sierra de Alcaraz, por cuya cumbre se estiende largamente, pasando luego por grandes collados que enlazan varias cadenas paralelas, marcando la separacion de las vertientes. Hasta el cabo de Palos sigue luego una linea de alturas poco notables, alternando con terrenos casi llanos. Asi que, la divisoria en su largo desarrollo, no corre por verdaderas sierras aunque sus alturas ofrezcan ese aspecto en algunos parages.

Cuenca del Segura. Este rio nace al lado oriental de la sierra de su nombre dentro del territorio de Jaen; se dirige luego de O. á E. por la provincia de Albacete, y marchando despues al S., penetra en la de Murcia, habiéndose unido al rio Mundo. La sierra de Alcaraz cierra la cuenca de este último, destacándose algunos brazos que van á marcar el borde septentrional de la cuenca del Segura y su divisoria con el Jucar. En el nacimiento del Segura empieza tambien la sierra Grillemona, que dá varias alturas, muchas de las que terminan en sierra Oliva. El Mundo y el Segura se hallan tambien separados por la sierra de los Calares; y despues de haber marchado encauzados por un profundo barranco, se dirigen por los limites de Murcia y de Orihuela, torciendo al E. cerca de la primera de estas ciudades con una altura de 45 metros; y desde aqui marchan sus aguas por un ancho valle hasta su desembocadura cerca de Guardamar. El Segura recibe por su margen derecha varios rios, entre ellos el Moratalla, el Caravaca, el Quipar, el Mula y varias ramblas, entre ellas la llamada Sangonera. Al otro lado del Segura hay algunas cadenas discontinuas con varias alturas, por entre las cuales bajan las ramblas del Judio, del Moro y otras mas pequeñas. Cerca de su orilla meridional se hallan las sierras de Carrascoy y de Columbares, comunicándose Murcia y Cartagena por el puerto de la Cadena. Por el S. se deslizan algunas vertientes que van al mar Menor, y hácia el mismo lado existen los dos lagos que constituyen las abundantes salinas de la Mata y Torrevieja. Por la margen izquierda se ven las sierras de Orihuela y de Callosa, y al N. de ellas la de Crevillente que la cruza el rio Vinalapó, cuyas aguas se recogen en un pantano

de los campos de Elche, penetrando en la albufera de este pueblo. Del lado oriental de los orígenes del Vinalapó hasta la costa hay una sierra de pequeñas cadenas, por entre las cuales corren algunos collados que marcan la divisoria. Entre las cuencas del Jucar y el Vinalapó se elevan también las sierras de Onteniente y de Mariola; mas al Mediodía las del Carrascal, y hacia el E. las de Serrella, con otras mas insignificantes que se prolongan hasta los cabos de San Martín y de la Nao.

Cuenca del Jucar. El origen principal de este río se halla cerca del cerro de San Felipe, á 1700 metros de altura, metido en un profundo cauce, dominado por altas mesetas y elevadas cumbres, y al pasar por Cuenca tienen ya sus aguas solo una altura de 900 metros. Camina luego al S., entrando cerca de Albacete en terrenos llanos, recibiendo por éste sitio pocos afluentes, como no sea el Balazote, y mas adelante por la izquierda el Valdemumbra, y despues el Cabriel. Las altas planicies que se encuentran al N. del Jucar y las que al S. forman la divisoria con el Segura, se enlazan con las sierras de Muelas de Carcelen y de Chinchilla, que son altos páramos relacionados con el extremo de la sierra de Alcaraz. Por el S. y en los confines con la cuenca del Segura se hallan varios cerros, entre los que hay algunas alturas notables y aisladas, como el Mugron de Almansa, que se eleva á 1247 metros, y por cuyos sitios empieza el escalon divisorio entre las mesetas centrales y las vertientes de la costa, teniendo una rápida bajada hacia el Valle de Mogente, cuyas aguas van á parar al Jucar reunidas con las del río Albaida. Al mediodía de dicho Valle se eleva otra cordillera que le separa del de Onteniente. Al S. de esta se halla la de Agullent, entre cuyas sierras se forma el río Serpis. Luego se encuentran varias cadenas pequeñas y paralelas que se estienden hasta la costa, descollando la Peña de Azafor y el Monyó, próximo al cabo de San Antonio. Antes de unirse el Jucar con el Albaida penetra en un terreno mas despejado, distribuyéndose sus aguas por las llanuras mas inmediatas hasta cerca de la Ciudad de Valencia; y en la última parte de su curso deja el río encerrada en una Isla

á la Ciudad de Alcira, y va despues á desembocar en el mar cerca de Cullera.

Uno de los principales afluentes del Jucar es el Cabriel, que nace en los limites de la divisoria del origen del Tajo, y marcha al S. por entre las alturas y mesetas inmediatas, estando su cuenca separada de la del Guadalabiar por una serie de crestas que se levantan sobre la jibosidad de Albarracin. Luego se encuentran los altos de Mira, que limitan los elevados llanos de Requena, corriendo el rio antes de llegar á ellos con una altura de 273 metros, siendo el de las mesetas inmediatas de unos 850, y asi continúa hasta llegar á las márgenes del Jucar.

Otro afluente de importancia es el Guadiela, que tiene su origen cerca del Pico Ranera y altos de Mira. Se dirige al S.E. por los llanos de Requena con una altura de 750 metros. Entre este rio y el Jucar se levantan las sierras del Martés, Montecaballón y del Ave. Por la orilla izquierda hay una loma que divide estas aguas de las del Guadalabiar, y luego siguen los altos de las cabrillas, en donde nace el rio Chiva, que va á desaguar en la albufera de Valencia, lago de 60 kilòmetros cuadrados de superficie, en comunicacion con el mar, y situado en medio de estensas llanuras.

Cuenca del Guadalabiar. Este rio, que se llama Turia en la última porcion de su curso, nace á 1600 metros de altura cerca de la Muela de San Juan, un poco al N. del origen del Tajo, y muy cerca tambien de donde nacen el Cabriel y el Jucar. Se dirige al O. por un cauce muy profundo; pasa cerca de Albarracin, estando á 850 metros cuando se aproxima á Teruel. Por el N. y E. limitan la cuenca la sierra del Tremedal y una elevada cumbre en la que nace el Jiloca. Sigue el borde de la cuenca por sierra Palomera, marchando á encontrar la de Gúdar caminando al E. por el alto del Pobo, que tiene 4700 metros de altura. De dicha sierra se desprende al S. un contrafuerte que tambien limita la cuenca, y toma el nombre de sierra Camarena, en la que está el pico de Javalambre, de 2000 metros de altura, que es el punto mas elevado de toda la divisoria. La cuenca está limitada al S. y al O. por un grupo de

alturas pertenecientes á la sierra de Albarracin y Montes Universales. Corre despues el rio por un barranco cercado de montes escabrosos, conocido con el nombre de rincon de Ademuz; sigue al S. por un estrecho y profundo cauce; luego al E.S.E. hasta llegar á las llanuras de Valencia, estando cerca de Chulilla á 140 metros de altitud. La divisoria marcha tambien por los campos de Liria, mediando entre la cumbre y el rio llanos ondulados y cadenas formadas por cerros redondos, con escarpaduras y cortes profundos. Las últimas mesetas centrales están separadas de la costa por un escalon desde los picos de Santeron, Ranera y Tejo. Despues de este último pico la divisoria sigue al E. por una cadena formada de otros varios, los cuales van descendiendo hasta perderse en los llanos de Guarte.

Hay en esta cuenca, ademas del Guadalabiar, algunos otros rios importantes, tal como el Palancia que nace al N. del pico de Andilla y desemboca cerca de Murviedro; el Mijares que nace cerca del alto de Torrijas, y cruza luego la provincia de Castellon, desembocando al S. de esta Ciudad; y tambien el Segarra, el Cenia, el de Benicarló y otros que corren dentro de la divisoria.

Cuenca del Ebro. El principal origen de este rio se halla en el abundante manantial de Fontibre, y sus primeras vertientes se desprenden de Peña Labra, punto divisorio de la region cantábrica y de la cuenca del Duero; despues corre por el valle de Valderredible, y dando varios rodeos pasa al pié de sierra Tudanca, que es un alto páramo. Cerca de su confluencia con el Neva se halla á 499 metros de altura; pasa por el estrecho de Besantes, é inclinándose al S.E. se dirige hácia Miranda de Ebro; y cortando los montes Obarenes, se desliza por un terreno mas abierto hasta Logroño, donde su altura es de 372 metros. Se dirige á Tudela, en cuyo punto arrancan los canales Imperial y de Tauste; se encamina al S.E. por un valle ancho y llano, uniéndosele el Arga y el Jalon antes de llegar á Zaragoza, y despues el Huerva y el Gállego, teniendo en este punto una altura de solo 184 metros. Pasado Zaragoza y cerca de Sástago se le incorpora el rio Aguas, y torciendo al E. y algo

al N. va hácia Mequinenza, por donde su altura ha quedado reducida á 56 metros, recibiendo en este sitio el Cinca y el Segre. Desde Mequinenza se dirige al S. por un cauce estrecho y profundo, salvando el escalon que media hasta la costa, desembocando por dos pequeños brazos que abarcan la Isla de Buda; hallándose en esta zona una llanura pantanosa con varias lagunas y salinas.

Examinando el terreno de esta cuenca, se observa por el lado del S. que la cresta del Monsá llega hasta el delta del Ebro, estando separada por el llano de la Galera del grande estribo que desde el Tosal de Encanares se dirige al N.E., el cual forma los puertos de Beceite, de donde arrancan ramales en forma de elevadas mesetas, hallándose despues otras cadenas que constituyen la sierra de San Just y la de Segura, entre las que nace y corre el rio Martin, que luego vá á parar al Ebro. Por el N.O. de esta última sierra se hallan los altos del Collado y de Cucalon, siendo el de Herrera, situado un poco al N., de 1366 metros de altura. Por este punto nacen el Aguas, cerca de los Baños de Segura, y los afluentes del Huerva. Luego se hallan altos páramos y un terreno ondulado, cortado por barrancos hasta cerca de las orillas del Ebro. En la fuente de Cella nace el Jiloca, estando su origen próximo á la confluencia del Alfambra con el Guadalabiar, recibiendo otro manantial conocido con el nombre de Ojos de Monreal. Su cuenca está limitada al E. por las sierras de Segura y San Just, y despues que se ha pasado la meseta de grande elevacion que forma el Campo de Romanos, se dirige al N.O. por Daroca. Al O. hay una pequeña cordillera, en la que se levanta el pico de Almenara á 1429 metros, la cual se prolonga hasta las orillas del Jalon; estando al S. de esta cadena el lago de Gallocanta, de 20 kilómetros cuadrados de extension y de 966 metros de nivel.

Estudiando la cuenca mas al O. se encuentran las altas mesetas que limitan la cuenca del Tajo, y que tienen por este lado sus vertientes al Jalon, el cual nace en los altos de Alcolea del Pinar, y marcha al N.E. hasta Calatayud, reuniéndose al Jiloca con una altura de 560 metros. Las aguas que le llegan por la

izquierda proceden de los límites de la cuenca del Duero, viéndose por este sitio las elevadas mesetas que constituyen la sierra de Deza.

También van al Ebro las aguas del río Alhama, que recoge las del San Pedro y del Añamaza; y además el Cidacos que nace en sierra de Honcala, el Leza y el Yregua procedente del puerto de Piqueras en sierra Cebollera. En esta misma nace el Negrilla, que tiene uno de sus orígenes en la laguna de Urbion, la cual es de 80 metros de profundidad. Por toda esta zona hay elevados contrafuertes y grandes mesetas, seguidos de largos páramos que separan las vertientes del Duero y del Ebro. También van a este río las aguas del Nela, que nace al E. del puerto del Escudo en la arista pirináica; recoge las vertientes de algunas cumbres, entre las que se encuentra la sierra Tala, y que parece enlazarse con la de Tulanca. A esta zona pertenece la meseta de Vitoria, de 500 metros de altura, y el páramo de Andía, a cuyo lado S. está la sierra de Toloño, prolongación de los montes Obarenes. Al N. de Andía nace el Araquil, que corre por un valle cerrado por escarpadas crestas, cortadas en el paso de las Dos Hermanas por el río Lecumberri, el cual baja desde el puerto de Aspiroz. El río Arga nace en el puerto de Ortiaga a 947 metros de altura en el paso de los Alduides, reuniéndose luego con el Sanz y el Ulzama, y llega al Ebro después de haberse unido al Alagon, que nace en el puerto de Canfranc, y recoge varios afluentes del Pirineo, entre ellos los que corren por los valles de Hecho, Ansó y Roncal. Después va a buscar el Arga, recibiendo también el Cidacos y el Onsella; atraviesa por entre muchos estribos, se dirige al O. por el territorio de las Bãrdanas, cuyas aguas recoge antes de penetrar en el Ebro, encontrándose con el Gállego que nace también en los Pirineos y puerto de Sallent.

Otras vertientes de los Pirineos entre la sierra de Estos y las tres Sorores forman el río Cinca, que luego se junta al Alcanadre para penetrar en el Segre y desembocar reunidos en el Ebro. En esta zona se hallan prolongaciones de las cumbres principales de la sierra de Guàra, entlazándose al S. uno de sus

estribos con la de Carrodilla. El Segre nace en la cumbre pirináica en territorio francés, recibe el Balira procedente del valle de Andorra, pasa por Lérida, se reúne luego al Cinca y después al Ebro, juntándosele antes el Noguera-Pallaresa y otros varios. En la cuenca del Segre, por su parte septentrional, hay una serie de estribos ramificados, con escarpadas gargantas, y después vá descendiendo el terreno hasta formar los llanos que hay en su orilla derecha. Por la otra está la sierra de Cadi, que tiene por el S. varios estribos paralelos y unidos a una loma que marca el limite de la cuenca del Ebro y su confin con la del Llobregat. La divisoria de dicha cuenca del Ebro se dirige al S.O. después del nacimiento del Sió, y camina por unas alturas que se enlazan con la sierra de la Llena. Luego se eleva por la sierra de Monsant y de la de Prades, la cual profundándose dá un ramal que se enlaza con los puertos de Becete y traza el limite de las planicies de Occidente.

Por la descripción que antecede se aprecia que el Ebro empieza en altas mesetas que comunican con las regiones cantábrica y cuenca del Duero, con las cuales se confunde la cumbre pirináica. Después se encuentran por una y otra orilla planicies menos elevadas, y desde los montes Obarenes corre por un valle que se va ensanchando cada vez más hacia el S.E.: Las altas mesetas de la divisoria del Tajo están cortadas por los afluentes de éste, presentándose después llanuras bajas. Por el E. se halla un terreno análogo al anterior, hasta que se llega al escalon que surca el Ebro después de su union con el Segre. Por el N. se presenta una serie de crestas desde el Pirineo, paralelas á él y muy unidas, ocupando una ancha zona, dejando otra faja de mesetas cerca de la orilla del rio, la cual se prolonga por la margen izquierda del Segre y penetra un poco en la cuenca del Llobregat.

Cuenca del Llobregat. Este rio nace en la sierra de Cadi, al E. del pico del Coll de Jou. Se dirige primero al S. y luego al S.O. para ir al mar cerca de Barcelona. Recoge las aguas del Aiguadora del Noya y algunas ramblas, como las de Marlés y Gabarresa. Por este terreno corren varios ramales, entre

ellos la Pedra Forca, cerca de la cual está la Hoya de Vallsebre, los Rasos de Pagnera y la gran montaña de Busa, la cual se eleva á 4037 metros sobre el cauce del rio Aiguadora, prolongándose en la otra orilla por la roca de Trevil y la sierra de Berga, que llega hasta el Llobregat. Hacia el Mediodia el terreno se encuentra en forma de mesetas surcadas por muchos barrancos, dominando los altos de Pinós en el lomo divisorio con el Ebro. Luego se hallan altas planicies, prolongacion de los llanos de Urgel, pasando por Manresa á la otra orilla del Llobregat, y extendiéndose hasta la plana de Vich, enviando sus vertientes al Ter. La sierra de Monserrat, de 1237 metros de altura se levanta al S. rápida y aisladamente, relacionándose con las del Monsech y de Guara, y continuándose por el E. con los altos de San Llorens del Munt hasta el Monseny. Al S. del Noya hay un terreno muy ondulado con varias alturas que marchan de E. á O., las cuales tienen su mayor elevacion en los picos de Morella, muy cerca de la costa. Por la izquierda del Llobregat se encuentra una cordillera que cierra al N. con el llano de Barcelona, el Plá de la Garga, elevada meseta de mas de 4000 metros, que forma con los altos opuestos del Monseny el valle del Congosto. El Bexos y el Tordera recogen las vertientes de estas alturas, estando dichos rios separados por un collado de 230 metros de altura, y entre ellos y la costa hay una cadena, que es prolongacion de la que limita el llano de Barcelona.

Cuenca del Ter. Este rio nace en la cumbre del Pirineo al E. del Puigmal; se une con el Fresser; marcha al S., y luego al E. para desembocar en el mar frente á las islas Medas. Sus afluentes son de escasa importancia, á no ser el Onyá que nace del lago de Bañolas y se le junta cerca de Gerona. Entre los orígenes del Ter se hallan muchos estribos, como la sierra de Surroca, el Puig-se-Calm, de 1500 metros de altura, los altos de Grau de Olot, desde los cuales se prolonga una cordillera al E. que limita la cuenca del Ter. Del collado de Olot y del Monseny se destacan algunos estribos que estrechan el cauce del rio, el cual pasa luego á un terreno llano, dominado por algunas alturas paralelas á la costa cerca del Cabo Bagar. Dentro de la cuenca

que describimos se encuentra tambien el Fluva, que nace al pié del Grau de Olot, y recogiendo varias vertientes del Pirineo va á desembocar en el Golfo de Rosas, ofreciendo el terreno muchas estribaciones, y haciéndose luego mas despejado. Por la misma zona corre el Muga, que forma varios pantanos hacia su desembocadura en el mismo golfo, ofreciendo en la parte superior de sus vertientes un estribo del Pirineo que marcha al S.E. hasta el Cabo de Creus, cerrando al N. el llano del Ampurdam.

Ademas de las regiones hidrográficas descritas, debemos hacer mencion de las que pertenecen á las Islas Baleares y á las Canarias, que, siendo provincias de España, conviene hacer referencia de ellas.

REGION HIDROGRÁFICA DE LAS ISLAS BALEARES. Pueden considerarse estas islas unidas geográficamente á la Península, como en la prolongacion de una de sus cordilleras principales, cuyas cimas van asomando á trechos sobre el nivel del mediterráneo, y es la que pasa por la Sierra Sagra, que cortada mas al E. por el rio Segura, continúa con frecuentes interrupciones hasta los cabos de San Martín y de la Nao en la provincia de Alicante, siendo éstos los puntos mas próximos á las Baleares, pues solo distan 83 kilómetros de sus islotes mas avanzados al Occidente. Las islas principales son tres, Mallorca, Menorca é Ibiza, y de ellas nos ocuparemos separadamente.

Ibiza y Formentera son las mas meridionales de este grupo. Ibiza tiene una longitud de 39 kilómetros, y 18 de ancho. Los cabos mas salientes son al N. la punta den Serrá, al S. la de las Pórtas, al E. el cabo Campanich, y al O. el Pelat. Una cordillera seguida formando varias inflexiones, se extiende desde el cabo Pelat hasta la punta Grosa; se deprime hacia el centro en el Coll de San Rafael, despues se acerca mas á las costas del N., y de aqui se desprenden algunos ramales que terminan en las puntas salientes del perimetro, en uno de los cuales se halla la cumbre llamada Camp-Vey, de 396 metros de altura, casi tocando al mar. Por los lados del S. y del O. los estribos son mas cortos y de menos importancia, dominando llanos que ocupan gran parte de la isla. El rio ó arroyo mas notable es el de Santa Eulalia,

hacia el E.; el torrente de Fruitera, que desemboca cerca de Ibiza; y el Torrent-Gros, que vá al puerto de San Antonio. También hay algunos terrenos pantanosos cerca de los dos citados puertos.

La isla Formentera está situada muy cerca al S. de la de Ibiza, relacionándose con ella por la punta del Borrónar, que es la mas avanzada al N. Entre esta y la de las Portas de la anterior hay una distancia de 6 kilómetros. La Formentera tiene unos 26 kilómetros de extension; su punta mas saliente al E. es Cala-Codolar, y al S.O. la del Aguila. Tiene dos alturas pequeñas, situadas una al O. y otra al E., separadas por una lengua de tierra de 2 kilómetros de ancha, y dos playas en las partes N. y S. La altura mas oriental, llamada la Mola, se eleva escarpada sobre las costas, y forma una planicie en su cima. La occidental es mucho menos notable que la anterior.

Mallorca y Cabrera. Al E. de Ibiza sigue Mallorca, separadas por un espacio de 84 kilómetros. Su mayor longitud es de 99 kilómetros, entre las puntas Rebasada y el cabo de Pera, que son sus puntos mas salientes por O. y E. El cabo Formentor es el mas avanzado al N., y el de Salinas al S., mediando entre ambos, una extension de 79 kilómetros. Desde la punta Rebasada al cabo Formentor corre una cordillera que marcha paralela y muy próxima á la costa del N. Se ven en la parte occidental de ella el Puig den Galatzó, y en la central el de Torrella y Silla de Torrellas, que es el punto mas elevado de la isla, y no se halla en la cresta principal, sino en un estribo y distante unos 4 kilómetros de la orilla del mar. Luego va descendiendo y descomponiéndose esta cumbre hasta su terminacion oriental. Varios estribos se desprenden de esta cadena, siendo el principal y mas extenso el que arranca perpendicularmente de Galatzó, y pasando por la Mola del Esclop, tuerce luego con el nombre de sierra de Sa-Burguesa, paralela y muy próxima al lado occidental de la bahia de Palma. Los demas ramales que se desprenden de la cumbre principal son cortos y poco importantes, viéndose al E. una linea de pequeñas alturas. El ancho de la zona montañosa inmediata á la costa del N. es de 14 kiló-

metros, y luego sigue una gran llanura con suaves ondulaciones que termina en la costa ligeramente escarpada. Por los barrancos que hay en la Isla corren vertientes de poca importancia, constituyendo, entre otros, los torrentes de San Miguel y de Muro, que desembocan en la albufera mayor, próxima á las playas de Alcudia; los de Banderola y Borja, que van á estas mismas playas algo mas al S., y el de Inca que desemboca en la bahia de Palma. Ademas de la citada albufera hay varios estanques mas pequeños, algunos de ellos explotados para la fabricacion de sal. La Isla Cabrera se halla al S.O. del cabo de Salinas de la isla anterior, y dista de él unos 14 kilómetros, habiendo en el espacio que las separa varios islotes, que marcan el enlace que existe entre ambas. Su mayor longitud de N.E. á S.O. es de 7 kilómetros, sin que haya nada notable que mencionar sobre esta pequeña isla.

Menorca. Es la mas septentrional del grupo, y sigue al E., distando 37 kilómetros el cabo Dartutx del Cap de Pera de Mallorca. Su mayor longitud es de 52 kilómetros, partiendo del cabo Bajoli, que es el mas occidental, y el de la Mola, que es el mas oriental. Su ancho medio es de unos 13 kilómetros. La isla está tendida de O. á E. con alguna inclinacion al S., y sus cabos mas notables, ademas de los citados, son el de Nau-sellés en el lado septentrional, el Javaritx algo al E., y la punta de Cova des Corps que es la situada mas al S.E. En la parte del E. se halla el puerto de Mahon, considerado como uno de los mejores del Mediterráneo, dominando su entrada la Península de la Mola, que aumenta considerablemente su importancia. El interior de la isla es muy llano y está compuesto de una planicie, elevada unos 50 metros sobre el nivel del mar, que continúa casi con el mismo nivel hasta la costa, partida por barrancos que la surcan en todos sentidos, por donde van arroyos de escasa importancia. Hacia el centro de la isla se levanta el monte Toro, de 368 metros de altura, que se enlaza con el de Santa Agueda, mucho mas bajo que el anterior, y con otro de menor elevacion todavia llamado de la Inclusa, situados ambos al Occidente del primero.

REGION HIDROGRÁFICA DE LAS ISLAS CANARIAS. Estas no tienen ninguna relacion geográfica con la Península, y se hallan situadas en la prolongacion de la gran cordillera del Adrar Tedla, ó del grande Atlas, que cruza del E. N.E. al O. S.O. el Imperio de Marruecos. Dicha cordillera compuesta de varias cadenas paralelas, se eleva al S. de la capital de dicho Imperio á 3.475 metros, y termina en la costa occidental cerca del cabo Ger. De las siete Islas principales que forman el grupo de las que nos ocupamos, las de Lanzarote, Tenerife, Gomera y Hierro se hallan en la misma línea que esta gran cresta, la de Palma queda un poco al N. de ella, y al S. las de Gran Canaria y Fuerteventura. Todas estas islas son de origen volcánico, y en algunas ha habido erupciones muy recientes, viéndose los cráteres de volcanes apagados y grandes corrientes de lava. A escepcion de Lanzarote y Fuerteventura que están separadas por canales poco profundos, todas las demas se elevan bruscamente, presentando altas cimas y fuertes escarpados en sus costas, sin entradas notables ni islotes, y con muy pocas playas de arena. La Fuerteventura es la de terrenos mas bajos, que se asimilan con los de la costa africana contigua á ella, y parece que estos terrenos se continúan al Mediodia hácia las elevadas crestas del Atlas, para terminar en el territorio de Marruecos, convirtiéndose un poco mas al S. en el Gran Desierto de Sahara.

Todo el grupo de las Canarias se halla comprendido entre los 27° 37' 33" de latitud N. que corresponden á la punta de la Restinga, la mas meridional de la Isla de Hierro; y los 29° 24' 44" á la que se encuentra en la parte N. de la isleta Alegranza, próxima á Lanzarote. Las longitudes extremas son de 9.° 30' 20" al Occidente del Meridiano de Madrid, y los 14.° 29' 40", á contar desde el Islote del E., llamado Roque, hasta la punta de Orchilla, que es la mas occidental de la Isla de Hierro. La distancia de la isleta Alegranza, que es la mas próxima á España, es en línea recta de 4.038 kilómetros al puerto de Cadiz.

Lanzarote. Es la isla mas oriental del Archipiélago, tiene una estension de 58 kilómetros entre la punta de Fariones que es la mas septentrional y la Pechiguera situada al S.O., siendo

de 18 kilómetros su ancho medio. En el resto de su perímetro no hay otra punta notable mas que la del Papagayo, que es la mas meridional. La Alegranza se halla á 16 kilómetros de la punta N. de la de Lanzarote, y en ella se vé el Crater llamado la Caldera, de 286 métrós de altura. En el interior de Lanzarote se levanta una cordillera, que con algunas interrupciones se prolonga de N.E. á S.O. Hacia el extremo oriental se halla el crater de la Corona, de 591 métrós de altura; un poco mas al S. el Monte Fámara, de 684, que es el mas elevado de la Isla, formándose una angosta meseta que va declinando hacia el mar por el lado del O. En la parte central se vé la Montaña Blanca, de 597 métrós de altura, y al extremo S.O. el monte del Hacha Grande, de 567, cerca de la punta del Papagayo, y el crater de la Roja contiguo á la Pechiguera. Al N. de esta cadena hay una línea de cerros llamados Montañas del Fuego, y estensas corrientes de lava. No hay mas que arroyos de escasa importancia y pequeñas lagunas inmediatas á las costas.

Fuenteventura. Está separada de la anterior por un canal de 11 kilómetros en su parte mas angosta, hallándose entre ambas la isleta de Lobos. Su longitud máxima es de 100 kilómetros desde la Punta-Gorda á la de Jándia, que se halla en el extremo de una reducida península conocida con el mismo nombre, y separada del resto de la Isla por una lengua de tierra de unos 9 kilómetros en su mayor angostura. La parte N. de la isla tiene 25 kilómetros en su ancho medio. Las otras puntas de su perímetro son poco notables: la del Agua, hacia el N., y el Morro del Jable Gordo en la Península occidental, son las mas avanzadas al E. y S. Una cadena de alturas poco enlazadas ocupa todo el centro de la parte principal de la Isla, presentando una fuerte interrupcion hacia el medio, y terminando algo distante de la costa del N. En ella se ven el Monte de la Muela, de 683 métrós de altura, y el del Cardon al extremo S. De esta cadena se desprenden varios estribos que separan llanuras onduladas y se acercan á las costas del S.E. Pasado el istmo llamado de la Pared, que separa la Península de Jándia, se eleva de nuevo la cordillera hasta alcanzar una altura de 844 métrós en

el pico llamado Orejas del Asno, que es el de mayor elevación de la Isla. Las señales de erupciones que se encuentran en varios montes no parecen ser muy recientes. Las aguas son escasas, y el mayor número de barrancos, secos casi siempre, se dirigen hacia las costas del E. y del O.

Gran Canaria. Se halla separada unos 80 kilómetros de la anterior, à contar desde su punta de Gando que es la mas oriental hasta la parte O. de la de Jándia. Afecta una forma casi circular, con una salida al N.E. que constituye una península llamada la Isleta. Son notables la punta de Sardina al N.O. y la de Taozo hacia el S. La mayor extension de la Isla es de 56 kilómetros, entre la punta N. de la Isleta y la de Taozo. Gran parte del centro de la isla está ocupada por un elevado nucleo que se divide en dos porciones mediante profundos barrancos, levantándose algunos picos poco enlazados, de 1.800 à 1.900 métrés de altura; y de esa gran masa montañosa se desprenden varios estribos, separando las vertientes, que se esparcen en todas direcciones. En la parte del S. hay una extensa hoya, resto de alguna conmocion volcánica, llamada la Caldera de Tirajano, cuyo fondo se halla à 750 métrés, dominado por el Pan de Azucar, de 1.405 de altura; siendo tambien muy notable el gran crater redondo llamado la Caldera de Bandame, que se halla hácia el N.E. Otros volcanes apagados, y de épocas remotas, se ven en varios parages hasta en la misma Isleta, y casi todos los estribos avanzan hasta la costa, teniendo al lado de ellas en muchos sitios alturas de mas de 400 métrés. Entre los varios arroyos que surcan la isla en todos sentidos, hay muchos que llevan aguas permanentes, siendo los mas extensos el de Guayadeque y el de la Aldea, que van à desembocar en las costas del E. y del O., siendo tambien notables los que salen de la Caldera de Tirajana.

Tenerife. Está situada al N.O. de la Gran Canaria, distando 61 kilómetros desde el Cabo Colorado hasta las costas occidentales de la anterior. Su forma es la de un triángulo irregular; uno de los vértices sale hácia el N.E., hallándose en esta parte la punta de Anaga; el segundo vértice termina en la punta occi-

dental de Teno, y el tercero en la punta Rasca, que avanza al S. Los otros salientes de su perimetro son poco marcados, corriendo la costa muy seguida entre las puntas de Teno y Rasca, y con ligeras inflexiones desde ellas á las de Anaga, estrechando mucho la parte del N.E. La mayor longitud es de 86 kilómetros. En la parte central y un poco hácia el O. se halla el famoso pico de Teide, de 3.715 metros de altura, el mayor de todo el Archipiélago, y que escede en 161 metros al pico del Mulahacen de la Península en Sierra Nevada. En lo alto de dicho pico de Teide ó de Tenerife se halla un antiguo crater de 50 metros de profundidad, forma un inmenso cono, y tiene al S.O. adosado el Monte Chaorra, tambien antiguo volcan; y mas abajo otro que hizo su erupcion en 1.798. Hácia el S. y el E. aparece una cresta escarpada, dejando una hondonada á su alrededor, conocida con el nombre de Circo de las Cañadas. Por los lados del O. y del N. hay una esplanada pequeña, desde la cual las pendientes son rápidas hasta la costa, viéndose tambien por aquí cerrillos volcánicos y corrientes de lava. En la cresta que circunda el pico por el S. y el E. se levantan el monte de los Azulejos y el de Iñaza, el primero con una elevacion de 2.865 méetros y de 2.247 el segundo. Al monte Iñaza sigue el llamado del Peregil; y mas adelante se halla un collado bastante bajo por donde se comunican las poblaciones de Tenerife y de Orotaba. Todas las pendientes son grandes y rápidas, y las laderas se hallan surcadas por barrancos que bajan rectamente al mar, algunos con aguas permanentes, corriendo todas por cauces muy estrechos y profundos. Al lado del O. hay una pequeña cadena que termina en la punta de Teno, en la cual se levanta el monte Chavique, y en direccion á la de Rasca se ven varias cumbres menos enlazadas, con indicios volcánicos como los hay en toda la isla.

Gomera. Dicta 27 kilómetros de las costas occidentales de la anterior, siendo su parte mas próxima la punta de San Cristobal, que es la mas oriental de ella. Afecta una forma circular, siendo su mayor longitud de 26 kilómetros entre las puntas de Levante y Poniente. En el centro se eleva la cumbre Garojona

con una altura de 1.340 metros, y de ella parten estribos y laderas muy pendientes en todos sentidos, cortados por barrancos, de los que pocos conservan aguas en el verano.

Palma. Se halla al N.E. de la anterior, distante de ella 56 kilómetros por su punta meridional de Fuencaliente. La mayor longitud de esta isla es de 47 kilómetros á contar desde dicha punta hasta la del Mudo que es la mas septentrional. Su ancho máximo es de 28 kilómetros entre las puntas de la Sancha y Gorda, que son las mas salientes al E. y al O.; y por el S. la isla va estrechando hasta terminar en punta. Por el lado N. se levanta una gran cresta con varios picos, de los cuales el de la Cruz es el mas elevado, pues tiene 2.356 metros, y rodea un inmenso crater antiguo llamado la Caldera, con abertura hácia el S.O., estando su fondo á 703 metros, haciéndose los bordes mas bajos, y extendiéndose las cumbres por rápidas laderas hácia el mar. Por el S. se desprende de la parte culminante otra cresta seguida, que se deprime cerca de la Caldera, y vuelve á elevarse en el pico del Bergoyo, terminando en otro volcan que está cerca de la punta de Fuencaliente. Las laderas se hallan cortadas por barrancos, algunos de los que conservan aguas permanentes, como el de las Angustias que sale de la Caldera.

Hierro. Es esta isla la mas occidental del Archipiélago, situada al S.O. de la Gomera y distante de ella 62 kilómetros. Su forma es triangular, con tres salientes, al N.E., al S. y al O., enlazados por curvas que presentan su concavidad al mar. En la primera se halla la punta llamada del Norte, y las otras dos son las de la Restinga y de la Orchilla. La mayor dimension de la isla es de 29 kilómetros entre la parte del O. y la del N.E. El interior se halla ocupado por una estrecha y ondulada meseta, que en su centro tiene una elevacion de 1.520 metros, y termina en escarpaduras muy pendientes por todo el perimetro, especialmente hácia la parte del Golfo, donde queda una estrecha llanura hasta el mar. Hoy muy pocos barrancos en la isla, y apenas conservan agua en el verano.

II.

Regiones geográfico-hidrográficas segun el «Anuario» de Hidrología médica.—Perímetro de cada una de ellas.

Tal es la descripción de las regiones hidrográficas de la península y de las dos accesorias correspondientes á las Islas Baleares y á las Canarias, con arreglo á los datos consignados en el *Anuario de la Comision estadística de España*. La aceptada en el *Anuario de Hidrología médica* del Doctor Taboada, debida al Doctor Carretero, difiere algo de la anterior; y como cuando hablemos de las aguas minerales nos hemos de referir á ella, vamos á exponerla muy en resúmen, por cuanto los datos principales acerca del terreno y sus accidentes quedan expuestos en las anteriores, faltando únicamente señalar el perímetro asignado á cada una de estas últimas.

Admite el Dr. Carretero, segun digimos al principio, ocho regiones geográfico-hidrográficas en la Península y otra de las Canarias, las cuales se relacionan mas con las aguas minerales que con las cuencas hidrográficas propiamente dichas.

LA REGION 1.^a, PIRINÁICA ó del N.E. se estiende desde el límite que separa España de Francia hasta la orilla izquierda del Ebro, estando formado su límite oriental por la costa, que empieza en el Cabo de Creus, y concluye cerca de Umeros, siendo sus terminaciones al O. los confines de las provincias de Guipuzcoa y Alava con las de Vizcaya y Burgos. Comprende una estension de 2.285 leguas cuadradas de 20 al grado, contadas sobre el Ecuador, distribuidas entre las provincias de Alava, Barcelona, Gerona, Guipuzcoa, Huesca, Lérida, Navarra, Tarragona y la parte de Zaragoza situada á la izquierda del Ebro.

LA REGION 2.^a, CANTÁBRICA ó del N. constituye una estrecha faja entre el mar Oceano y la meseta mas elevada de la Península, de la que está separada por la cordillera, que es ra-

mificación del Pirineo y corre del E. á O., siendo en ella notables los picos de Europa. El límite E. de la 2.^a region se halla formado por la union de la provincia de Guipuzcoa con la de Vizcaya, y el O. por la frontera de Asturias y Galicia, no estando por lo tanto comprendida toda la costa Cantábrica, sino su parte central. Pertenece á esta region Oviedo, Santander y Vizcaya, dando entre todas una estension de 587 leguas cuadradas.

LA REGION 3.^a, GALAICA ó del N.O. comprende el antiguo reino de Galicia, y está limitada al N. y al O. por el Oceano, al E. por Asturias (2.^a region), Leon y Zamora (4.^a region), y al S. por Portugal. Las montañas, que son continuacion del Pirineo, se subdividen en multitud de ramales, cada vez menos elevados á medida que se aproximan al mar. Constituyen esta region la Coruña, Lugo, Orense y Pontevedra, dando entre todas una estension de 947 leguas cuadradas.

LA 4.^a REGION, CENTRAL DEL N. es una de las mas extensas y de mesetas de mayor altura, pues alcanzan á 900 y 1000 metros al N. de las provincias de Palencia y Leon, y en la parte meridional en los puntos que se apoyan en la cordillera Carpeto-Betónica. Los límites de esta region son: al N. la cordillera que la separa de Cantabria, que pasa por los puertos de Tornos y el Escudo, páramos de la Loira, Peña-Labra y Peña Prieta, picos de Europa y de Miravalles; tuerce despues al O., separando Castilla de Galicia por el puerto de Piedrafita, Peña-Trevinca y Las Portillas; al O. la frontera de Portugal, de la cual limita gran parte el Duero; al S. la sierra de Gata, Peña de Francia, Parameras de Avila y sierras de Gredos y Guadarrama hasta la cumbre Ministra; y por último, al E. por la falda del Moncayo, siguiendo hasta el Ebro en el punto de union de la provincia de Logroño con las de Zaragoza y Navarra. Continúa despues por los límites de Alava y Vizcaya con Burgos, y viene á terminar en el punto de partida. Comprende dos terceras partes de la provincia de Avila, y las de Burgos, Leon, Logroño, Palencia, Salamanca, Segovia, Soria, Valladolid y Zamora, ofreciendo una estension de 3140 leguas cuadradas.

LA REGION 5.^a, CENTRAL DEL S. tiene por limite N. el del S. de la anterior; el del lado O. le forma Portugal, el del S. la cordillera Mariánica, y el del E. se dirige por el Occidente de Alcaráz, lagunas de Ruidera, fuentes del Zancara, altos de Cebrejas, cerro de San Felipe, la Menera hasta la cumbre Ministra; y comprende la tercera parte de la provincia de Avila, y las de Badajoz, Cáceres, Ciudad Real, Guadalajara, Madrid y Toledo, con una extension entre todas ellas de 3.353 leguas cuadradas. Se subdivide esta region en dos cuencas hidrográficas principales que son las del Tajo ó septentrional, y del Guadiana ó meridional hasta que este rio corta á Sierra Morena en Salto del Lobo. Estas dos cuencas estan separadas por la cordillera Oreto-Herminiana (montes de Toledo), cuyos puntos mas culminantes son las Guadalerzas, picos de las Villuercas y sierras de Montanchez, San Pedro y San Vicente (Cáceres). Al E. continúa la divisoria por los altos de Lillo, Ocaña y Tarancon, y sierras de Alcumira y Bascuña.

LA REGION 6.^a, ORIENTAL, confina al N. con la Pirináica, cuyo limite es el Ebro hasta la union de las provincias de Zaragoza y Navarra; al E. la costa del Mediterráneo desde la desembocadura del Cenia hasta el cabo de San Antonio; al O. con el Moncayo, cumbre Ministra, la Menera, Fuentes del Tajo, sierras de Priego y Altamira, y alturas de Tarancon y Villarrobledo; y por último al S. con las sierras de Chinchilla, Almanza, Onteniente y Mariola, continuando por Pego á terminar en el mar. El Señor Carretero incluye en esta region las islas Baleares. Comprende por lo tanto dichas islas, y las provincias peninsulares Castellon, Cuenca, Teruel, Valencia, y la parte de Zaragoza de la derecha del Ebro, dando una extension de 2.044 leguas cuadradas.

LA REGION 7.^a, DEL S.E., confina al N. con la anterior; al E. y S. con el Mediterráneo, desde el cabo de San Antonio hasta la desembocadura del rio Adra, con las altas mesetas de Villarrobledo y Ruidera, sierras de Alcaráz, Segura, Maria, Bazan y las Alpujarras, siguiendo las vertientes meridionales de estas por el álveo del Adra. Comprende las provincias de Albacete,

Alicante, Almeria y Murcia, constituyendo entre todas una zona de 4.324 leguas cuadradas.

LA REGION 8.^a, BÉTICA ó MERIDIONAL está limitada al N. por Sierra Morena, por el Guadiana inferior al O., por el Océano y el Mediterráneo al S. desde Ayamonte á Adra, y al E. por la region anterior. Estan comprendidas en ella las provincias de Cadiz, Córdoba, Granada, Huelva, Jaen, Málaga y Sevilla, constituyendo una superficie de 2.536 leguas cuadradas. Sus principales cordilleras son: Sierra Morena al N. y las Alpujarras al S., separando estas últimas las aguas que por el Septentrion van al Guadalquivir y por el Mediodia á los rios costaneros del Mediterráneo.

LA REGION 9.^a ó DE LAS ISLAS CANARIAS no ofrece nada de particular en la descripcion que de ella hace el Doctor Carretero, y ya lo hemos verificado con extension anteriormente.

Los datos que sobre cada una de ellas suministra acerca de los terrenos que las constituyen, los consignaremos cuando nos ocupemos de la geologia de nuestro suelo.

CAPÍTULO III.

DE LA AEREOGRAFÍA.

I.

De la atmósfera, su figura, altura, densidad y demás caracteres físicos, su composición química, variación en las proporciones del oxígeno y el azoe según las localidades.—Del ácido carbónico y otras sustancias contenidas en el aire.—Importancia del iodo.—Propiedades é influencia del ozono.—De los vientos, sus causas, fuerza y demás circunstancias de ellos.—Peso de la atmósfera y presión que ejerce sobre la organización humana.

Después de las consideraciones generales que dejamos expuestas en los capítulos anteriores, conviene entrar en el estudio del aire atmosférico y de todos los fenómenos que tienen lugar en esa envoltura gaseosa de la tierra, por la aplicación que puede hacerse de estos conocimientos á la Hidrología médica, y la utilidad que de ellos sacará el médico director de baños minerales, toda vez que el hombre está envuelto en ese océano aéreo, que no solo contiene el elemento mas indispensable para la vida animal, cual lo es el oxígeno; sino que tambien imprime modificaciones en el organismo sano y enfermo, que deben ser tenidas en cuenta para los tratamientos hidrominerales. Estudiaremos, pues, ese agente gaseoso, de tanta importancia en la humanidad, por ser el vehiculo del sonido y por lo tanto del lenguaje, siendo por esta razon el principal elemento para la comunicacion de las ideas y las relaciones sociales.

La atmósfera forma una esfera que envuelve al globo terres-

tre, y por lo tanto ha de ofrecer como éste la superficie de un esferóide, mas elevado por el Ecuador y mas aplastado por los polos. El aire se vá enrareciendo á proporcion que se le observa en las mayores elevaciones de la atmósfera. La altura de esta se calcula por la presión que egerce en el barómetro; de manera que equilibrándose al nivel del mar la presión atmosférica con una columna de mercurio á 0.º, de 0.^m, 76, ó á una columna de agua de 10.^m, 336, su altura no sería mas que de 7.950.^m, si su densidad fuere constante é igual en todas sus capas; pero teniendo en cuenta que hay una disminucion de $\frac{1}{267}$.º del volúmen del aire por cada grado de enfriamiento, se tendrá una altura probable de 43 á 47.000 metros. Su límite mas distante de la parte sólida de la tierra se hallará en aquel punto donde la atracción de esta no pueda ya oponerse á la dilatabilidad de los gases que componen el aire. La ley de disminucion de su densidad, á medida que se aleja del nivel del mar, es la misma en todas las columnas en que se le suponga dividido, pudiendo considerarlo como formado de capas superpuestas, todas esféricas y concéntricas á la superficie del mar, tanto mas enrarecidas, ó de un peso específico menor, cuanto mas altas se hallen colocadas, y tanto mas densas ó pesadas cuanto mas cerca estén de la superficie del mar. Esta es la consecuencia de las leyes del equilibrio de los fluidos que el barómetro tiene comprobadas. No tomamos ahora en cuenta las modificaciones que pueden introducir las temperaturas, las corrientes de los vientos y otras causas capaces de alterar la progresion fija en la disminucion del peso específico con relacion á las alturas.

El aire no tiene color mirado en un pequeño volúmen, pero en grandes masas afecta el azulado con que aparece la atmósfera cuando está despejada. Tampoco tiene sabor ni olor, aunque esto quizá sea debido al hábito de estar nosotros constantemente sumergidos en él, siendo probable, como dice Mr. Lecoq, que un habitante de otro planeta hallaría olor y sabor á nuestra atmósfera. Un litro de aire á la temperatura de 0.º, y bajo la presión de 76 centímetros, pesa un gramo 2.991,

por consiguiente el aire es pesado y debe comprimir los cuerpos sobre los cuales se apoya. Su calor específico es al de un peso igual de agua como 1.000 á 3.746.

El aire atmosférico se compone de oxígeno y de azoe, no combinados, sino en simple mezcla, en las proporciones siguientes:

	En volúmen.	En peso.
Oxígeno.	20'81	23'105
Azoe.	79'19	76'990
	<hr/>	<hr/>
	100'00	100'000

El agua contiene de $\frac{1}{20}^{\circ}$ á $\frac{1}{30}^{\circ}$ de su volúmen de aire, pero esta proporción disminuye con la elevación, de tal suerte que en las localidades que se hallan á 3.600 metros de altura, los pescados no pueden vivir en los estanques por insuficiencia de aire en tales aguas.

Bajo la influencia de la irradiación solar, el aire recogido en la superficie de las olas del mar, en orillas cubiertas de una abundante vegetación, puede contener hasta $\frac{1}{23}$ 67 de oxígeno por 100 en volúmen, fenómeno atribuido, no solamente á la descomposición del ácido carbónico por los vegetales, sino también á que ciertos animales de color verde ó rojo que se desarrollan en la superficie del mar, tienen una respiración análoga á la de los vegetales, y por lo tanto le purifican de ácido carbónico y le suministran oxígeno. Cuando en la superficie del mar no existen estos seres orgánicos, la proporción de oxígeno descende á 22'6 por 100 partes de aire en peso.

Siendo la densidad del azoe de 0., 972, y la del oxígeno de 0'057, es de presumir que las proporciones entre estos gases varíen con relación á las alturas. Segun Mr. Babinet, la proporción de oxígeno en 100 partes de aire en volúmen, en diversas elevaciones es la siguiente:

Al nivel del mar.	21
A 2.000 méetros.	20'16
A 6.000 méetros.	19'42
A 10.000 méetros.	18'42

Además, contiene el aire ácido carbónico, que Saussure determinó en 4'9 por cada 10.000 partes de aire, como la proporción media; en 6'9 como la máxima; y en 3'7 como la mínima. Los señores Boussingault y Lewy no han hallado más que 2'909 en Andilly, cerca de Montmorency, y 3'190 en París. Una diferencia análoga se ha encontrado entre el día y la noche: según Saussure, 4'32 por la noche, y 3'18 por el día; según Boussingault, 4'2 por la noche, y 3'9 por el día. Fresenius ha hallado en un millón de partes de aire en peso, 0'109 de amoniaco durante el día, y 0'098 durante la noche. El aire contiene además átomos de hidrógeno carbonado, y según Mr. Chatin indicios de vapor de iodo. Y finalmente Mr. Daniell dice haber encontrado en la embocadura de los ríos de la Costa occidental de Africa señales de hidrógeno sulfurado en el aire atmosférico.

En cuanto al iodo del aire, Mr. Chatin lo valua en $\frac{1}{45}$ ° de miligrama en cada 4.000 litros, que un hombre hace pasar en 12 horas por sus pulmones. Es una cantidad igual á la que contiene un litro de agua potable medianamente iodurada. Este cuerpo se fija en el organismo durante el acto respiratorio, puesto que los gases espirados no contienen más que la 5.ª parte de iodo que había en el aire inspirado. En las localidades mal ventiladas, está privado de iodo; y siendo las aguas de lluvia más ricas que otras de este principio, puede averiguarse por ellas el estado de ioduración del aire de un país cualquiera. La lluvia es más iodurada en el interior de las tierras que en la inmediación de los mares, circunstancia que está en relación con la dispersión espontánea y completa del iodo contenido en las aguas dulces, mientras que esto no sucede sino parcialmente en el iodo de los mares. En tiempos de lluvias prolongadas, las primeras aguas son también más ioduradas que las últimas. La nieve se iodura igualmente, pero menos que el agua de lluvia en análogas circunstancias.

Además de todos estos cuerpos de que venimos hablando, que sin ser esenciales á la composición del aire, se hallan muy frecuentemente en la atmósfera en proporciones variables, se-

gun las circunstancias, debemos hacer mención del ozono, cuyo nombre se ha dado al oxígeno del aire recogido en el polo positivo de la pila con un electrodo de oro ó de platino. El ozono concentrado tiene olor de cloro. Cuando el aire se carga fuertemente de ozono dificulta la respiración, irrita los bronquios; y los pequeños animales sumergidos en él, mueren con prontitud. Es insoluble en el agua, destruye las materias colorantes orgánicas, así como las leñosas y albuminosas, y es el agente oxidante más poderoso de la naturaleza. Se forma en el aire por la acción de las descargas eléctricas de las nubes, é igualmente por las artificiales de nuestras máquinas. La presencia del ozono en la atmósfera se demuestra por las variaciones obtenidas en la coloración de un papel impregnado de sulfato ó de cloruro de magnesio, porque descompone rápidamente la sal de magnesia y ennegrece el papel. La reacción es mayor en invierno que en verano, y también es más fuerte cuando está nevando que en cualquier otro tiempo. Se le considera como una modificación particular del oxígeno, que tiene exaltadas sus propiedades químicas; y Mr. Schænbein supone que es un grado superior de oxidación del hidrógeno, es decir, como un cuerpo conteniendo más oxígeno que el agua oxigenada. Según Wolf la marcha anual de las reacciones del ozono está representada por una curva, cuya mayor acentuación pertenece al mes de Febrero, y la más pequeña á los de Agosto ó Setiembre. Aumentan sus reacciones la humedad del aire, la lluvia, la nieve y el viento S.; y las disminuyen un aire seco y el viento N.. En las épocas de las epidemias de cólera, se ha dicho que disminuían las reacciones del ozono, y que hasta que estas no aumentaban en una localidad invadida, no desaparecía de ella la epidemia.

Aparte de estas consideraciones sobre la composición del aire atmosférico, conviene estudiar su distribución geográfica, su movimiento, su fuerza, su dirección y su influencia sobre la temperatura. Cuando el aire pierde el equilibrio de su densidad, se produce un movimiento de la atmósfera, que toma el nombre de viento, y cuyas causas se reducen á veces á simples diferencias de temperatura entre países más ó menos próximos. Cuan-

do dos regiones inmediatas se hallan desigualmente calentadas, el aire de la region caliente se trasporta á las capas superiores de la region fria, y en esta se produce en la superficie del suelo una corriente contraria. A las orillas del mar, particularmente entre los trópicos, se produce una brisa á diferentes horas; la del dia comienza algun tiempo despues de la salida del sol, y cesa á las cuatro ó las cinco de la tarde, interrumpiéndose hasta la postura del mismo, en cuyo momento da principio la brisa de la noche, que dura hasta la aurora del dia siguiente. Sobre el Atlántico y el Océano Pacifico, á lo largo de la linea ecuatorial, los vientos soplan del mismo punto del horizonte durante todo el año: los que vienen del E. son los *alisios*. En la India y en los mares inmediatos á esta region, los *monzones* soplan durante seis meses de un punto del horizonte, y de otro durante otros seis. La alternativa diaria de los vientos de las costas, á unas horas desde la tierra al mar, y á otras desde el mar á la tierra, depende de la desigual calefaccion de las aguas y de los terrenos.

Cuando un punto cualquiera de la atmósfera se calienta, el aire se dilata, como ya hemos dicho, y se extiende con mas ó menos fuerza. Si cesa la causa, viene la condensacion, queda un vacío, y las capas cercanas acuden á llenarle, habiendo en ambos casos un movimiento atmosférico ó una corriente de aire. Hay, pues, vientos por dilatacion ó por impulsion, y vientos por condensacion ó de *inspiracion*. Se concibe facilmente que la salida y postura del sol, las estaciones, la latitud, la rotacion de la tierra, la atraccion de la luna, etc., son causas que determinan esos movimientos de la atmósfera, ya periódicos, ya accidentales.

La accion impulsiva del viento es proporcionada á los cuadrados de sus velocidades. Con una velocidad dada y superficies diferentes, la impulsion crece en mayor relacion que las superficies, debiendo multiplicarse estas por el coeficiente 4'19 para hallar la relacion de las impulsiones. Cuando estas son oblicuas, su valor es próximamente proporcional al seno del ángulo de incidencia, siempre que este ángulo esté comprendido entre los 30.º y los 45.º

Un viento apenas sensible recorre un metro por segundo y cuatro kilómetros por hora, y su fuerza de impulsión sobre una superficie de un metro cuadrado, obrando perpendicularmente á dicha superficie, es 0'44 de kilogramo. La velocidad y su fuerza de impulsión respectiva son las que se marcan en la tabla siguiente:

VIENTOS.	VELOCIDAD.		Esfuerzo sobre 1 metro cuadrado.
	Por segundo.	Por hora.	
	Métros.	Kilómetros.	Kilogramos.
Viento sensible ó brisa ligera.	2	7	0'54
Viento moderado ó brisa fresca.	4	14	2'17
Viento algo fuerte ó brisa muy fresca. . .	6	22	4'87
Viento fuerte.	8	29	8'67
Viento muy fuerte.	10	36	13'54
Viento impetuoso.	15	54	30'47
Viento borrascoso.	20	72	54'16
Viento muy borrascoso.	27	97	82'34
Huracan.	36	104	» »
Huracan que arranca árboles y derriba edificios.	43	162	» »

Caminando del ecuador hácia los polos se hallan: 1.º la zona de las calmas: 2.º la zona de los vientos alisios hasta los 30.º de latitud: 3.º la zona de los vientos variables, donde el alisio es reemplazado por la parte del tropical que se deprime: 4.º la zona de los vientos de S.O. en el hemisfério N., y de los N.O. en el hemisfério S., extendiéndose hasta los 65.º ó 70.º de latitud; y 5.º la zona de las brisas polares. A partir del 30 paralelo en el hemisfério N. y S., la direccion de los vientos ofrece pequeños cambios; varían del N. N.E. al N.E. ó al E.N.E., y en las inmediaciones del ecuador son al E.. En el grande Océano, el alisio del N.E. reina entre el 2.º y el 25.º de latitud N.; el alisio del S.E. sopla tambien regularmente al S. del ecuador, y aun cuando sus límites son menos conocidos, puede decirse aproximadamente que se extienden desde el 10.º al 21.º de latitud S.. En el Océano Atlántico, el alisio del N.E. no se halla ya en pleamar mas allá del 28.º al 30.º. Su limite meridional me-

dio está hácia el 8.° N.; despues viene la region de las calmas hasta el 3.° N., donde comienza el alisio del S.E. que se extiende hasta los 28.° de latitud S.. La extension de la region de las calmas depende tambien de la estacion, asi es que mientras en Febrero ocupa desde el 4.° 15'. N. á 6.° N., en Agosto se dilata desde 3.° 15'. N. á 13.° N.

Los vientos llamados monzones se sienten en los mares á cierta distancia de las costas, y solo reinan en la zona tórrida ó un poco mas allá de sus limites. Soplan muy bajos, y no se los nota por lo tanto en montañas, aunque no sean muy elevadas. Vienen seis meses de un lado y seis de otro. En el hemisfério N., el monzon de primavera comienza en Abril, y el de otoño en Octubre. En el hemisfério S., el monzon de otoño comienza en Abril, y el de primavera en Octubre. En algunos puntos del globo, cambian dos veces, ó hay cuatro por año; y entre uno y otro monzon suele haber una gran calma; ó por el contrario, sucederse de un modo brusco y chocándose, lo que dá lugar á borrascas peligrosas. Su direccion es diferente de la de los alisios, pues los monzones soplan generalmente de N.E. y del N.O., ó de las direcciones opuestas, esto es, de S.E. y de S.O. La teoria de la formacion de estos vientos está, como la de los alisios, basada en la direccion contraria de las corrientes de aire, una fria y otra caliente, que se precipitan la una sobre la otra; y como los dos hemisferios son calentados alternativamente por el sol, habrá corrientes de aire que se elevarán del hemisfério que está bajo la accion calorifica del sol, y se dirijirán hácia el otro, en la época que á este le toque hallarse mas frio. Estas direcciones cambiarán por consiguiente siempre que el sol obre sobre el uno ó sobre el otro trópico. Como estas corrientes han de ser proporcionales á las temperaturas, los monzones serán mas fuertes cuanto mas cerca del ecuador los observemos.

Se dá el nombre de brisa á vientos periódicos que no son sensibles mas que en las costas. Soplan por la mañana desde el mar á la tierra, y por las tardes desde las tierras hácia el mar. En el verano es cuando las brisas son mas sensibles, á no ser

en las localidades situadas en la zona tórrida, porque en este caso las brisas reinan todo el año. Estos vientos se hacen sentir algunas horas despues de la salida del sol hasta las cuatro de la tarde, y se reproducen en sentido inverso despues de la postura del sol hasta la mañana siguiente. La de la noche es menos fuerte que la de la mañana y dura mas tiempo. La causa es la misma que hemos dicho anteriormente, esto es, la alternativa de calor que existe durante el dia y la noche entre la superficie de las aguas del mar y la de las tierras de las localidades inmediatas; y esta es la razon tambien de que no existan durante el invierno, porque en esta época la diferencia de temperatura entre la tierra y el mar es muy pequeña para producir tales corrientes. Un fenómeno análogo se produce en las altas montañas, donde suele reinar viento fresco, ó una brisa ascendente, por efecto de la temperatura en esas alturas, distinta de la de los lugares bajos de sus inmediaciones.

Se llaman vientos locales los que comunmente reinan en una zona limitada, y su direccion se señala con la llamada rosa de los vientos, que como se sabe, tiene los cuatro puntos cardinales N., S., E. y O.; y los intercalares entre estos cuadrantes, que reciben los nombres de N.E., N.O., S.E., S.O., etc. Cuanto mas nos alejemos del ecuador, mayor es la irregularidad de los vientos; pero á la vez son menos violentos. Hacia los polos son poco sensibles, y cuando soplan, suele ser de muchos lados á la vez. A los vientos suele dárselos nombres particulares en algunas localidades, como el *siroco*, viento del S.E. que en la parte de Africa próxima al Mediterráneo es tan abrasador, que asfixia á algunos animales en el espacio de media hora; el *simoun*, que reina en el desierto de Africa, es el mas seco de todos los vientos, y levanta montañas de arena, siendo muy temible especialmente cuando sopla del S. con gran violencia; el *harmatan*, de las costas de Guinea, en Diciembre, Enero y Febrero, y es muy seco y cálido; el *mistral*, que sopla con violencia sobre las costas del Mediterráneo; y otros con nombres provinciales, como en España se dice el gallego, el castellano, el de levante, etc. etc.

En las regiones superiores reinan entre los trópicos vientos del O., cuya existencia se revela por numerosos fenómenos, tales como las cenizas de varios volcanes trasportadas á largas distancias en diferentes ocasiones.

En las latitudes medias del hemisfério N. se encuentran vientos del S.O. al salir de los vientos alisios.

Influyen los vientos notablemente sobre la temperatura de una zona, segun las estaciones, los países y la direccion de donde soplan. Son además vehiculos de cuerpos estraños, que á veces han dado origen á fenómenos tenidos por maravillosos, como la lluvia de polvo que suelen encontrar los navegantes en la altura del cabo Verde, y aun á 380 millas de la costa de Africa, y cuyo polvo parece estar formado por restos de infusorios de caparazon siliceo. Se refiere que el 25 de Agosto de 1842 cayó una nube de polvo en la region situada en la confluencia del Necker y del Rhin, que cubrió de arena una superficie de mas de 500 kilómetros cuadrados. Las cenizas del Vesubio han sido trasportadas hasta Venecia, y en 1794 cubrieron el fondo de la Calabria, que dista 50 leguas del volcan. Las del Cosiguina, en Guatemala, fueron trasportadas en Enero de 1835 hasta la Jamáica, distante 1.200 kilómetros.

Bajo el punto de vista médico, los vientos gozan un papel importante, ya para disipar algunos miasmas, ya sirviéndoles de vehiculo; por lo cual se observa que casi todas las epidemias que se fijan en una localidad coinciden en su presentacion y desaparicion con grandes cambios en los vientos.

Ya hemos dicho que el aire tiene diferente densidad segun la altura de las capas de la atmósfera, en tales términos que á una elevacion por encima de la superficie del globo igual á la centésima parte del diámetro de este, el enrarecimiento del aire es tal, que no solo no puede vivir en él ningun animal, sino que ni aun la combustion podria sostenerse. Se ha querido calcular cual sería el peso total de la atmósfera, y se ha comparado al que tendría una masa de agua de 32 pies de altura que uniformemente cubriese toda la superficie del globo, ó á una capa de mercurio de 28 pulgadas de espesor. De manera que si

se pudiera liquidar la atmósfera y darle la densidad del agua ó del mercurio, quedaria reducida á una capa de 32 pies de altura, envolviendo toda la tierra en el primer caso, y á una de 28 pulgadas en el segundo.

Por algun tiempo se creyó que la altura barométrica era igual en todas las latitudes á la orilla del mar; pero hoy se sabe que la presion media en esta es de 761.^m, 35, porque en el Ecuador no es mas que de 758; en la latitud de 40.^o, la presion aumenta; entre los 30.^o y los 40.^o, se eleva á 762 y hasta 764; disminuye á partir de esta zona; y ya no es mas que de 760 hacia el 50.^o de latitud, descendiendo á 750 en las regiones septentrionales.

De cualquier modo, el aire atmosférico ejerce una presion continua sobre el cuerpo del hombre. Calculada la superficie de este en 4.^m, 645, puede dicha superficie representarse por un rectángulo de un metro de base y de altura. Ahora bien, admitiendo que dicha superficie sea de 15 á 20.000 centímetros cuadrados, se puede valuar entre 15.500 y 20.600 kilogramos el peso del aire atmosférico que gravita sobre un hombre, á la presion barométrica de 0.^m, 760, porque como cada centímetro cuadrado soporta una presion representada por una columna de 76 centímetros cúbicos de mercurio, y como cada uno de estos pesa 13 gr., 598, y los 76 centímetros 4.033 gr., resultará el peso total de kilogramos antes expresado. A primera vista parece imposible que el organismo pueda soportar un peso tan considerable; pero como en el interior del cuerpo existe tambien aire y gases dotados de fuerza expansiva, y la presion del que nos envuelve esteriormente se hace en todos sentidos, equilibrando ó contrabalanceando la presion que ejerce de arriba á bajo, de aquí que no solo sea soportable esa presion, sino tambien necesaria para la vida, por que los líquidos y gases contenidos en los órganos comprimen los tejidos de dentro á fuera, y se escaparían hacia el exterior sino estuviesen retenidos por la presion atmosférica.

Esta presion no es siempre uniforme é invariable, pues está sujeta á todas las oscilaciones barométricas, que dependen de

diferentes causas. Lo primero que naturalmente se ocurre es la diferencia que existe entre la presión al nivel del mar y la que se verifica en las grandes alturas de las montañas. En estas el mercurio de la columna barométrica irá bajando á proporcion que ascendamos en aquella, por que la columna de aire va disminuyendo con la altura. Por el contrario, al descender de la montaña, el mercurio subirá por que va aumentando la columna de aire que lo comprime. El barómetro indica, pues, todas las variaciones de altura y de densidad de la atmósfera, siendo un instrumento muy interesante, no solo para el físico, sino tambien para el médico.

II.

Determinacion de las alturas.—Oscilaciones barométricas; variaciones diurnas en las diversas latitudes; máximas, mínimas y medias.—Causas de estas variaciones.—Observaciones barométricas de algunas localidades de España recogidas en los años 1865, 66 y 67.

Se han practicado multitud de experiencias para determinar la altura de las localidades, y especialmente de las montañas. El método mas sencillo, aunque aplicable solo á las alturas pequeñas, es el recomendado por Mr. Saigy que consiste en colocar dos barómetros, uno en la parte baja, y otro en el vértice de la altura que se quiere medir; y la diferencia en las columnas barométricas indicará la distinta presión atmosférica, y por lo tanto la diferencia de altura á que están situados ambos instrumentos. Si, por ejemplo, el barómetro inferior marca 760 milímetros y el superior 744, la columna de aire pesará como 16 milímetros de mercurio; y como se sabe que á 0.º de temperatura y á 760 milímetros de presión, el aire pesa 10.466 veces menos que el mercurio, la columna de aire será 10.466 veces 16 milímetros, ó lo que es lo mismo 167 metros, suponiendo que estas fuesen la temperatura y la presión que hu-

biera. Pero si el termómetro marcase $20.^{\circ}5$ en la parte baja, y $19.^{\circ}5$ en el vértice de la altura, seria de $20.^{\circ}$ el término medio de la temperatura de la columna de aire; y como esta se dilata $\frac{1}{267}$ por cada grado, hecha la correccion de temperatura, resultaria en definitiva que la altura sometida á la medicion tenia 482 metros. Para facilitar estas operaciones existen tablas logaritmicas por medio de las cuales, y mediante sencillos cálculos, se aprecian con exactitud todas las alturas. Nos ocuparia largo espacio si hubiéramos de consignar aquí dichas tablas y todas las fórmulas que son precisas en estos experimentos, por lo que nos limitamos á recomendar las tablas de Oltmanns, que son muy exactas, y á citar las operaciones que, fundadas en la ley del decrecimiento del calórico á medida que se asciende, se deben practicar en tales casos, y son las siguientes: 1.º á reducir dos columnas barométricas á la temperatura de 0: 2.º á tener el número 265 como constante para las fórmulas, y al cual se añade la temperatura superior, multiplicándolo por la presión inferior, y dividiéndolo por la presión superior, con cuyas operaciones se obtiene el primer resultante para el cálculo de la operacion: 3.º al 265 se le añade la temperatura inferior, la suma se multiplica por la presión superior, se divide por la presión inferior, y se obtiene el segundo resultado: 4.º de la temperatura inferior se resta la temperatura superior, y este es el tercer resultado: 5.º se suma el primer resultado con el tercero, y de esta suma se resta el segundo, obteniendo así el cuarto resultado: 6.º se multiplica este cuarto resultado por el número constante 45, y lo que resulte será el número de metros de la altura que se busca. Cuando una temperatura es inferior á 0, se invierten las operaciones; es decir que las sumas se cambian en sustracciones, y las operaciones de resta se cambian por las de suma. Pondremos un ejemplo para que esto se comprenda mejor. Si al pié de una montaña el barómetro marca 752'3 milímetros y el termómetro $26.^{\circ}5$; y en el vértice de la montaña el barómetro señala 585'5 milímetros, y el termómetro $10.^{\circ}3$, se procederá para averiguar la altura del modo siguiente: Para reducir las columnas barométricas á 0, se las

multiplica por las temperaturas correspondientes, dividiéndolas despues por 6.196, con lo cual quedarán á 749'4 y á 584'5. Hecho esto se suma 10'3 con 265 y se multiplica por 749'4, dividiendo luego por 584'5, lo cual nos dará 352'7 como primer resultado. Se adiciona 26'5 á 265, se multiplica por 584'5, y se divide luego por 749'4, lo cual nos dará el segundo resultado. Se resta 10'3 de 26'5, obteniendo 16'2 por tercer resultado. Se suma 352'7 con 16'2, despues se resta 227'4, y se obtiene 141'5 por cuarto resultado. Este se multiplica por el número fijo 15 que dará 2.133 metros, siendo esta la altura que se buscaba.

El barómetro oscila en nuestros climas por encima y por debajo de la media anual, á veces de un modo tan brusco que cambia en poco tiempo en algunos centímetros. En la zona ecuatorial se manifiesta insensible á las sacudidas atmosféricas, y no experimenta mas que las variaciones horarias. Bajo el Ecuador la máxima de altura de estas variaciones corresponde á las 9 ó 9 y cuarto de la mañana; enseguida baja hasta las 4 ó 4 y cuarto de la tarde, que es cuando llega á su mínima; vuelve á subir hasta las 10 y media ó las 11 menos cuarto de la noche, que es su segunda máxima; y vuelve á descender hasta las 4 de la mañana que es la hora de su segunda mínima. Estos movimientos se producen con tal regularidad que pudieran servir para indicar la hora sin necesidad de reloj; no equivocándose mas que á lo sumo en 15 ó 17 minutos. Ni las tempestades, ni las borrascas, ni las lluvias, ni los temblores de tierra alteran esas oscilaciones barométricas. En nuestros climas la máxima tiene lugar en invierno á las 9 de la mañana, la mínima á las 3 de la tarde, y la segunda máxima á las 9 de la noche; y en verano, la primera máxima á las 8 de la mañana, la mínima á las 4 de la tarde, y la segunda máxima á las 11 de la noche. En las latitudes mas elevadas no se han reunido todavia bastantes observaciones para precisar esos movimientos del barómetro.

Para obtener las oscilaciones medias barométricas es necesario ir reuniendo las de todos los dias, porque estas son las que sirven de base para fijar la media de cada mes y de cada

año. Se suman todas las diarias de los dias de un mes, y se las divide por los números 30 ó 31, asi como para las del año se reunen las de los doce meses y se dividen por doce. Las diurnas se obtienen sumándolas primero y dividiéndolas despues por 24. Se ha observado, sin embargo, que hay algunas oscilaciones que dan las medias con bastante aproximacion. Humboldt asegura que en nuestros climas se obtiene á las 12 y media del dia la altur media barométrica, y á la una en la zona tórrida.

Las oscilaciones del barómetro son, pues, unas periódicas que se reproducen en horas y en épocas determinadas, y otras variables dependientes de causas poco conocidas todavia. Se sabe que un descenso del barómetro es indicio de lluvia, y que su elevacion anuncia buen tiempo. Tambien influyen en las oscilaciones barométricas la fuerza y la direccion de los vientos. El sol no parece que obre por su potencia de atraccion, sino mas bien por su calórico, y de este modo ejerce una influencia marcada en la columna barométrica. Igualmente la tiene la Luna, puesto que se observa que el barómetro desciende desde la luna nueva, y que vuelve á subir llegando á su máxima en el segundo cuarto de esta. Las máximas y minimas diurnas sufren tambien alguna modificacion en los diferentes meses del año: las oscilaciones de la noche dan pequeñas diferencias, pero la de las 9 de la mañana y la de las 3 de la tarde cambian bastante, pues llegan á su máxima en los meses de Febrero, Marzo y Abril, y á su minima en Noviembre, Diciembre y Enero. Hay pues una causa anual que disminuye la variacion diurna barométrica en los meses de Noviembre, Diciembre y Enero, que la aumenta en Febrero, Marzo y Abril, y que la mantiene en un estado medio en los otros seis meses restantes del año. Bajo las zonas templadas, de los 45.º á los 46.º de latitud, las horas trópicas ú horas limites cambian de verano á invierno, y los dos puntos de máximo y de mínimo diurnos se aproximan al mediodia á medida que aumenta el frio; y lo mismo se observa con corta diferencia bajo los trópicos.

Hemos dicho que influye tambien la direccion de los vientos; y en efecto, la altura mas pequeña de la columna barométrica

corresponde á los aires del S. y del S.O.; y la mayor elevacion á los vientos del N. y N.E., habiendo á veces por esta sola causa una diferencia de 7 á 8 milímetros en la columna del barómetro. Se relacionan tambien con las latitudes, siendo mas marcadas bajo el ecuador, y disminuyen á medida que nos acercamos á los polos, haciéndose casi nulas desde los 74.º latitud N., si bien son muy sensibles bajo los trópicos.

La periodicidad de estas oscilaciones prueba que están ligadas al movimiento de rotacion de la tierra, toda vez que suceden á horas marcadas del dia, y que en ciertos meses se observan crecimientos y disminuciones en la columna barométrica, llegando en los equinoccios su máxima á las 8 y 50 minutos de la mañana, y á las diez y media de la noche; su minima á las 3 y 40 minutos de la tarde, y con corta diferencia á la misma hora de la madrugada; mientras que en verano la máxima se verifica á las 8 y media de la mañana, y en invierno á las 9 y 20 minutos. Estas modificaciones en la oscilacion barométrica se deben en parte á la accion que ejerce el sol sobre la atmósfera y tambien á la direccion de los vientos. Dichas variaciones son, como queda dicho, de mayor extension en las latitudes mas próximas al ecuador, y menos marcadas desde los 60.º de latitud, disminuyendo tanto en estas últimas, que son insensibles hácia el 74.º de latitud, como queda dicho, y cesando enteramente hácia el polo; pero á medida que las oscilaciones periódicas se oscurecen, las otras variaciones en la columna barométrica son mas grandes á proporcion que nos aproximamos á los polos; así es que mientras que en el ecuador estas no son mas que de seis milímetros, son ya de 30 en el trópico de Cancer, y de 60 á 65 hácia el circulo polar. Por lo tanto las oscilaciones periódicas desaparecen porque las dominan las oscilaciones variables. En las regiones ecuatoriales sucede lo contrario; las variaciones ocasionadas por los cambios de tiempo quedan borradas por las variaciones horarias y periódicas.

Siendo interesante al médico de baños minerales el conocimiento de las alturas medias barométricas obtenidas en diferentes puntos de la Peninsula, trasladamos á continuacion el

resumen de las correspondientes á los años de 1865, 66 y 67 publicadas en los Anuarios del Observatorio Astronómico de Madrid, y que son las que aparecen en el siguiente cuadro:

OBSERVACIONES BAROMÉTRICAS.

LOCALIDADES:	Años meteorológicos.	BARÓMETRO.	
		Altura media.	Oscilacion.
Albacete..	1865	mm	mm
	6	703'88	27'22
	7	»	»
Alicante..	1865	760'34	32'38
	6	760'98	30'88
	7	761'42	32'12
Badajoz..	1865	»	»
	6	758'00	»
	7	757'70	24'36
Barcelona.	1865	761'30	30'08
	6	761'93	32'66
	7	762'32	30'32
Bilbao..	1865	762'32	37'00
	6	762'05	38'31
	7	762'79	37'01
Burgos..	1865	687'62	34'16
	6	688'37	34'34
	7	688'97	29'53
Ciudad Real.	1865	»	»
	6	709'54	29'82
	7	709'89	30'65
Granada..	1865	704'72	29'52
	6	705'03	27'16
	7	705'37	28'32
Huesca..	1865	705'50	28'82
	6	705'90	30'63
	7	706'12	27'13
Leon..	1865	690'05	35'24
	6	690'41	36'65
	7	691'10	33'87

LOCALIDADES.	Años meteorológicos.	BARÓMETRO.	
		Altura media.	Oscilacion.
		mm	mm
Madrid.	1865	706'53	32'83
	6	707'04	33'35
	7	707'37	33'60
Murcia.	1865	759'33	32'54
	6	759'80	32'20
	7	760'46	31'74
Oviedo.	1865	743'22	33'54
	6	743'48	40'71
	7	744'43	39'09
Palma.	1865	762'67	29'51
	6	763'50	28'21
	7	764'02	31'29
Salamanca.	1865	692'66	35'06
	6	693'71	34'99
	7	694'15	33'62
Santiago.	1865	738'40	35'20
	6	739'29	41'70
	7	740'15	38'27
Sevilla.	1865	762'01	29'26
	6	762'32	30'72
	7	762'77	30'34
Soria.	1865	670'94	26'38
	6	671'56	30'57
	7	672'02	30'14
Valencia.	1865	761'19	27'13
	6	761'65	32'36
	7	761'95	32'07
Valladolid.	1865	701'05	34'70
	6	701'79	37'06
	7	702'21	31'61
Villaviciosa.	1865	704'10	29'86
	6	705'35	31'26
	7	706'27	32'93
Zaragoza.	1865	742'93	31'65
	6	743'66	34'95
	7	743'86	32'31

Las alturas extremas máximas y mínimas durante los tres años citados en algunas de las localidades comprendidas en el cuadro anterior fueron las siguientes:

LOCALIDADES.	Altura máxima.	Mes.	Año.	Altura mínima.	Mes.	Año.
Barcelona.....	774'63	Enero.	1866	742'03	Marzo.	1866
Bilbao	778'92	Marzo.	1865	738'30	Febrero.	1866
Burgos	701'32	Febrero.	1867	665'64	Diciembre.	1863
Madrid	719'83	Febrero.	1867	684'07	Diciembre.	1865
Salamanca.....	706'72	Febrero.	1866	671'73	Febrero.	1866
Sevilla.....	775'60	Diciembre.	1866	743'71	Diciembre.	1865
Valladolid	715'13	Febrero.	1866	680'95	Marzo.	1866
Zaragoza.....	758'25	Febrero.	1867	721'93	Diciembre.	1865

III.

Efectos sobre el organismo de las diversas presiones atmosféricas.—

Relacion de algunas enfermedades con las alturas barométricas.

La presión atmosférica no puede menos de ejercer una notable influencia en el organismo, en el estado de salud como en el de enfermedad; de aquí que haya necesidad de tenerlo en cuenta para recomendar la que sea mas conveniente á cada sugeto cuando hayamos de aconsejar las condiciones que deba tener una localidad. La disminucion de la presión determina, cuando es notable, ciertos fenómenos de consideracion, sobre todo tratándose de ascensiones á las montañas ó en globos aereostáticos, en cuyo caso sucede, que como la disminucion de presión es brusca, son tambien repentinos y muy marcados los fenómenos consecutivos. Se creia que ningun animal

podía vivir á una altura superior á 4.767 metros; pero despues se ha visto que hay pueblos situados á 4.800 metros sobre el nivel del mar y que en ellos vive el hombre con buena salud, si bien hay que tener en cuenta que no es lo mismo hallarse constantemente y habituado ya á esa ligera presion atmosférica, que el ascender de un modo brusco á ella desde localidades bajas. Las ascensiones de varios hombres de ciencia á elevadas montañas, como Humboldt que subió á muchas, entre otras al Chimborazo á 5.878 metros; las de Baussingault hasta 6.004; los viages aereonáuticos de Gay-Lussac, de Barral y Bixió, que han llegado á una altura de mas de 7.000 metros; la reciente ascension de Thissandier á mas de 8.000, en la que perecieron sus dos compañeros, han suministrado un conjunto de observaciones que dan á conocer los cambios fisiológicos que ocurren cuando el hombre se somete á esa disminucion de presion atmosférica. Estos fenómenos son, vértigos, cefalalgias, soñolencia, respiracion frecuente y anhelosa, opresion en el pecho, trasudacion de sangre por las superficies mucosas y por la piel, palpitaciones, aceleracion del pulso, anorexia, náuseas, vómitos, sed, constriccion epigástrica, dolores musculares, gran debilidad de los miembros abdominales, supresion de la traspiracion, poniéndose la piel pálida y rugosa, con color cianotico en la cara, y dando tambien sangre por algunos puntos, como queda dicho. El mayor número de estos fenómenos se mitigan y hasta desaparecen en las ascensiones á las altas montañas con solo sentarse á descansar; pero se reproducen inmediatamente que el individuo se pone en marcha. Experimentos practicados por Weber demuestran que las superficies de la articulacion coxo-femoral, se mantienen en relacion inmediata por la presion atmosférica principalmente; y Mr. Guerin ha probado tambien que la influencia contentiva de esta presion es un hecho general comun á todas las articulaciones artrodiales, y que las cavidades articulares y serosas presentan periódica ó temporalmente ampliaciones de los espacios que ellas circunscriben, habiendo en el seno de estas cavidades una tendencia al vacio, y por lo tanto una in-

fluencia marcada de la presión atmosférica sobre las exhalaciones que se verifican en su interior.

Así como el hombre puede soportar, aunque exponiéndose á los referidos trastornos, una disminucion notable en la presión atmosférica, también la soporta cuando se somete á un aumento de la misma presión, como sucede en varias minas; pero sea que las profundidades á que en ellas se penetra ocasionen notables trastornos, ó sea que no se han recogido todavía observaciones suficientes para fijarlos con exactitud, ello es que no se refieren fenómenos alarmantes, puesto que lo único que se dice acerca de los obreros que descienden á minas profundas, es que se les acelera el pulso y la respiración.

Comparando las alturas de la columna barométrica en las minas y la que toma en las más elevadas montañas, resulta que el hombre puede vivir bajo la influencia de presiones que marcan una oscilación de 31 pulgadas en la columna del mercurio. Las localidades elevadas se han tenido siempre como las más saludables; y efectivamente son las que más garantizan de las epidemias y enfermedades. Según Humboldt la fiebre amarilla no invade en Méjico los pueblos situados por encima de 924 metros sobre el nivel del mar. Análogas observaciones se han hecho acerca de la peste y el cólera. Cuanto más elevadas sean las localidades, tanto más libres se hallarán de estas epidemias. Hay otras enfermedades exclusivas de determinadas alturas, tal como el mal de las verrugas, especie de frambuesa endémica que reina solo en la vertiente occidental de los Andes del Perú, que no se encuentra más que entre los 2.000 y 5.000 pies sobre el nivel del mar, y nunca se la ha visto ni por encima ni por debajo de esas alturas. La enfermedad llamada *Matlazahuatl*, que invade en Méjico exclusivamente á los indígenas, se manifiesta solo entre los 4.000 y 4.300 metros de altura.

Las localidades elevadas, especialmente en las regiones tropicales, ejercen una influencia profiláctica y curativa en muchos padecimientos; debiendo tener en cuenta para las aclimataciones, cuando el hombre se trasporta á regiones muy distintas de las que antes habitaba, que cuanto más elevado sea el punto

que elija, tanto mas facilmente se aclimatará y estará mas garantido de las enfermedades del pais. Las pequeñas elevaciones, lejos de atenuar los extragos, los aumentan y acarrear mayor mortalidad. Existen numerosos ejemplos suministrados por los ejércitos trasportados desde algunas naciones de Europa á sus colonias americanas, que prueban que la mortalidad va, en efecto, disminuyendo, á proporcion que se hallan á mayor altura las localidades elegidas para la aclimatacion de las tropas.

IV.

De la humedad del aire.—Tension del vapor de agua contenido en la atmósfera.—Causas del estado higrométrico.—De las lluvias.—

De las zonas de España que son muy secas, secas, húmedas y muy húmedas.

La humedad del aire es otra de las condiciones que lo modifican para que influya de diversas maneras en los seres, y por lo tanto en el organismo del hombre. Se sabe que el vapor de agua se produce á todas las temperaturas, pues aun en el mismo hielo se observa que desaparece á veces sin licuarse, evaporándose el agua que lo forma. El vapor se distribuye en el aire del mismo modo que en el vacio, en virtud de su fuerza elástica, la cual se modifica por la presión y por la temperatura. Cuanto mas intensas sean estas dos fuerzas, tanto mas considerable será la elasticidad del vapor; pero la presión tiene sus limites en cada temperatura, y cuando en un grado de calor el aire encierra todo el volumen que puede contener de vapor, no se puede aumentar la presión sin aumentar la temperatura. Por medio de una columna de mercurio se determina la que el vapor ejerce á temperaturas diferentes, observándose de esta manera cuanto puede sostener la columna mercurial á cada grado de calor, y que es como se señala en la tabla siguiente:

Temperaturas.

Presiones máximas.

—20.°	1'8 ^{mm}
—10.	2'6
0.	5'4
+5.	6'9
10.	9'5
15.	12'8
20.	17'3
25.	23'4
30.	30'6
40.	53'0
50.	88'7
60.	144'7
70.	229'4
80.	352'4
90.	525'3
100.	760'0

Se ve, pues, que á la temperatura de cien grados, que es la de la ebullicion del agua, la fuerza del vapor es igual á la de la atmósfera, puesto que levanta una columna de mercurio igual á la que representa su pesantez. Cuando por medio de procedimientos mecánicos se aumenta la presion del vapor mas allá de este término, se dice que es como dos, como tres ó como cuatro atmósferas etc.

Si un cuerpo frio se coloca en medio del vapor del aire, le quitará calórico y descompondrá el vapor, depositándose agua en la superficie de dicho cuerpo. En este fenómeno, que se llama punto de rocío, está fundada la construccion de los higrómetros de condensacion; y á favor de un termómetro se aprecia la temperatura precisa de este punto. Por este medio se ve que el peso de vapor contenido en un métro cúbico de aire varia con la temperatura y cambia su fuerza elástica, como se consigna en la tabla siguiente:

Peso del vapor contenido en un metro cúbico de aire.

Temperatura desde el punto de rocío.	Fuerza elástica correspondiente en milímetros.	Peso del vapor en gramos.
—20.°	1'3.	4'5
—10.°	2'6.	2'9
— 5.°	3'7.	4'0
0.°	5'0.	5'4
+1.°	5'4.	5'7
2.°	5'7.	6'1
3.°	6'1.	6'5
4.°	6'5.	6'9
5.°	6'9.	7'3
6.°	7'4.	7'7
7.°	7'9.	8'2
8.°	8'4.	8'7
9.°	8'9.	9'2
10.°	9'5.	9'7
15.°	12'8.	13'0
20.°	17'3.	17'1
25.°	23'1.	22'5
30.°	30'6.	29'4
35.°	40'4.	38'1
40.°	53'0.	49'2

El aire contiene siempre cierta cantidad de vapor de agua, que lo toma de la superficie del mar ó de las demas aguas contenidas en las tierras. Este vapor se eleva mas ó menos; y cuando se enfria, desciende en forma de lluvia. La evaporacion es mayor cuanto mas elevada sea la temperatura; pero como el aire no puede contener mas que una determinada cantidad en cada una, resultará que su estado de sequedad influirá notablemente sobre la evaporacion del agua. La agitacion de la at-

mósfera influye tambien en la formacion del vapor, porque si tiene poco movimiento en un lugar húmedo, se saturará y no podrá recibir mayor cantidad de humedad hasta que esta se traslade á otras capas de aire; y por eso los vientos, sobre todo los secos, favorecen la evaporacion del agua de las localidades que recorren.

El agua en estado de vapor ocupa 1.700 veces su volúmen primitivo, por efecto del calórico latente que se ha interpuesto entre sus moléculas. Asi que para mantenerse en dicho estado, absorbe una cantidad de calor, que seria capáz de elevar á 550.° una de agua, igual á la que permanece en forma de vapor, y como ese calor queda libre al condensarse el vapor de agua, la formacion de la lluvia produce calor en el punto donde esta se forma. De aqui tambien que la evaporacion mantiene el equilibrio en la temperatura de los cuerpos; por esto los que no desprenden vapores en el verano, se calientan considerablemente, mientras que los que son susceptibles de dar alguna evaporacion, no adquieren una temperatura tan elevada.

Se ha calculado que la evaporacion que se verifica en la superficie del globo era, por término medio, de 35 pulgadas; pero se comprende que ha de haber notables diferencias en cada zona ó region.

Mientras que el vapor de agua permanece en disolucion en la atmósfera, aumenta la transparencia de esta, los objetos parecen mas claros y mas aproximados, los astros se ven mas brillantes, y á veces las estrellas centellean mas que de costumbre, lo cual anuncia una lluvia próxima. Tambien el vapor de agua contenido en el aire favorece la descomposicion de las materias orgánicas, y cuando se asocia á una temperatura elevada, se aumenta esa accion, disuelve parte de dichas materias y forma lo que se llaman miasmas deletereos.

La condensacion y enfriamiento del vapor de la atmósfera determina la formacion de las lluvias, cuya cantidad disminuye desde el ecuador á los polos, y desde las costas maritimas al interior de las tierras, como igualmente de abajo arriba, ó sea con el aumento de la altura de las localidades; á no ser que en los

sitios elevados se encuentren y mezclen capas atmosféricas de temperaturas diferentes que favorezcan las lluvias. Pero en general las llanuras elevadas, rodeadas de altas montañas, son poco abundantes en lluvias; así como están desprovistos de ellas los grandes desiertos, cualquiera que sea su elevacion, como sucede en el de Sahara en Africa y en el de Gobi en Asia, en la llanura mejicana, y en una porcion de Guatemala, de California y del Perú. En la zona templada son las lluvias mas raras en las costas orientales que en las occidentales; lo contrario sucede en las regiones tropicales, especialmente en América, donde las costas orientales están espuestas á la humedad de los vientos alisios.

Respecto á nuestra península debemos manifestar que se halla situada en la zona de las lluvias de invierno, de las tres en que se ha dividido la Europa, si bien tenemos regiones correspondientes á la zona seca, porque con respecto á climas y vicisitudes atmosféricas se observan multitud de contrastes en España. Así vemos que la atmósfera de nuestra zona septentrional está casi siempre nebulosa, principalmente en la costa cantábrica y en Galicia, siendo mas despejada en el resto del país, especialmente en los climas secos, pues, como hemos dicho, existen de todas variedades en nuestro territorio. Las nieblas y escarchas son frecuentes en las mesetas elevadas y en las parameras de Castilla la Vieja, y los rocios reinan principalmente en la costa y parages bajos, húmedos y cerrados de las montañas. No son muy comunes las tempestades; pero estallan algunas en la costa del Norte, en la cuenca del Ebro, y aun en el Mediodia de Valencia, Murcia, Levante de Granada y S. de Portugal. En estos últimos puntos y en las llanuras béticas se forman por otoño é invierno; en los demás puntos acaecen generalmente por verano. El granizo es frecuente en la cuenca del Ebro, y cuando su volúmen es considerable destroza las mieses y las frutas.

La direccion de las corrientes atmosféricas influye en la diversidad del vapor de agua y de las lluvias que se producen en las diferentes zonas de la península. En la costa septentrio-

nal y en el centro suelen reinar á últimos de otoño los vientos N. y N.E., y en la costa del mediterráneo los de Levante, S.E. y S.. El N.E. y N. son frescos y húmedos; el N.E. y Levante, frios y secos; el S.E. y S., cálidos y secos; el S.E. y Poniente, cálidos y húmedos. Los huracanes son raros en la península, y cuando se levantan suele ser en los equinoccios y en los inviernos; pero en el golfo de Vizcaya se promueven con frecuencia borrascas con los vientos N. y N.O.; en el de Valencia con el S.E., y en el Estrecho de Gibraltar, Golfo de Cádiz y Cabo de San Vicente, con el S.O. En la Costa del Mediodía y del S.E., principalmente entre el Cabo de Gata y el de la Nao, suele haber impetuosos vientos con calores abrasadores. No se crea sin embargo que España es un país húmedo: lo sería si su centro fuera un bajo abundante de aguas y poblado de lozana vegetación, y si todas sus montañas estuviesen cubiertas de bosques altos y espesos; pero siendo el centro una planicie elevada, desnuda y árida, y estando también desarboladas la mayor parte de las montañas y de las dos llanuras que unen la planicie central con las terrazas adyacentes, el clima es más ardiente, cálido y seco que fresco y húmedo. La planicie central, y acaso la mitad de España, es una de las localidades más secas del globo, después de los desiertos del Africa y del Asia. No obstante, hay puntos donde la abundancia y frecuencia de las lluvias son notables, como en el litoral cantábrico y en las cercanías de Santiago, donde las de otoño son casi tropicales, y en algunos sitios de Cataluña, alto Aragón, Navarra y Granada, llueve cuando menos tanto como en Inglaterra y Bélgica.

Si pasamos revista á las localidades de nuestra Península para designarlas por el orden de su sequedad ó humedad mayor ó menor, tendremos que son escasas de nubes y de lluvias, y por lo tanto muy secas, la costa Sudeste de Granada, principalmente el cabo de Gata, el Campo de Cartagena, Alicante y Elche. Son también secas, aunque no tanto como las anteriores, la planicie central, excepto las mesetas y parameras situadas sobre 860 metros de altura, y las localidades septentrionales; las llanuras ibéricas, especialmente la estepa del Ebro; la cuenca

superior del Guadalquivir; la campiña de Córdoba; la estepa bética; las mesetas de Guadix, Baza y Huescar; la parte de Levante de Granada; la provincia de Murcia y el Mediodía de Valencia, pues en todas ellas la cantidad de lluvia anual no pasa de 240 á 460 milímetros. Son algo húmedas la parte central y septentrional de Valencia; Cataluña, excepto los Pirineos; la terraza del alto Aragon y Navarra; la Serrania de Cuenca; la meseta de Extremadura alta; las montañas del sistema central; la terraza de la Beira alta (Portugal); la planicie septentrional desde la latitud 42.º; las montañas de Jaen; la Serrania de Ronda; la costa meridional de Granada; la llanura de Sevilla, excepto la costa; Sierra Morena, y los Algarves y altos de Alentejo (Portugal), en cuyas localidades la cantidad de lluvia anual es de 460 á 580 milímetros. Son localidades húmedas, las montañas elevadas del sistema pirináico; sierra Nevada y sus cercanías; el litoral que corre entre Gibraltar y la desembocadura del Guadiana, donde hay abundantes lluvias de invierno; siendo en todas las localidades mencionadas de 650 á 1.045 milímetros la cantidad anual de la lluvia respectiva. Y finalmente, son muy húmedas las provincias de Bilbao y Santiago de Galicia, así como Coimbrá en Portugal, siendo la cantidad anual de lluvia en ellas de 1.300 á 4.600 milímetros.

Hablando de un modo general en lo que se refiere á la parte terrestre de la region tropical, podemos establecer que la mayor cantidad de agua cae cuando el sol está en el zenit, ó sea en una estacion que corresponda á nuestro verano; mientras que al Norte de los trópicos es en invierno cuando llueve con mas abundancia.

Suponiendo la cantidad total de lluvia representada por la cifra 100, corresponden en nuestra zona, 50'6 á invierno, 16'3 á primavera, 2'8 al verano, y 30'3 á otoño. Como dejamos apuntado antes, la Europa puede dividirse en tres zonas bajo el punto de vista de las lluvias; la de las lluvias de invierno, que comprende la punta occidental de la Península Ibérica, la meridional de Sicilia y el Peloponeso; la de las lluvias de otoño, que se extiende á lo largo de las costas occidentales de Europa,

desde el cabo Norte hasta Coimbra, y sobre todo las islas Británicas; y la tercera, ó de las lluvias de estío, que comprende la Europa continental y forma una punta que penetra en Francia hasta los 46.º de latitud, perteneciendo á esta region sus provincias del Norte y del centro.

Las lluvias modifican la temperatura é influyen de diverso modo segun las estaciones, pues en invierno la elevan un poco, en verano la rebajan, y tienen la temperatura normal del aire en las épocas de los equinoccios.

Como el conjunto de todos estos conocimientos ha de conducirnos á fijar la naturaleza de los climas de la Península, cosa que debe tenerse muy en cuenta en la hidrologia médica, antes de llegar á ese estudio, expondremos otros que deben ser anteriores, tales como los que se refieren á la constitucion geológica de nuestro suelo, así como los concernientes á la geografia botánica y zoológica del mismo.

debe el agua hervir hasta ebullición y sobre todo las sales fósforas y la tanina, a las que las flores de esta planta pertenecen. Después de hervir el agua hasta ebullición y sobre todo las sales fósforas y la tanina, a las que las flores de esta planta pertenecen. Después de hervir el agua hasta ebullición y sobre todo las sales fósforas y la tanina, a las que las flores de esta planta pertenecen.

Como el cultivo de todos estos conocimientos es de gran importancia a fin de fijar la naturaleza de las cosas de la naturaleza, como que debe tenerse en cuenta en la historia natural, antes de llegar a ser estudio, es necesario que los datos sean anteriores, tales como los que se refieren a la constitución genética de nuestro suelo, así como los conocimientos a la geología botánica y zoológica del mismo.

El estudio de la historia natural debe ser el fundamento de la agricultura, y en consecuencia de la ganadería, y de la industria en general. La historia natural es la ciencia que estudia la naturaleza en sus manifestaciones físicas, químicas, biológicas y geológicas. La historia natural es la ciencia que estudia la naturaleza en sus manifestaciones físicas, químicas, biológicas y geológicas. La historia natural es la ciencia que estudia la naturaleza en sus manifestaciones físicas, químicas, biológicas y geológicas.

CAPÍTULO IV.

ESTRUCTURA GEOLÓGICA DE ESPAÑA.

I.

Origen del globo terrestre, su figura, diámetros, densidad, movimientos y temperatura.—Fenómenos fisiológicos y patológicos relacionados con los movimientos de la Tierra.—Levantamientos, volcanes y terremotos.—Terrenos.—Azoicos, rocas ígneas, localidades volcánicas de España.—Terrenos silurio, devonio, carbonífero y pérmico, sus caracteres y su distribución.—Terrenos secundarios; cretáceo, jurásico y triásico.—Terrenos terciarios.—Id. cuaternarios.—Id. modernos; caracteres, división y distribución en España de cada uno de ellos.

Como nociones preliminares á este capítulo, apuntaremos aquí algunas ideas sobre el origen de nuestro globo que, como todo el sistema planetario de que forma parte, procede de una nebulosa, la cual se dispuso en anillos concéntricos alrededor de un punto central de atracciones comunes, y mas tarde, tomando cada uno de estos anillos un movimiento propio, se replegaron y adquirieron la forma esferoidal, viniendo á constituirse en globos fluidos de materia cósmica primitiva, que por el enfriamiento y sus polarizaciones diversas habia de engendrar todos los cuerpos simples y compuestos, y mas tarde los seres orgánicos, lo mismo en nuestro planeta que en todos los demas. Con solo fijarnos en la figura de la tierra, se adquiere el convencimiento de su origen fluidico primitivo; su radio es mas considerable hácia el ecuador que el que se dirige á los polos, con una diferencia próximamente de 24 kilómetros, toda vez

que el primero tiene de longitud 6.377,946 metros, y el segundo 6.356,889, siendo por lo tanto 21,087 metros mas corto el radio polar que el ecuatorial. La densidad de la tierra es 5'44, tomando por unidad la del agua destilada; sin embargo de que la de las capas superficiales no es mas que 2'7. Su forma y su densidad se ligan estrechamente á sus movimientos; asi es que su fuerza centrifuga, consecuencia de su rotacion, explica su aplanamiento por los polos y su elevacion por el ecuador; lo cual prueba su fluidez inicial, porque toda masa fluida se hincha mas por la linea de su ecuador y se deprime por los puntos extremos de su eje de rotacion.

Su temperatura debió ser intensísima en las primeras épocas geológicas, no pudiendo atribuirse el calor de la tierra al que recibiera del sol, toda vez que la temperatura se aumenta con la profundidad, un grado por cada 30 metros, teniéndose calculado que la costra sólida apenas alcanza un espesor de 20 leguas, y que mas allá de esta profundidad solo se encontrarían materias en fusion, ó un elemento igneo genésico de cuanto constituye sus partes solidificadas. La temperatura debió ir siendo menor en cada época geológica, hasta permitir la condensacion del vapor; verificándose las lluvias, que empezaron por los polos, por haber sido los puntos del globo que primero se enfriaron, siendo á la vez la cuna de los seres orgánicos, porque fueron las regiones que mas pronto ofrecieron medios para la aparicion de la vida vegetal y animal. Así es que, cuando la zona tórrida no tenia todavía condiciones de habitabilidad, los polos reunían las que mas tarde hubo en aquella, y por lo tanto aparecieron una flora y una fauna parecidas á las que hoy existen en la zona ecuatorial. Despues, con el enfriamiento, la vida se fué retirando de los polos, replegándose hácia el ecuador, tal cual se observa en la época histórica de la humanidad. Arago ha manifestado que, segun sus observaciones y apoyándose en el movimiento de la luna, la temperatura media de la masa general de la Tierra no ha variado la décima parte de un grado en el espacio de dos mil años, porque todo enfriamiento notable ha de acarrear un aumento en la velocidad

de su rotacion y una disminucion consecutiva en la longitud de los dias.

No podemos prescindir en este momento, ya que citamos el movimiento diurno de la Tierra, de consignar algunos hechos fisiológicos y patológicos que parecen ligados, ó que al menos tienen cierto paralelismo, con ese movimiento diurno. Asi como la aguja imantada toma diversas inclinaciones segun las diferentes horas del dia y de la noche, y asi como tambien la imagen fotográfica se forma mas pronto á unas horas que á otras, aun cuando el sol se hallé á una altura semejante y sean iguales las condiciones atmosféricas, asi tambien hay fenómenos en el organismo relacionados con dicho movimiento. Los ataques gotosos estallan hácia media noche; al amanecer comienzan los sudores de la fiebre hectica; las cuartanas tienen su invasion por lo comun despues de mediodia; el picor de las herpetides se exacerba por las noches, y los dolores osteócopos se hacen sentir especialmente hácia la media noche. De la misma manera el minimun de los nacimientos se verifica desde las doce del dia hasta las seis de la tarde, y el máximun entre las doce de la noche y las seis de la mañana. Las defunciones tienen tambien su minimun entre las seis de la tarde y las doce de la noche, no habiéndose todavia fijado con exactitud en las estadísticas las horas en que se verifica el máximun, aun cuando parece sea desde las dos de la mañana hasta las dos de la tarde. Otros fenómenos se relacionan con el movimiento anual de la tierra, realizándose constantemente con mayor frecuencia en unos meses que en otros, tales como la fecundacion de la muger; la determinacion del sexo en relacion con los meses en que aquella se ha verificado; el desarrollo de las enagenaciones mentales; el número de suicidios y otros crímenes; fenómenos todos que se han estudiado bajo el punto de vista de su ligazon con el movimiento anual terrestre, suministrando noticias curiosas acerca de estos particulares, y que omitimos por no ser propias de nuestro objeto.

Una vez comprendido el origen del globo terrestre y la manera de formacion de su costra sólida, se llega al conocimiento

de la manera como esta ha ido engrosando hasta adquirir el espesor que hoy tiene. Si no hubiese obrado ninguna causa perturbadora, la superficie de la tierra no hubiera presentado desigualdades notables, y al formarse las aguas se hubieran repartido con igualdad por toda ella; siendo probable que así sucediera en un principio y que todo el globo fuese un vasto océano, y después un archipiélago, cuando comenzaron á emerger las primeras tierras. Pero á proporcion que se hacia mas compacta la costra sólida, la materia ignea del foco central ejerció presiones inmensas que dieron lugar á la rotura de dicha costra sólida y al levantamiento de extensas porciones de terrenos, trastornándose de este modo la primitiva superficie, y habiéndose así originado la formacion de sistemas de montañas y de las cuencas de los mares y de los lagos. Como este fenómeno se ha repetido en épocas diversas, distantes unas de otras millones de años, la geología ha estudiado esos levantamientos, que han venido á ilustrar, no solamente la formacion de los terrenos, sino tambien el orden de aparicion de los seres orgánicos. Restos son todavia de esas grandes conmociones los volcanes existentes, apagados unos y en actividad otros, que se conocen en muchas regiones del globo. Con ellos está relacionado al fenómeno de los temblores de tierra, que se repite con harta frecuencia en algunos parages, siendo los países mas propensos á ellos los montañosos y los situados en terrenos primitivos ó secundarios, al paso que son muy raros en los de aluvion. Se manifiestan por oscilaciones verticales, horizontales ó circulares, que se reproducen con intervalos mas ó menos aproximados entre sí. Unas veces las dos primeras sacudidas son simultáneas, y se propagan por lo comun en linea recta á razon de 4 á 5 miriámetros por minuto. Otras veces las sacudidas se pierden ó se apagan pronto, disminuyendo de intensidad desde un centro comun de la conmocion hácia muchos puntos que constituyen su circunferencia. Las sacudidas circulares ó giratorias son menos frecuentes, pero mucho mas peligrosas. Los temblores de tierra parecen independientes de los fenómenos meteorológicos y supeditados únicamente á las

fuerzas interiores del globo. Unos se limitan á una reducida localidad, mientras que otros extienden sus estragos á millares de leguas, como el que destruyó á Lisboa en 1755, cuyas sacudidas se sintieron hasta en los mares del Báltico, de las Antillas y en el mismo Canadá. Los ríos retrocedieron en su curso, y muchas fuentes minerales experimentaron grandes cambios, como sucedió en las de Tæplitz, que desaparecieron primero, y despues volvieron con tanta abundancia que inundaron la poblacion.

De la accion de las causas igneas interiores del globo, de las conmociones sucesivas que se han verificado en su costra sólida, de las materias fundidas que han sido lanzadas y se han derramado en las diversas erupciones que han tenido lugar, de la accion tambien de las aguas, que han diluido tierras para depositarlas despues en grandes sedimentos, y todo esto repetido en largos intévalos de millones de años, alternando las épocas de trastorno con las de reposo, han venido á constituirse los diferentes terrenos y las épocas geológicas que la ciencia ha estudiado y sigue estudiando con éxito sorprendente.

Los primeros terrenos fueron los que la geología designa hoy con los nombres de azoicos, talcosos y de pizarras cristalinas ó CRISTALOFILICOS, ó terrenos primitivos y suelo primordial, formados por rocas estratificadas primitivas. Bajo todos estos y otros varios nombres, pero los mas admitidos son los de azoicos y cristalofilicos, se comprende una serie de materiales caracterizados por la falta de restos orgánicos; siendo su posicion relativa inferior á la de los depósitos fosilíferos y en relacion inmediata con las rocas igneas mas antiguas, como son los granitos y los porfidos cuarcíferos. En general, estos materiales se distinguen por el predominio de la testura pizarrosa y cristalina á la vez, y por la abundancia de mica, cuarzo y talco. Son ademas terrenos que abundan en criaderos metalíferos, ya en forma de filones, ya en masas intercaladas etc. Está muy esparcido por la superficie de la tierra, si bien son pocos los puntos en que sus materiales forman grandes montañas; pero ocupan generalmente paises montañosos y accidentados, siendo

mas propios para la industria minera que para la agricultura. Se ha dividido este terreno en tres grupos, que partiendo de abajo á arriba son, el *gneis*, roca compuesta de mica y feldespato; el *micaceo*, cuyas rocas tienen por base la mica, por lo comun unida á otras sustancias, como el talco, el cuarzo etc., constituyendo pizarras de varias formas y composicion; y por último, el grupo superior ó *esteatítico*, cuyas rocas tienen por base de composicion el talco solo ó combinado con otros elementos.

Estos terrenos, segun hemos dicho antes, estan relacionados con los igneos ó plutónicos, y se estudian desde la película que se supone como primer resultado del enfriamiento de la tierra. Estas formaciones plutónicas se presentan en masas inmensas constituyendo el núcleo de las montañas mas altas del globo, y tambien en forma de diques, tifones y coladas en las partes mas profundas como en las mas altas cimas. El metamorfismo de las rocas inmediatas, la dislocacion que han producido en los estratos, su estructura maciza y la carencia absoluta de fósiles, son los caracteres generales de esas formaciones igneas, que se dividen en dos periodos, el de los terrenos *agálicos*, y el de los *piroideos*; en los primeros se comprenden las formaciones graníticas y las porfídicas; y en el segundo los traquitos, los basaltos y las lavas.

Haciendo aplicacion de estos conocimientos al terreno de nuestra península nos encontramos con terrenos volcánicos en cuatro regiones:

La primera, que podemos llamar *del Campo de Calatrava*, abarca la cuenca de Almagro, y un espacio comprendido entre la sierra de Villarrubia, derivada de los montes de Toledo, y la de Puerto Llano, en contacto con los primeros contrafuertes de Sierra Morena, en cuya zona se ven volcanes apagados, y rocas volcánicas, habiendo todavia mucho desprendimiento de ácido carbónico, que dá á las aguas minerales el carácter de acidulas. Este espacio comienza al E. en el meridiano que pasa por el Cerro del Tesoro, en Bolaños y Torralba; al O. llega hasta Cabeza-Arados y muy cerca de Almaden, mientras que de N. á S. se di-

rige desde Picon y Piedra-Buena, en la derecha del Guadiana, hasta pasado Puerto Llano, habiéndose extendido la energia volcánica por la falda, O. de la cadena de Castuera; como lo prueba la existencia tambien por estos sitios de aguas minerales acidulas, pudiendo por lo tanto considerarse dicha accion en una zona de 25 leguas de E. á O. desde Bolaños á Cabeza de Buey, y en el terreno montañoso comprendido entre Sierra Morena y los montes de Toledo. El carácter volcánico de dicha region se halla muy pronunciado en las inmediaciones de Almagro y en los cerros de la Yezosa, Atalaya, Estrella y Cornudilla, cuyos terrenos están compuestos de basaltos, lavas, puntitas y tobas volcánicas, pudiendo reconocerse todavia los cráteres y la direccion de las lavas. Como queda dicho, las aguas minerales de esta region son abundantes en ácido carbónico, por lo que en el país se conocen con el nombre de aguas agrias, siendo de las mas notables las de los Hervideros de Fuensanta, de Puerto Llano, de Fontecha y otras muchas situadas en esta region.

La 2.^a volcánica, llamada por el geólogo Señor Vilanova, de *Olot* y *Castellfollit*, porque este es el punto donde se halla mas patente la corriente basáltica, ocupa unas 22 leguas cuadradas de extension, manifestándose en la provincia de Gerona, al O. de esta Ciudad, entre los rios Ter y Fluviá, siendo su mayor longitud de N. á S. de unas cinco leguas y media, desde Castellfollit hasta Amer, y su mayor anchura de E. á O. de unas cuatro leguas, desde Argelaguer hasta mas allá del Bosch de Tosca. El Sr. Maestre da más extension á esta region, citando otros puntos volcánicos á la derecha del Ter en el camino de Gerona á Barcelona, por Hostalrich, Verges, La Bisbal y otros sitios, habiendo roto las erupciones volcánicas el terreno terciario de la localidad. En Castellfollit se hallan los basaltos, y en los demas sitios las lavas y puzolanas.

La 3.^a region corresponde al *Cabo de Gata*, que se extiende por la costa desde cerca de Almeria hasta mas allá de Cartagena, formando una faja de mas de 25 leguas. Las rocas eruptivas dominantes son traquitas y basaltos, que han trastornado los terrenos terciarios. Las erupciones volcánicas de esta region

empiezan á observarse junto al mismo Cabo de Gata, en el llamado Morron de los Genoveses, que es el único sitio donde los basaltos se presentan con su estructura columnaria; mas hácia dentro se ven otras en las inmediaciones de Nijar, junto á la cañada de las Granatillas, llamada así por la mucha cantidad de granates sueltos que arrastran las aguas cuando llueve; y la roca volcánica de este sitio es la traquítica. Siguiendo hacia el E., entre Bedar y Vera, hay una gran planicie debida al enfriamiento de una corriente de lava, que debió verificarse cuando las erupciones constituyeron los cerros inmediatos. Pronúncianse las erupciones otra vez en el distrito de Cartagena, marcándose mucho en las sierras de Mazarron, habiendo atravesado los terrenos terciarios; y siguen mostrándose por toda la costa hasta cerca del Cabo de Palos. A esta region pertenece tambien el volcanismo de los alrededores de Jumilla, en cuyas rocas se halla el fosfato de cal cristalizado.

La 4.^a region, ó de las *Islas Columbretes*, pertenece á la provincia de Castellon. Estas islas forman una cordillera dirigida de N.E. á S.E., paralela á la costa de la provincia, á 36 millas de dicha costa. La principal es la de Monte Colibre, y todas ellas están constituidas de toba volcánica con escórias de basaltos y alguna puzolana; siendo tambien de notar que la direccion media de todos estos islotes es igual á la de los estribos cretáceos del N. y E. de la provincia, unos y otros paralelos á la costa.

Despues de los terrenos citados, sigue en el orden de formacion el llamado SILURIO, ó pizarroso, conocido con otros varios nombres que le han dado los geólogos. Es el primero de la serie paleozóica ó fosilifera, y por consiguiente donde tuvieron lugar las primeras creaciones orgánicas; siendo sus limites, por la parte inferior las rocas de enfriamiento y las de la serie azóica, y por la parte superior el terreno devonio, separado en estratificacion discordante por el sistema llamado del Morbihan. Las rocas que principalmente caracterizan este terreno son: el gneis, las pizarras talcosas y micáceas, la cuarcita, los conglomerados silíceos de pasta arcillosa, pasando á otras de

grano mas fino hasta convertirse en areniscas ó asperones, que suelen alternar con algun banco de caliza y de arkosa subordinadas. En estos terrenos se encuentran grandes caracteres de metamorfismo y de dislocacion, con muchos filones de rocas plutónicas y metalíferas que salieron á través de sus estratos, por lo que hay multitud de fallas y grandes hendiduras en el terreno silurio. Los fósiles que caracterizan dichos terrenos, y que son los que señalan el primer periodo de la vida orgánica en el globo, pertenecen á los trilobites, crustaceos de organizacion muy singular, los Orthóceras y gonialites, varios peces de una rara estructura, muchos zoofitos crinoideos, y otros animales y plantas de organizacion muy sencilla, y enteramente distintos de los de la época actual. El silurio es el periodo mas largo de la creacion, y en algunos sitios tiene un espesor de mas 6.000 metros. Se le estudia dividido en tres pisos, superior, medio é inferior, conocidos con nombres especiales segun el elemento que en cada uno de ellos predomina y la localidad en que se halla preponderante. En España tiene un gran desarrollo, especialmente en la parte occidental de la peninsula, aun cuando hay motivos para dudar de la existencia del piso superior; pero el piso medio tiene una extension considerable, y existe en la sierra Carpetana, en los montes de Toledo y Sierra Morena, en Leon, Palencia y Asturias, y en algunas localidades aisladas de Aragon, Cataluña y fronteras de Castilla la Vieja. Varía la composicion de este terreno en los diferentes puntos en que se le ha estudiado, siendo en la sierra Carpetana las pizarras cristalinas y las cuarcitas las que mas lo caracterizan, atravesadas por filones de granito, habiéndose encontrado en estos materiales, y en las calizas sacaroideas que los acompañan, algunas plantas que se tuvieron como propias del piso inferior, y que hoy se refieren al piso medio. En la zona de los montes de Toledo que se extiende hácia Estremadura, hay grandes bancos de pizarras y psamitas con restos de caliza negruzca, cubiertos por masas considerables de cuarcita, y los criaderos importantes de la fosforita de Logrosan y del cinabrio en Almaden. En Aragon aparecen manchones de silurio, repre-

sentados por pizarras negruzcas con graptolites y cuarcita negra ó gris. En la cordillera cantábrica y en las provincias limítrofes de Leon y Palencia, se halla tambien muy desarrollado y constituido por las pizarras y cuarcitas análogas á las de Sierra Morena. El piso inferior, conocido con el nombre de Fauna primordial, tiene mucha extension; y segun los estudios del Sr. Prado, en el correspondiente al O. de la península se encuentran fajas estrechas formadas de capas de calizas y pizarras rojas, que ocupan mas de 400 kilómetros de extension en la vertiente S. de la cordillera cantábrica, desde el rio Esla, á un kilómetro al E. de Sabero, hasta el origen del Sil en Galicia. Uno de los caracteres mas notables de este horizonte es la gran dislocacion de sus capas calizas y pizarrosas, á favor de las que unas veces aparecen en su verdadera posicion, y otras afectan hallarse sobre los materiales del terreno devonico. Las fajas calizas y de pizarras arcilloso-ferruginosas del silurio van acompañadas de areniscas blancas y rojas, y en algunos puntos existe tambien una roca cloritica de color verdoso, que suele tomar un tinte rogizo por el peróxido de hierro. Aunque cubierto en muchas partes de la península por el terreno devonico, puede asegurarse que el silurio ocupa la 5.^a parte de la superficie de nuestro suelo, comunicando formas muy diversas á las comarcas donde se halla, segun los materiales que en él dominan; así es que cuando son las pizarras talcosas ó micáceas y aun los gneis, los que adquieren mas desarrollo, no produce montañas muy elevadas; estas son redondas, bajas y terminan por mesetas; por el contrario, dá lugar á montañas elevadas, ásperas y de contornos caprichosos y escarpados, cuando son las cuarcitas y areniscas las que le constituyen.

Despues del silurio, procediendo de abajo arriba, encontramos el terreno DEVONICO, llamado por otros arenisca roja antigua, que habia sido confundido con el periodo carbonifero por una parte y con el silurio por otra. El terreno devonico está formado por el conjunto de capas de areniscas rogizas y de conglomerados silíceos, alternando con otras de pizarras, areniscas algo apizarradas y de caliza, ofreciendo entre sus estratos como materia

subordinada la antrácita. No siempre es idéntica la composición de este terreno, pues á veces predominan las areniscas y los conglomerados, mientras que otras adquieren mas importancia las arcillas pizarrosas y las calizas, haciéndole variar completamente de aspecto. Su carácter paleontológico consiste en haber sido el terreno en que aparecieron primero los reptiles y los anélidos tubículas, cuyos fósiles se hallan juntamente con un gran número de Crinoideos, de Braquiopodos, Spirifer Productus y otros; pero es pobre en fósiles en aquellos puntos en que falta el elemento calizo y donde predomina el color rojo que le comunica el hierro. Es un terreno de gran desarrollo, y en algunos parages alcanza un espesor de tres mil métrros. En España forma dos zonas que corren casi paralelas del N.E. al S.O.. La una se halla al S. y ocupa gran parte de Sierra Morena, confundiendo amenudo sus estratos con los del terreno silurico, y su composición está representada por un escaso número de estratos pizarrosos subordinados á las areniscas, siendo estas las que constituyen la roca dominante y en la que se encuentran los fósiles mas característicos, como la Terebrátula, el Spirifer, Orthoceratites, Dalmanites y otros muchos. La zona del N. ocupa gran parte de las montañas de Asturias y sus ramales en la provincia de Leon. El camino que vá desde esta capital á Oviedo presenta hasta el pié del puerto de Pajares toda la série de rocas del terreno devonico, compuesto en su base de grandes bancos de areniscas y conglomerados rojos, y en lo alto de muchos bancos de pizarras arcillosas y estratos de caliza. Esta zona se extiende hasta los Pirineos, aunque no de un modo continuo. Sus fósiles son casi los mismos que los de la zona anterior. Tambien se halla bastante desarrollado el terreno devonico en Hinarejos, provincia de Cuenca, alrededor del depósito carbonifero, siendo notables los puntos de Castellanos y el Cerro del Hierro. Se divide el terreno devonico en tres pisos: superior, medio é inferior, conocidos con los nombres de arenisca blanca de Elgin, de caliza de Eifel ó pizarras de Calceolas, y arenisca roja antigua.

Tras del terreno devónico sigue el CARBONÍFERO, llamado tam-

bien de la hulla, antracifero, suelo secundario por otros, calizas de transicion, etc., y es uno de los más importantes bajo el punto de vista industrial. Se dá el nombre de terreno carbonifero al conjunto de capas areniscas, arcillas pizarrosas, pizarras silíceas y micaceas, mezcladas con bancos de pudingas y calizas, fétidas por lo comun, de colores oscuros, alternando en muchos sitios con bancos de diferente espesor de carbon de piedra ó hulla, y como elementos subordinados, nódulos y masas de hierro carbonatado y de otros minerales. Este terreno no es de los más esparcidos en la superficie del globo; pero alcanza un grande espesor, que llega á dos, á tres y hasta cuatro mil métrós en algunos puntos. Se le estudia tambien dividido en tres pisos, superior, medio é inferior: el primero corresponde al terreno de la hulla, y está compuesto de arcillas pizarrosas, con frecuencia impregnadas de betunes que las hacen inflamables, alternando con areniscas, pudingas silíceas y capas de carbon. Tambien se halla el hierro y nódulos de pedernal. Este piso es abundante en especies de la Flora y Fauna correspondientes al periodo carbonifero, encontrándose muchos helechos arborescentes, varias especies de Sigillarias, de Stigmaria y otras muchas plantas colosales que constituyeron la gran vegetacion de aquella época, y que sepultadas despues, han venido á formar los depósitos de carbon de piedra que hoy explota la industria. Tambien abundan los peces y varios reptiles. El piso medio le caracteriza una arenisca de grano fino, encontrándose tambien pizarras arcillosas y calizas impregnadas de betunes; sus arcillas suelen ser aluminosas, que en algunos puntos se explotan para la extraccion de la alumina. Y por último, el piso inferior está formado por un inmenso depósito de caliza negruzca ó azulada, que se llama carbonifera ó de montaña, y tambien marmol encrinítico por la abundancia de restos fósiles, en especial de Encrinites que se hallan incrustados en dicha caliza. Ademas aparece en este piso alguna capa de hulla, generalmente seca, y con mas frecuencia de antrácita, alternando en la parte superior é inferior con estratos de pizarras, areniscas rojas y arcillas; y como materias subordinadas se hallan el yeso, la barita, la es-

tronciana, el cristal de roca, el espato fluor y la goma elástica fósil. Es abundante en Equinodermos pediculados, Zoófitos, Briozoos, Orthóceras, el género Bellerophon que no se presenta en periodos posteriores, varios peces y otros muchos fósiles marinos.

Después del terreno carbonífero viene el terreno PÉRMICO, llamado también *péneo*, de caliza magnésica, primera caliza secundaria, caliza alpina, arenisca de los Vosgos, etc., pues con estos y otros varios nombres le han designado los geólogos. El terreno pérmico se compone de una serie de capas de rocas calizas, cuarzosas, pizarrosas y areniscas, separadas en estratificación discordante del carbonífero por un lado y del trias por otro. Sus caracteres paleontológicos consisten en haber sido el periodo en que primero aparecieron las *Ostreas*, *Panopeas* y *Myoconchas*, encontrándose todavía en él algunos reptiles extraordinarios, como el *Protosaurus* y *Paleosaurus* que le son peculiares, muchos peces de organización singular y varios moluscos; y de las plantas, restos aun de los helechos arborescentes de la época anterior; y comienzan á presentarse algunas cicádeas coníferas, teniendo mas semejanza su flora y su fauna con las del periodo carbonífero que con las del trias. El espesor del terreno pérmico varia en cada país, pero su máximo puede fijarse en mil metros. Está muy desarrollado en el Norte de Europa, mientras que la parte occidental se halla casi desprovista de él. En España no se ha determinado todavía con seguridad, y solamente hay algunos datos no muy completos para presumir que existe en el distrito de Sierra Almagrera y Murcia, en las lagunas de Ruidera y cerca de Montiel; y tambien se han indicado algunas calizas dolomíticas en las cercanías de Málaga; pero todas estas designaciones necesitan mayores estudios para afirmar de un modo concluyente la existencia del terreno pérmico en España, y señalar las localidades donde se halla. El piso superior de este terreno da á las montañas un aspecto particular de gigantescas torres, porque las rocas cortadas á pico ofrecen pendientes ásperas y rápidas, escasísimas de vegetación; pero la parte inferior de este terreno, compuesto generalmente

de areniscas y conglomerados, se presenta en forma de colinas terminadas por mesetas de pendientes suaves, siendo por lo comun los valles profundos y tortuosos, observándose en sus laderas perfecta correspondencia entre los ángulos salientes de un lado y los entrantes del opuesto.

Hasta aquí llevamos indicados los terrenos primarios con sus dos secciones de paleozoicos y azoicos, segun que contienen ó no fósiles, y cuyo caracter mineralógico, como hemos visto, es ser en ellos dominante el elemento siliceo bajo las formas de cuarcitas, arenas, brechas, pudingas; con las rocas micaceas y anfibólicas bajo el aspecto de gneis, pizarras micaceas, talcosas, anfibólicas y arcillosas; y el elemento calizo se presenta tambien, pero como accidental, de aspecto compacto ó cristalino y con evidentes señales de metamorfismo. Igualmente abundan materias combustibles y muchos metales preciosos.

Ademas de los terrenos primario ó paleozoico, y el azoico á que acabamos de pasar revista, tenemos otros de sedimento ó neptunianos, que podemos comprender en cuatro grandes periodos: el secundario, el terciario, el cuaternario y el moderno, de cada uno de los cuales daremos una idea tan sucinta como es preciso que lo sea en este libro, que no es un Tratado de Geologia. Procederemos como hasta aquí por los mas antiguos.

TERRENOS SECUNDARIOS Ó MESOZOICOS. Son los que representan el segundo gran periodo de la creacion orgánica, y está formado por una serie de estratos de rocas de distinta naturaleza, interpuestos entre los terrenos terciarios, á los que sirven de base, y los llamados primarios sobre los cuales descansan. Se considera dividido, partiendo de arriba abajo, en *Cretáceo*, *Jurásico* y *Triásico*.

El primer grupo, ó terreno *cretáceo* está constituido por varios sedimentos, el mayor número marinos, compuestos de calizas con frecuencia *cretáceas*, á veces *cloríticas*, alternando con bancos de margas, arcillas, areniscas, conglomerados y nódulos de silice, hallándose intercalados, como contemporáneos ó posteriores, algunas rocas *dioríticas*, *granitos*, *pórfidos*

piroxénicos y ófitos. Sus caracteres paleontológicos son, tener muchos moluscos cefalópodos y los reptiles Mosasauro é Ignanodon; haber hecho su primera aparicion los peces cicloides y tenoideos, las aves palmipedas y las plantas dicotiledoneas. Representa uno de los períodos mas largos de la creacion; tiene el cretáceo un espesor que en algunos sitios llega á 3.800 metros, y está muy desarrollado en Europa, formando en España varias regiones importantes. Una al N., que comprende gran parte de Navarra y de la provincia de Santander; otra al E. en Aragon y Cataluña; la tercera se extiende por Castellon y Teruel, formando un triángulo de mas de 20 leguas de lado, que pasa por Castellon, Tolosa y Montalvan, luego al O. por Peñagolosa hasta terminar otra vez en Castellon; la cuarta desde las inmediaciones de Valencia hasta Alicante, pasando por Alcoy; y por último se halla tambien en la cuenca del Duero y en otros varios puntos de la Peninsula. Se le estudia dividido en dos pisos, el de la creta blanca ó piso superior compuesto de capas de caliza pisolítica, de creta pura ó mezclada con granos de clorita y nódulos de pedernal, alternando á veces con otros de areniscas, margas y arcillas, sirviendo de base, cuando existe, al terreno terciario. El segundo piso ó cretáceo inferior le constituyen arenas, calizas y arcillas de formaciones marinas y lacustres. En España no se halla la caliza pisolítica del piso superior; pero si la creta blanca y la cloritica en varios puntos de Aragon, en Cuenca, en Castellon y en otros parages. El cretáceo inferior se halla muy desarrollado en la Peninsula, con arenas y areniscas en su base, y grandes bancos de calizas por encima, con depósitos subordinados de lignitos en algunos puntos; y como materiales igneos, contemporáneos ó posteriores á su formacion, se hallan los ófitos y pórfidos piroxénicos, que son los que han dislocado sus estratos.

El segundo grupo del terreno secundario es el llamado *Jurásico* ú oolítico, que representa una de las épocas mas circunscritas y mejor caracterizadas. Está compuesto de calizas mas ó menos compactas ú oolíticas, alternando con margas y arcillas, y rara vez con areniscas, siendo la oolita la dominante.

Por lo general, en la parte superior de este terreno predominan los colores claros, y en la inferior los oscuros, azulados y hasta negros. Sus caracteres paleontológicos son; la aparición primera de los mamíferos didelfos, el gran desarrollo de reptiles de gran tamaño y formas extraordinarias, y el crecido número de ammonites y belemnites, así como de las plantas araucarias, zámias, algunas thuias y helechos. Tiene un espesor de más de 2.000 metros, y es uno de los más desarrollados en Europa; pero en España ocupa mucha menor extensión que el cretáceo, presentándose más bien en puntos aislados que en grandes depósitos. Se le estudia dividido en cuatro pisos, que son; el de la oolita superior, de la oolita media, de la inferior, y del lias. En general se presenta este terreno en forma de colinas terminadas por mesetas; sus valles son más anchos y regulares que los del cretáceo, de laderas suaves, estrechándose a medida que se acercan a su origen; siendo también muy abundante de aguas. La oolítica superior no está muy desarrollada en la península, y donde se halla este terreno, se le vé compuesto de calizas, margas, arcillas y areniscas. El segundo piso, ó de la oolita media, aunque no muy desarrollado en España, se encuentra en algunos parages, y le forman calizas duras y compactas, de fractura conchoidea y de aspecto litográfico, y estos bancos suelen alternar con otros de margas y arcillas, generalmente de colores oscuros, en cuyo caso el terreno es más abundante en fósiles. En las provincias de Castellón y Teruel se hallan zonas de la oolita media, como también en Córdoba y en algunos otros puntos de la península. En los lugares donde existe, constituye mesetas elevadas y de pendientes ásperas cuando la caliza es la dominante; pero suaves y surcadas por anchos y profundos valles cuando lo son las arcillas ó las margas; y las aguas que brotan en dicho terreno contienen generalmente óxidos y sulfatos de hierro. El tercer piso ó de la oolita inferior, que constituye zonas de gran desarrollo en algunas localidades, se halla en muy pocos puntos de España, pudiendo citarse entre los que tienen dicho suelo, los Alrededores de Albarracín, Anchueta, Villar del Cobo, Guadalabiar y

algunos otros, estando representado por bancos de caliza compacta, de colores oscuros, alternando con otros de arcillas y de margas. El caracter paleontológico consiste en la presencia de mamíferos, reptiles é insectos de formas singulares, y en el gran desarrollo de los ammonites, nautilus, encrinites y zoófitos de la grande oolita. El piso cuarto, llamado *liásico*, ocupa la base del jurásico, y ofrece de notable el gran desarrollo de las margas y arcillas de colores oscuros, pardos, azules ó casi negros, que comunican á las canteras un aspecto en forma de fajas, presentándose las rocas con estructura pizarrosa, ó en grandes depósitos alternando con alguna capa caliza, generalmente arcillosa y de tintas oscuras. Se halla en España en Albarracin, las Majadas (Cuenca), Anchuela, Villar del Cobo, Guadalabiar, Griegos, Torremocha, Sarrion y otros varios puntos. Su caracter paleontológico consiste en haber sido donde hicieron su primera aparicion los belemnites, las sepias y calamares, el desarrollo de algunos reptiles extraordinarios, como el Yctiosauro y Plesyosauro y peces de muchas nadaderas. Tambien se le ha subdividido para su estudio en tres pisos: superior, medio ó liásico propiamente dicho, é inferior. En España tiene el terreno liásico de la Sierra de Antequera y de Baena, que se estiende por Ronda hácia Gibraltar, la circunstancia de estar representado por la caliza roja ammonitifera, mientras que en Aragon y demás puntos indicados antes, así como en otros de Guipuzcoa y Vizcaya está formado de bancos de caliza compacta y de arcillas de colores oscuros, y en el Collado del Horno de la Hava, cerca de Orta, existen calizas dolomíticas y margas yesosas atravesadas por una eurita verde. Parece que en la peninsula no hay mas que los pisos superior y medio, faltando el inferior, estando mezclados los fósiles de ambos pisos en algunos parages, como sucede en varios puntos de Aragon. En Asturias se halla formado de caliza compacta, blanquecina, azulada ó negruzca, alternando sus estratos con otros de margas y areniscas un tanto irisadas, y de grandes masas de pudinga silicea, con muchos fósiles propios, entre los que el Sr. Schulz ha encontrado parte del esqueleto de un Plesyosauro. Como formas accidentales del lias debemos ci-

tar las caliceas sacaroideas, los mármoles y rocas que suministran la cal hidráulica, así como el yeso y la sal común que abundan en dicho terreno.

El terreno *triásico* constituye el tercer grupo de los secundarios, y se le ha llamado también Keuprico, arenisca roja moderna, salifero-magnesiano, etc. etc. En general se compone de tres pisos, caracterizado cada uno por rocas especiales, que son estratos de arcillas y margas de colores variables, azulados, grises, violados ó pardos y también blancos, descansando sobre otros de calizas compactas, por lo común dolomíticas, con muchos fósiles, y en la base grandes masas de arenisca alternando con algún conglomerado. De esta estructura se ha deducido la división antes dicha en los tres pisos, llamando al superior el de las margas irisadas, al medio el de la caliza conchifera, y al inferior el de la arenisca abigarrada. El terreno triásico se halla en muchos puntos de España, especialmente en Andalucía y la Mancha, en Valencia y Aragón, y formando además manchones sueltos en algunos puntos, como sucede en Santander. En él se encuentran arcillas, dolomías, yesos y considerables depósitos de sal; las margas suelen ir acompañadas de areniscas y conglomerados en la parte superior, de yesos y dolomías en la parte media, y de arcilla carbonosa, lignito arcilloso y pizarras calizas en la parte inferior. El piso conchífero se halla también bastante desarrollado en la península, formado de grandes bancos de caliza dolomítica algo arcillosa, muy inclinados y hasta verticales, como se vé en algunos puntos de Valencia, con rocas eruptivas dioríticas; y el piso de la arenisca abigarrada ofrece una composición bastante uniforme, estando representado por dos órdenes de estratos; el superior que empieza por arcillas foliaceas de color rogizo y violado, que suelen pasar por arriba á la caliza del piso medio, y por abajo van cargándose de elemento arenáceo, como se observa en la región de Valencia; y el estrato inferior se compone de areniscas cuarzosas, menos micáceas, de grano basto, de testura maciza, pasando en algunos puntos á un verdadero conglomerado. El piso tercero del trias alcanza una grande elevación en algunos parages, como

sucede en el alto de Pino, provincia de Castellon, donde llega á una altura de 1388 méetros, y en el Desierto de las Palmas á 738 en el punto llamado Capilla de San Miguel. El carácter paleontológico principal del terreno triásico es la aparicion de *Microlestes antiguus*, primer representante de los mamíferos, y de los peces *Nybodus*, *Gyrolepis* y *Saurichthys*, característicos del trias. Tambien se han encontrado las impresiones de los piés de un ave tridáctila y de tortugas; además existen grandes reptiles y fósiles de moluscos; entre ellos los amnites y otros, habiendo aparecido por primera vez plantas dicotiledóneas gimnospérmicas.

TERRENOS TERCIARIOS. Se han llamado tambien supracretáceos, paleotéricos y aluviones antiguos etc., y representan la tercera grande época de la creacion, procediendo de abajo arriba. Se componen de calizas, arcillas, arenas y areniscas ó asperones, de sílex-molar, conglomerados y brechas de distinta naturaleza, en capas estratificadas alternando entre si repetidas veces, y conteniendo como sustancias accidentales y subordinadas el lignito, el hierro, y otros materiales explotables. Se hallan situados los terrenos terciarios por encima de los cretáceos y por debajo de los depósitos cuaternarios. Sus estratos están dislocados por las erupciones de algunos granitos, que se ven intercalados en estos terrenos. El carácter paleontológico consiste en ser el de la primera aparicion de casi todos los órdenes de los mamíferos monodelfos, cuadrumanos ó monos, carnívoros, anfibios, roedores, paquidermos y rumiantes; habiéndosele llamado tambien terreno paleotérico por ser en él muy comunes y casi exclusivos suyos los paleoterios. Tambien aparecieron por primera vez la mayor parte de las aves, y entre los reptiles las culebras y las ranas. El terreno terciario se halla generalmente en fajas ó manchones limitados por las cordilleras de montañas, siguiendo por lo comun el curso de los grandes rios, y formando las cuencas de los mares interiores, como el Mediterráneo, el Cáspio y el Negro, y adquiriendo en dichos terrenos un notable desarrollo las formaciones fluviales y lacustres. En España, además de los manchones marinos y la-

enustres que existen en varias provincias del E. y del S., el terreno terciario forma dos grandes cuencas representadas por las mesetas de ambas Castillas, pudiendo dividirse en cuatro distritos el terreno terciario de la parte central y meridional de la península: el primero es el de la cuenca del Guadalquivir; el segundo el del Guadiana, en Estremadura; el tercero el de Toledo y Madrid, el cual comprende los montes de Toledo, Guadarrama y Sierra de Gredos; y el cuarto el de la Mancha. El terreno terciario se divide en tres grupos: el superior, plioceno ó subapenino, que alcanza un espesor de 600 metros; el medio, mioceno ó falúnico, cuyo espesor es de unos 400 metros; y el inferior, eoceno ó nummulítico, que suele llegar hasta 2000 metros.

El primer grupo, ó terreno terciario superior, se compone de gran número de arenas, areniscas, arcillas, calizas, brechas, puddingas y otros materiales que pertenecen á dos formaciones principales, una lacustre y otra marina. Su carácter paleontológico consiste en muchas especies de mamíferos, entre ellos los elefantes y mastodontes, algunos hipopótamos y muchos ciervos; y entre los reptiles, la salamandra gigantesca, gran número de moluscos, en especial gasterópodos y bastantes conchas bivalvas. Este terreno plioceno se estiende en España desde Almería á Sierra Almagrera, comprendiendo el campo de Híjar y los términos de Almería, Bechina, Vera y Cuevas de Vera; habiéndole también en algunos puntos de la costa de Málaga y Cartagena, y en los alrededores de Baza y de Alhama de Granada; si bien el Sr. Vilanova opina que el terreno de las citadas localidades debe referirse al mioceno, no considerando como plioceno mas que los terrenos de Lorca y Culla, y los de la Colina de Belluer en Mallorca.

El terreno terciario medio, mioceno ó falúnico abunda en España, y está representado por formaciones marinas en unos puntos y lacustres en otros. Estas ocupan la parte central de la península, constituyendo las mesetas de ambas Castillas, con calizas silíceas que contienen Planorvis, Lymneas y Paludinas, tal como se hallan en Colmenar Viejo; margas, arcillas y areniscas con yesos y huesos fósiles, como sucede en Madrid,

Valladolid y Burgos; y arcillas, areniscas y conglomerados, como se observan en Trillo y tambien en Madrid y Valladolid. Ademas, tiene gran desarrollo en Teruel, Zaragoza, Logroño, Navarra y provincias Vascongadas, habiendo sufrido la conmocion de algun levantamiento, porque en la desembocadura del estrecho que ofrece el Ebro cerca de Haro se presenta el terreno cretáceo en posicion invertida, cubriendo al terciario en vez de servirle de base, y la cuenca de este rio parece enlazarse con la cuenca de Castilla la Vieja por el estrecho de Burgos. Como localidades importantes en la provincia de Teruel; citan los geólogos á Concud y Libros, por la abundancia de huesos fósiles en el primero, que se hallan tambien en una formacion igual entre Buñol y Cofrentes, hasta Gijona y Alcoy; y el segundo, esencialmente lacustre, compuesto de calizas blancas, margosas y arcillas, de entre las que se estrae el azufre que se explota en dicho país. En Alfambra, Sierra de San Just, Montalban y otros puntos de Aragon, el terreno mioceno se presenta en manchones sueltos, por efecto de los levantamientos bruscos ocurridos en épocas no muy remotas, por lo que los estratos se hallan muchas veces oblicuos y hasta verticales, como sucede por Montalban y Segura. En el litoral de las provincias de Alicante y Valencia se presenta en bancos de areniscas y calizas casi horizontales, paralelas á otras que forman pequeñas colinas, con calizas metamórficas que constituyen un alabastro de superior calidad. El mismo terreno sigue desarrollándose por Játiva, Fuente la Higuera y Almansa, prolongándose á las provincias de Alicante y Murcia, adquiriendo gran desarrollo en esta última; viéndose el mioceno marino en Fortuna, Venta del Rio, Cullar y otros varios puntos; notándose que en Lorca le forman bancos de arcillas y margas bituminosas con azufre y peces fósiles. Por el lado de Almansa penetra hasta Chinchilla y Albacete, desde donde se extiende á las peñas de San Pedro y cercanias de Alcaraz.

El terreno terciario inferior, eoceno ó nummulítico, llamado así por los muchos fósiles nummulites que en él se encuentran, se compone de muchas capas calizas, sílex-molar, arcillas,

arenas, conglomerados silíceos y algunos bancos subordinados de lignito y masas de sal comun. Su caracter paleontológico es, como queda dicho, la abundancia de nummulites, y tambien el haber aparecido por primera vez los paleotherios y murciélagos, con un número considerable de moluscos, especialmente gasterópodos, y entre las plantas varias especies de algas, como el fucus y otras. En España le forman calizas, arcillas, calizas arcillosas, arenas, areniscas y conglomerados, con depósitos de yeso y sal comun, de cuyo último material son un ejemplo notable las minas de Cardona. Se distribuye en tres zonas: una que se extiende desde Navarra hasta la costa de Cataluña, siguiendo la pendiente occidental de los Pirineos, y en la que descuella por su altura el Montserrat: otra desde Navarra hasta Asturias, siguiendo la ramificación de los Pirineos, y en ella se encuentran las salinas de Peralta: la tercera comprende el antiguo reino de Valencia, viéndosele especialmente en la provincia de Alicante, donde se presenta en calizas compactas, dispuestas en estratos muy inclinados, constituyendo montañas de bastante elevacion. Tambien aparece en forma de manchones aislados en los alrededores de Málaga, en Gualchos al E. de Motril y en algunos otros puntos.

TERRENO CUATERNARIO, llamado tambien de transporte, de aluvion, diluvial ó diluvium, de los cantos rodados, reciente, postplioceno etc. etc., pues con todos estos nombres se le designa; es un conjunto de materiales estratificados ó sin orden alguno, marinos, lacustres, fluviales, terrestres, volcánicos, sólidos ó con poca cohesion, depositados entre el terreno terciario superior y el principio de la época actual, cuyos limites no son fáciles de determinar en ocasiones, porque á veces se hace de un modo casi imperceptible el tránsito desde los últimos depósitos del terreno plioceno á los de la época actual. Pueden agruparse sus materiales en dos órdenes de depósitos: uno compuesto de los de acarreo de diferentes orígenes, mas ó menos incoherentes, mezclados con varios restos orgánicos, entre los que predominan los Elefantes, por lo que se le ha llamado periodo elefantino, y al cual pertenecen los depósitos

de las cavernas y brechas huesosas y el travertino: el otro se compone de materiales tambien sueltos y de grandes masas ó peñascos, llamados errantes por encontrarse á largas distancias del punto de su procedencia, sin haber perdido sus formas primitivas, caracter que los distingue de los de acarreo; y tambien se hallan en él cantos sueltos, ó formando bancos pulimentados ó estriados; designándose este depósito con el nombre de glacial ó errático. El terreno cuaternario ha sido objeto de grandes estudios, y el eminente geólogo Archiac le divide en cinco periodos, que el Sr. Vilanova reduce á tres; siendo el 1.º de este último autor el de *formacion errática ó glacial antigua*, caracterizado por la carencia de grandes masas errantes y angulosas, y por la falta tambien de voluminosos cáncrales, pues sus rocas son pulimentadas, redondeadas y estriadas; por los depósitos de conchas marinas árticas del hemisferio N.; por el descenso ó hundimiento desigual de las costas, y por los cantos errantes del N. y N.O. de Europa, de Suiza y de la América septentrional; no teniendo este periodo una Fauna propia, y habiendo sido su duracion relativamente corta. El 2.º periodo, ó de *formacion diluvial*, está formado en cada localidad por la destruccion de rocas subyacentes é inmediatas, como lo da á entender el color, que es rojo donde abundan las areniscas ó margas del trias; negro en las cuencas carboníferas; blanco en los terrenos cretáceos, etc.; habiendo sido de una larga duracion, calculada por el Lyell⁴ en sesenta mil años, en cuya época se formaron las lineas de los antiguos niveles del mar, y vivieron y perecieron en las regiones alpinas el elefante primitivo y otros grandes mamíferos: es el periodo de los depósitos lacustres, tobas, travertinos, légamos, materiales de volcanes apagados, conchas marinas, fluviales y terrestres idénticas á las que viven hoy en las mismas latitudes; y marcado ademas por el desarrollo de grandes mamíferos en los dos hemisferios. El periodo 3.º ó *errático moderno*, lo caracteriza una nueva invasion de nieves, aunque en menor escala que en el primero, y que dieron por resultado otro diluvio glacial en las orillas de los lagos ó donde hubo aguas en-

charcadas, y lo caracterizan las rocas redondeadas, gravas, arenas y chinas no estratificadas, cantos errantes de los Alpes y de otras cordilleras, algunos depósitos con estratificación imperfecta, hallándose cavernas y brechas huesosas, conchas de la época anterior y restos de grandes mamíferos terrestres. El terreno cuaternario empezó por un levantamiento lento ó brusco del mar, en cuyo fondo se depositaron los materiales del terciario superior, y cuyo levantamiento parece referirse al de los Alpes principales, y concluyó con otro movimiento que determinó la retirada de las nieves perpetuas de los mismos Alpes.

Aplicando estos datos á nuestro territorio, podemos considerar como regiones en que se encuentran vestigios de *la formación errática*, Sierra Nevada, la de Gredos, algunos puntos de las faldas de los Pirineos, y de las montañas de Asturias y Leon. Esta dispersión de los cantos rodados de los Alpes y de otras cordilleras fué precedida de un levantamiento lento de los continentes y de las costas en que se observó dicho fenómeno, y en puntos mas ó menos apartados, cuyo movimiento ascensional dió por resultado las playas ó costas levantadas de varias regiones, habiéndose formado depósitos marinos y fluviales con animales idénticos á los que hoy viven en parages inmediatos; así como terraplenes paralelos en el interior de los continentes, siguiendo por lo comun el curso de los rios. Casi siempre se hallan mezclados estos depósitos erráticos con los diluviales; sin embargo de que en el centro de nuestra Península los hay diluviales sin cantos erráticos, ni aun siquiera en las brechas huesosas de Gibraltar ni en el depósito de Concud, provincia de Teruel. A esta formación diluvial pertenecen las cavernas que contienen restos de seres de la época actual en cada region, y tambien huesos humanos, de las cuales en España, además de la citada de Concud, existen otras muchas, como las de Molina de Aragon, las de Riaza y Pedraza de la Sierra, las de Peña de Muda y San Salvador en la provincia de Palencia, la de Colli en Leon, y otras varias en Asturias.

Concluirémos los caractéres del periodo cuaternario indi-

cando que en él existe una roca, el travertino ó toba caliza incrustante, cuya formacion empezó en dicho periodo y se continúa en nuestros dias. Otro tanto puede decirse de la turba que se encuentra en algunos puntos formando parte de este periodo de la historia de la tierra, siendo su única distincion la época á que pertenece. Las formaciones igneas del cuaternario son principalmente los basaltos, alguna traquita, el peperino y algunas tobas basálticas y traquíticas. Algunos autores suponen que á esta época pertenece la primera aparicion del hombre, no faltando tampoco quien la haga remontar al piso superior del terreno terciario. Los fósiles propios del cuaternario son de un gran número de mamíferos, como elefantes, hipopótamos, rinocerontes, ciervos gigantes, el oso, el leon y la hiena de las cavernas, el buey primitivo, el caballo, el megaterio; la ballena y el delfin entre los cetáceos; el cuervo, el mirlo y otros entre las aves; un gran número de conchas marinas, fluviales, lacustres y terrestres, de las cuales muchas viven en nuestros dias; algunos zoófitos de las madreporas, astreas, etc.; y entre las plantas, varias que se diferencian poco de las actuales.

Los terrenos cuaternarios pueden considerarse como el principio de la época llamada histórica, pues los trastornos que dieron lugar á sus dos formaciones, glacial y diluvial, además de haber sido causa de que los continentes adquiriesen las condiciones orográficas y climatológicas actuales, dió por resultado que perecieran muchas especies, quedando como representantes de este periodo aquellas que pudieron resistir tales cambios, y por algunas que se produjeron de nuevo, en cuyo caso se hallarian las razas humanas, si en efecto no aparecieron hasta el periodo cuaternario.

TERRENOS MODERNOS. Se llaman tambien, recientes de aluvion, terreno postdiluvial, periodo de Júpiter, terrenos de la época actual. Comprenden el resultado de la accion combinada de todas las causas actuales neptunianas, volcánicas y orgánicas del globo, desde el principio de la época histórica. Está caracterizado por la presencia de restos orgánicos poco alterados, idénticos á los de los seres que hoy viven, y por la existencia de

monumentos sepultados pertenecientes á la industria humana. Los materiales se hallan sueltos ó incoherentes, y los que ofrecen alguna testura compacta y cierta adherencia son de naturaleza caliza, silíceá ó ferruginosa. Prescindiendo de los depósitos que se esten formando en el fondo de los mares y de los lagos, pueden dividirse los terrenos modernos en cinco grupos ó formaciones distintas, que son como sigue: 1.º la *madrepórica*, que está compuesto de depósitos formados por los animales: 2.º, las *turbas*, formado por ciertos vegetales: 3.º, el *detritico*, resultado de la acción de las aguas atmosféricas: 4.º, el *aluvial*, producto de las aguas corrientes: y 5.º el de las *tobas*, resultante de precipitaciones ó reacciones químicas.

La *formacion madrepórica*; que tambien se ha llamado de arrecifes de coral, es un compuesto de materias calizas mezcladas con sustancias orgánicas de origen animal, siendo en la parte superior de estos lechos calizos donde mas resaltan los restos orgánicos; y es este un fenómeno que ha tenido lugar en casi todos los periodos geológicos anteriores. Esta formacion se halla principalmente en las Islas de la Oceania, en varios puntos del mar Pacifico y del mar Rojo, é igualmente en las Indias orientales, constituyendo en algunos parages todo el suelo de una isla.

La *formacion turbosa* está representada por la sustancia de origen vegetal llamada turba, que es el combustible menos mineral de los que se estraen de la tierra. Parece haber empezado á formarse en el periodo cuaternario, y adquiere su mayor desarrollo en la época histórica, continuando en nuestros dias. Es, pues, la turba el resultado de la destruccion de vegetales de organizacion sencilla bajo la influencia de condiciones topográficas y climatológicas. En España se explota la turba en diversas regiones, tales como en los Alfaques de la desembocadura del Ebro, en Castellón entre Torreblanca y Oropesa, en Chozas de la Sierra en la provincia de Madrid y en varios puntos de Asturias, todos sitios húmedos y pantanosos.

La *formacion detritica* ocupa la parte mas principal de la superficie de los continentes, á los cuales cubre de una capa

mas ó menos gruesa y de caracteres variados con arreglo á los depósitos de donde proceden sus materiales, que son fragmentos de rocas de terrenos anteriores, y por lo tanto pueden hallarse en forma de canchales modernos, de escombros de las montañas, de arenas salíferas, de arenas movedizas, de tierras vírgenes y de tierra vegetal, cuya composición está indicada por los citados nombres.

La formacion aluvial se halla caracterizada por fragmentos de rocas que ocupan por lo comun los valles y las llanuras, la desembocadura de los rios, las orillas del mar y tambien su fondo. Puede ser fluvial ó marina: la primera la forman los depósitos de acarreo que se verifican en los cauces y orillas de los rios, así como en su desembocadura, y proceden de las rocas que constituyen la cuenca hidrográfica por donde son arrastrados dichos materiales, que se hallan bajo un aspecto térreo, arenoso, de casquijo, guijarros rodados, grandes peñascos y conglomerados, á cuyos depósitos se unen á veces los detritus de varias plantas: los aluviones marinos son los que se forman en las costas y en el fondo de los mares, siendo los materiales casi iguales á los anteriores; pero contienen además conchas, zoófitos y algunos otros crustáceos en un estado mayor ó menor de destruccion.

La formacion de la toba se produce por la sedimentacion de todas las aguas que tienen carbonato de cal en exceso, y su origen es tambien marino ó terrestre: esta sedimentacion se verifica en algunos parages de varios rios donde se remansan sus aguas, y donde hay objetos á cuyo alrededor se hace fácil el depósito de la cal, constituyendo de este modo capas de caliza incrustante, las pisolitas y oolitas, ó bien las estalactitas y estalagmitas, como sucede en algunas cavernas: la sedimentacion marina resulta de la aglutinacion por un fermento calizo, siliceo ó ferruginoso de la arena y casquijo, mezclados á veces con fragmentos de conchas, y en ocasiones con residuos ó productos de la industria humana.

Hemos entrado en todos estos detalles de geología, aunque sucintos, porque no siendo comunes tales estudios entre la

clase médica de nuestro país, y creyéndolos indispensables para los médicos de aguas minerales, hemos juzgado no poder prescindir de consignarlos en una obra de Hidrología Médica, que queremos hacerla tan completa como sea posible; habiéndo seguido la clasificación de terrenos del ilustrado geólogo Señor Vilanova.

II.

Estudio sintético de la geología de la Península.—Constitucion de cada una de las Regiones hidrográficas.

Réstanos para completar estos estudios geológicos, recordar la constitucion de las Regiones geológico-hidrográficas de las aguas minerales de España, cuyos limites quedaron ya señalados en el capítulo correspondiente.

Si dirigimos una mirada al conjunto de nuestro suelo, advertiremos que en la forma y orientacion de la península Ibérica ha regido la ley general que determinó las masas de los terrenos en relacion con las aguas, presentando la parte mas estrecha de aquellos hácia el S. De los cuatro lados que cierran la superficie, hay dos paralelos, que lo son al ecuador, otro en direccion del meridiano, y el otro sigue de N.E. á S. O., delineando un trapecio cuya periferia guarda perfecta armonia con las grandes líneas trazadas por los movimientos que se han verificado en la costra terrestre. Asi se advierte fácilmente que la costa del N. sigue la direccion de los Pirineos, que lo es del S.E, N.O. y casi la misma que la del Mediterráneo; la otra que se extiende desde el mismo cabo de Finisterre al de San Vicente, se halla alineada con la prolongacion de la costa occidental de Irlanda y paralela á la de Inglaterra, á la de Noruega, y tierra del Labrador en la América del Norte; la del S. guarda relacion con el fraccionamiento que la separó del continente de Africa; y el otro lado, que enlaza el cabo de Gata con el de Creus, está alineado desde Sierra Morena con las Baleares, habiendo un

paralelismo de la costa desde el Cabo de Gata al de Creus y golfo de Génova con la Sicilia, que forma la parte cóncava á que corresponde la convexa del continente africano. Además, al apreciar el relieve de nuestro suelo, lo vemos levantarse desde las costas, formando las Castillas su mayor elevación, afectando un cono truncado, cuyo eje se halla próximamente en Madrid, con vertientes á todas las costas, con una inclinación hácia el O. de la masa total del terreno, cuyo hecho dá la explicación de nuestro sistema hidrográfico.

Si queremos averiguar las relaciones geológicas de la península con el continente europeo, notaremos que la distribución de sus tierras la determina un eje principal que se extiende al E. y O., formado por una cadena de montañas que partiendo de Finlandia corre al S.O. de Rusia, se prolonga por Alemania inclinándose al Mar Negro, tuerce después hácia el centro de Europa constituyendo el núcleo de los Alpes, de los que parten los Apeninos para Italia y el Piamonte, y continuando por el mediodía de Francia cambia bruscamente en los Pirineos para tomar la dirección S.E. N.O., y vá á terminar en el cabo de Finisterre, cuya gran cadena extendida desde dicho cabo hasta Finlandia constituye, como acaba de verse, el centro del esqueleto, ó la espina dorsal del continente Europeo, y con ella se enlazan los Pirineos y demás montañas que surcan nuestro suelo.

Como hemos visto anteriormente, se hallan en la Península representados todos los terrenos que constituyen la costra sólida del globo, desde los mas antiguos hasta los modernos, habiendo formado antes un archipiélago, hasta la época de la emergencia de la zona que hoy constituye la cuenca del Ebro por la sedimentación de los terrenos terciarios; y por lo tanto dicha zona estuvo ocupada por el mar, así como las dos Castillas, parte de Badajoz, Valencia, Alicante y Barcelona, hasta que inclinándose el suelo al S.O. se desaguaron estos terrenos de sus mares y lagos, delineándose la forma actual de nuestro suelo.

Si aceptamos la división de rocas en sus tres grupos mas

principales, plutónicas y cristalinas, volcánicas y acuosas, subdividiendo estas últimas en fosilíferas primarias, secundarias, terciarias y cuaternarias, veremos que en efecto existen de todas en la Península. Las plutónicas y cristalinas tienen tres focos notables, los Pirineos, Galicia y Extremadura, siendo el granito el núcleo de ellas y la causa perturbadora de los terrenos. En los Pirineos se advierte que su foco principal lo tiene el granito en la parte oriental de ellos, extendiéndose por toda la cordillera, y constituyendo esta roca el cabo de Creus y pico de Maladeta, ofreciendo islotes en dirección de la costa de Cataluña por la Bisbal, Bagur y la montaña de Montseny cerca de Barcelona, apareciendo también junto al Bidasoa entre Navarra y Guipúzcoa, penetrando hasta Nájera, y entre Oña y Medina de Pomar. Han levantado los terrenos cretáceos, buzando al N. los depósitos de la creta, al S. por el lado del Ebro, y presentándose en cierta extensión de los Pirineos: El granito, con la sienita y los pórfidos, forma el suelo de Galicia, extendiéndose hasta los confines de la provincia de Zamora, ofreciendo también islotes por el E. en los valles del Vierzo, y en Asturias desde Rivadeo al Concejo de Salas.

El gneis se encuentra en Betanzos entre Carril y Noya, y en otros parages próximos á Pontevedra, ofreciendo variedades talcosas, cloritosas, pizarrosas, etc., con anfíbol ó granates en algunos puntos, como en el cabo de Ortegá. Pero el foco principal del granito y de las rocas cristalinas se halla en Extremadura, constituyendo la erupción central de nuestro suelo y que mas ha contribuido á dar fisonomía á su relieve; siendo la mas importante la masa de la provincia de Cáceres á la izquierda del Tajo, alcanzando sus ramificaciones al S. por la provincia de Badajoz, desde Campanario y Castuera á Belalcázar, al S. O. de Mérida y Burguillos; en la provincia de Sevilla, hasta Castilblanco desde el Monasterio y el Pedroso; y por la de Huelva, desde Aracena á Riotinto y condado de Niebla. Al O. corre por Valencia de Alcántara, y penetra en Portugal, prolongándose por la derecha del Tajo, constituyendo el núcleo de la sierra de la Estrella. Por el N. sigue á Plasencia, y además extiendese

por las dos faldas de Guadarrama en las provincias de Avila, Segovia y Madrid, en la meridional por Galapagar á la Cabrera, y por la del N.; desde Avila á la Granja; habiendo islotes en toda esta zona, como el de Almaden, Menasalbas y otros, que se destacan de la masa principal, á donde llegaron los efectos de la erupcion granítica. Las rocas cristalofílicas están caracterizadas en Extremadura por los esquistos micáceos, pasando á las pizarras talcosas y cloritosas, sumamente trastornadas, hasta el punto de hallarse en muchos sitios verticales sus estratos, que alguna vez están acompañados de la caliza, siendo el territorio de Villanueva de la Serena el mas notable, porque ya no aparece el gneis y lo ocupan todo los esquistos verticales, á escepcion de una zona de tres leguas de longitud, llamada Hileras, formando una cresta de granito que ha atravesado dicho terreno esquistoso entre Belalcázar y Campanario. Tampoco aparece el gneis en Sierra Morena, como no sea en Fuencaliente, y en los esquistos que hay por Despeñaperros y Andujar; pero se le halla al N. de Oropesa y Torralba, se extiende por las sierras de Gredos y Guadarrama, destacándose islotes hasta Santa María de Nieva, habiendo en Peñalara un filon de granito blanco. Las rocas cristalofílicas existen tambien en la zona meridional de España, como se ve en la provincia de Granada, en la que no hay granito, pero si gneis, con granates, y esquistos pizarrosos y cloritosos. En Sierra Nevada y en la Filabres existen tambien, así como en las calizas dolomíticas de Gador, Contraviesa, etc., con criaderos de plomos; y despues penetran en las provincias de Málaga y Almeria en contacto con los focos traquíticos y porfídicos desde Marbella, siguiendo á Sierra Almagrera por Adra y Sierra Alhamilla, abundando el esquisto micáceo. De manera que las rocas plutónicas y cristalinas trazan un perimetro á la península, que partiendo de Barcelona y por el cabo de Creus, aparecen en Galicia, penetran en Portugal, Extremadura, y Andalucía para terminar en Almería y Granada, afectando la periferia de un gran cráter, destacándose el islote central del territorio, y sobre cuyas masas se han depositado las rocas posteriores de sedimento.

Las volcánicas, ya queda referido qué regiones ocupan y donde se hallan sus focos principales. Por lo general están representadas por basaltos, traquitas y puzolanas; acompañadas de otras, como los pórfidos y los oofitos, la serpentina y la diorita, de las que se ven con abundancia en los Pirineos, en Asturias, Galicia, Extremadura, Sierra Morena y otros puntos.

Ya hemos visto tambien que los terrenos paleozóicos, ó sean los silúrios y devónios, aunque no tan extensos como los plutónicos y cristalinos, ocupan una porcion notable de nuestro suelo, estando su mayor masa en el centro, y luego en los Pirineos y Asturias, con trozos destacados hácia Granada, Málaga y Ronda, y por otro lado hácia Salamanca y Portugal; pero donde adquieren gran desarrollo y caractéres paleontológicos bien definidos es en la zona de los montes de Toledo y la Serena, hallándose con profusion en ella las cuarcitas.

En cuanto á los terrenos secundarios, añadiremos para completar lo que sobre ellos tenemos ya dicho, que el triásico y el jurásico se desarrollan en la zona oriental, siguiendo la direccion del Mediterráneo, mientras que el cretáceo recorre la parte del Norte, penetrando en el centro de las Castillas; y notándose que las areniscas del trias tienen mas desenvolvimiento en el N. de la Peninsula, las margas irisadas hácia el S., y las calizas ocupan las crestas de las desigualdades del terreno. Los jurásicos se desenvuelven á retazos interrumpidos por depósitos mas modernos, ocupando grande extension en Murcia, Málaga y Granada, y por otro lado en Cuenca, Valencia, Soria y Aragon, habiendo islotes por Asturias y Burgos. Una masa muy notable del jurásico se halla en Sigüenza y Medinaceli, que se prolonga hasta la venta de Chiva, cerca de Valencia. Otra masa, en el lado opuesto, se halla en la sierra de Molina y de Solório, que corre paralela á la anterior por Ibdes y Embid, apareciendo otra zona de dicho terreno en sierras de Cameros y de San Lorenzo, que corre por Soria, Logroño y Burgos. Otros varios depósitos existen en diferentes puntos, como son Navarra, Guipúzcoa, Vizcaya y Santander hasta terminar en Asturias; y por

otro lado, en la falda meridional de Sierra Morena, corriendo por Andalucía hasta Gibraltar.

El terreno cretáceo es de bastante extension, y forma grandes masas que envuelven la cordillera de los Pirineos, así como la Cantábrica y la de Guadarrama. Ocupa una faja desde Figueras en Cataluña, que corre por Aragon y Navarra hasta Fuenterrabía. Desde aquí sigue por San Sebastian á Santander, terminando en el cabo de Peñas en la provincia de Oviedo; y en la falda S. de la cadena cantábrica continúa otra zona cretácea que se une en Vitoria con la de los Pirineos.

Los terrenos terciarios ocupan dos grandes regiones; una desde el litoral de Cataluña hasta la desembocadura del Tajo, que corriendo por las costas penetra muy adentro de las tierras en forma de golfos; y otra por el centro de la Peninsula, constituyendo tres grandes mesetas de diferentes alturas, y que corresponden á las cuencas del Duero, del Tajo y del Ebro. Parece que aquí hubo en otra época geológica tres grandes lagos de agua dulce; uno que ocupaba el terreno de Castilla la Nueva, cerrado al O. por la cadena del Guadarrama hasta que en Almaraz se junta con la sierra de Guadalupe, derivada de los montes de Toledo; estos, y la parte oriental de Sierra Morena y la de Alcaraz le formaban el límite del S.; y cerrarian su perímetro una série de colinas de Sierra Pela, y la region montañosa de Molina de Aragon, comunicándose probablemente este lago con el del Duero por Barahona, entre Sigüenza y Almazan, y penetrando en Valencia y Murcia, con una superficie total de sus aguas de 4.500 leguas cuadradas. El lago de la cuenca del Duero era cuadrado, y tenia sus cuatro vértices en Leon, Burgos, Salamanca y Sepúlveda, formándole su lado N. la cadena cantábrica, el del E. las sierras de Burgos y de Soria, el del S. la de Guadarrama, y el del O. una línea que corre desde Salamanca á Leon, abarcando un espacio de unas 5.000 leguas cuadradas; y si tuvo comunicacion con el lago del Ebro, debió ser por la brecha próxima á Pancorbo. Por último, el tercer lago, ó del Ebro, se extendía desde Logroño hasta Ascó y Mora, cerrado al E. por la cadena de montañas que corre desde Bar-

celona á Tortosa por la costa, cerrando su perimetro otra linea que se extiende desde Tortosa á Castellon, y de aqui á Montalban. Estos lagos se desaguaron por alguna erupcion y mediante la cortadura que se produjo en el lado E. del ultimamente citado.

El aspecto de los terrenos terciarios prueba que han sido mutilados en la época cuaternaria por grandes masas de aguas del periodo diluviano. Y por último los terrenos cuaternarios se hallan en la Peninsula, como ya digimos, en fajas por las costas y orillas de los rios; lo mismo que los depósitos modernos, constituyendo dunas, lechos arcillosos y de cantos rodados de mas ó menos extension.

Mirada en conjunto la superficie de nuestro suelo, se advierte que los terrenos se hallan distribuidos en dos grandes regiones, ocupadas por las rocas de los que forman los extremos de la série de aquellos, y que los plutónicos y paleozóicos existen principalmente en la region N.O., y los terciarios en las mesetas centrales y la region S.E., al paso que los depósitos intermedios ocupan unicamente espacios limitados con cierto órden de continuidad, que indican las convulsiones que ha experimentado el suelo de esta parte de Europa, las cuales corresponden á diferentes épocas. La mas antigua es la representada por los montes de Toledo, formada de terrenos paleozóicos levantados por masas de granito que trastornaron los depósitos silurios y devónios, y fué por lo tanto la region que primero emergió de las aguas en nuestro territorio. Siguen luego en edad relativa los Pirineos y el Guadarrama, cuyo levantamiento fué posterior al depósito de la creta; y en cuanto á los otros grupos de montañas del N. y del S. corresponden á edades mucho mas recientes é inmediatas á la época actual. La erupcion mas influyente fué la que produjo el levantamiento de la masa central, que dió la forma cónica á la superficie de la peninsula; y efectivamente corresponde esa época, y la que separó el terreno nummulítico del mioceno, á las de mayor agitacion de la tierra, habiendo surgido los levantamientos de los Alpes, de los Apeninos y de los Pirineos, y al fin del periodo

mioceno las alturas de las Castillas y del lecho de los lagos interiores de la Península.

Haciendo ahora aplicacion de todos estos hechos á las regiones hidrográfico-geológicas que hemos admitido para distribuir en ellas las aguas minerales de nuestro suelo, y recordando el perimetro que señalamos á cada una de dichas regiones, resultará la estructura siguiente.

La 1.^a Region, pirináica, ó del N.E. está formada de fajas de terrenos de los mas antiguos, tanto cuanto mas al N. se los busque, viéndose el granito en la parte culminante de la cordillera, empezando en el punto mas oriental de Guipúzcoa, siguiendo por Roncesvalles y adquiriendo gran desarrollo en el alto Aragon por Campaña y Jaca, continuándose luego por Panticosa, Monte Perdido y Benasque. Aparece otra vez en el valle de Aran y en la Cerdaña, terminando en el cabo de Creus. Luego se observa otra faja *cretácea*, que tiene gran desarrollo en Guipúzcoa y en todo el N. de Navarra, prolongándose por Boltaña y la Seo de Urgel hasta cerca de Olot, quedando entre este terreno y el granítico una formacion *siluriana*, interrumpida por diversas rocas primitivas. Al S. del terreno cretáceo de esta region, se halla el *nummulítico* que empieza en la sierra de Andia, y sigue por Pamplona, Puente la Reina, Sangüesa, N. de Ayerbe y Huesca, Benabarre, Solsona, Manresa y Figueras. Mas hácia el S. se ve el *terciario superior* que se extiende á lo largo del Ebro, siendo el terreno dominante de esta region, especialmente en la faja que corresponde al Atlántico, pues en la costa mediterránea lo son el *siluriano* y el *granítico* con algunos manchones del *cretáceo* y del *terciario superior*; observándose ademas muchos focos de volcanes apagados cerca de Olot, segun digimos en otro lugar,

La Region 2.^a, cantábrica, ó del N. es cretácea en su extremo oriental, con bastante desarrollo en casi toda Vizcaya, y continuándose por la provincia de Santander. Otra faja de la misma formacion hay en Asturias desde Oviedo y las Caldas de este nombre hasta las estribaciones de Covadonga; habiendo tambien otra porcion cerca de Llanes y en la desembocadura del Deva.

Los terrenos terciarios apenas tienen representacion en esta region como no sea en algunos puntos de la costa. El *jurásico* se manifiesta en Reinosa, Bárcena y Ontaneda, circunscrito en la parte oriental por el *cretáceo*, y en la occidental por el *trias* que tambien existe por Puente Viesgo, Torrelavega, Valle de Cabuerniga; y en Asturias en Villaviciosa y Gijon. La *caliza carbonífera* cruza la provincia de Oviedo de N. á S. alternando con depósitos ullíferos. Toda la parte occidental es *devoniana* y *siluriana*, y el granito se manifiesta en los limites de esta region, habiendo tambien terreno volcánico cerca del cabo de Machichaco en Vizcaya.

La *Region 3.^a*, galáica ó del N.O. está constituida principalmente por el granito, que ocupa las tres cuartas partes de su superficie, y lo restante corresponde á terrenos silurianos y devonianos con algun aluvion antiguo de poca consideracion.

La *Region 4.^a*, central del N. se halla formada por aluviones antiguos en las provincias de Palencia y Leon, al N. de la cuenca del Duero, extendiéndose en la parte N. de la misma desde la cordillera cantábrica por Alar del Rey, Saldaña, Carrion de los Condes hasta Astudillo, mientras que en la parte S. se apoyan en la cordillera Capeto-Vetónica por Segovia, Arévalo, Nava del Rey, Rueda hasta Riaza. Estos aluviones se hallan en relacion en las dos márgenes del rio con terrenos terciarios, por lo comun *miocenos* y con manchones *cretáceos* en la parte S., apoyándose en Guadarrama en el granito y alguna vez en el silurio. Los terrenos terciarios aparecen muy desarrollados en esta region, desde cerca de Ateca en Zaragoza hasta Zamora, y de N. á S. desde las estribaciones de las montañas de Leon hasta las parameras de Avila. Aun cuando no abunda el *cretáceo*, hay algunas fajas por Leon de E. á O. hasta el rio Balde-rabuey, donde aparece cubierto por el diluviano, presentándose de nuevo la creta al E. del anterior, y adquiriendo mas desarrollo en los páramos de Lora, Sedano, montes Obarenes y parte N. de la provincia de Burgos. Tambien hay otra faja desde Lerma, que corre al S.E. hasta el Burgo de Osma, compren-

diéndose en ella la sierra de Cabrejas y Soria. En dichos puntos se halla la creta en contacto por el S. con el terreno terciario, y en el N. con el *jurásico* y *silurio*. La formación *jurásica*, que se indica en Penaya de Anaya, adquiere importancia en la sierra de Cameros, extendiéndose á Agreda y al Moncayo. El *trias* aparece en las salinas de Pozas, en los límites de Burgos y Santander, en Arnedillo, y adquiere gran desarrollo en Medina-celi y Sierra Ministra. Los terrenos *devoniano* y *siluriano* se pronuncian al O. de esta región, desde el Puerto de Manzanedo en Leon hasta Peña de Francia en Salamanca, comprendiendo parte de dichas provincias y de la de Zamora, y prolongándose al E. á lo largo de la sierra de Gredos y Guadarrama hasta el Espinar en la provincia de Avila. Son tambien de formación *siluriana* la sierra de la Demanda, el Puerto de Piqueros, y la sierra del Almuerzo en Soria. El *granito* está desarrollado en Gredos y Guadarrama, observándose islotes de esta roca en la formación sulúrica del O. y en la diluvial del S.

La *Region 5.^a*, central del S., presenta el terreno diluvial al S. de Guadarrama, comprendiendo Colmenar Viejo, Madrid, Navalcarnero y algo del partido de Illescas. El terreno terciario, generalmente *mioceno*, toma gran desarrollo y se extiende desde Talavera de la Reina á la provincia de Cuenca, y desde Cogolludo al campo de Montiel en la Mancha. El *cretáceo* ofrece pequeñas fajas en la parte S. de Guadarrama, y aparece tambien en Torrelaguna, Tamajon, cercanías de Sigüenza y Trillo, en los límites del terciario medio, continuandose hasta Priego, cerro de San Felipe y gran parte de la provincia de Cuenca. El *jurásico* se le observa al S. de Atienza, se continúa por Sigüenza hasta cerca de Molina de Aragon y serranía de Cuenca, apoyándose al O. en el *cretáceo* y al E. en el *trias*. Este último constituye la cumbre de sierra Ministra y marcha al S. E. hácia la provincia de Teruel. Otra formación de la misma indole se presenta en las lagunas de Ruidera y sierra de Alcaraz. En dicha region 5.^a se halla el terreno siluriano constituyendo la parte O. de Guadarrama y una gran porcion de la provincia de Cáceres; el granito forma la parte O. de las sierras de Gredos y

Guadarrama, extendiéndose por Bejar hasta la orilla derecha del Tajo en Puente del Arzobispo, y es tambien notable esta roca por la sierra de San Vicente y el Escorial, asi como en Trujillo, Sierra Montanchez, Castuera, etc. Y por último, el terreno volcánico existe tambien en esta region, en el Campo de Calatrava, mas desarrollado en la orilla izquierda del Guadiana que en la derecha, viéndose basaltos tambien en la sierra del Moral y en las márgenes del Jabalon, habiendo en esta zona muchas fuentes bicarbonatadas abundantes en ácido carbónico libre.

La *Region 6.ª* ú oriental presenta las formaciones geológicas siguientes: el terreno terciario superior y medio, continuándose desde la cuenca del Tajo hasta los confines de las provincias de Cuenca y Valencia por el E., y la de Albacete por el S.; corriendo otra faja igual á lo largo de la costa, con interrupciones de otros terrenos, la cual empieza en San Mateo y sigue hasta la sierra de Onteniente. Hay tambien otro depósito de la misma naturaleza por Ademuz y Monreal, que termina al N.E. de la sierra de San Just; asi como aparece igualmente en la derecha del Ebro, constituyendo parte de su cuenca. El *nummutítico* solamente se observa en algunos rodales de la provincia de Valencia. El *cretáceo* se halla mas desarrollado, y se le observa en las sierras de Priego y Vascañana hasta el pico de Ranera, tomando mayores proporciones en las provincias de Teruel y Castellon, como se vé en Montalban, Castellote, Morella, Cantavieja, etc., hasta la sierra de Espadan. Sigue por el S.O. á Chelva, las Cabrillas etc., y por el S.E. se extiende en trozos que llegan hasta Játiva y sierra de Onteniente y Pego. El terreno *jurásico* de esta region es continuacion del que corre por Sigüenza, y marcha al S.E. por las provincias de Cuenca y Teruel, limitado al O. por el *cretáceo*, al N. por el *silurio*, y al E. por el *trias*. Es muy notable el *jurásico* al S. de la provincia de Teruel, y existe otra faja mas pequeña desde el Moncayo á la Almunia y Campo de Cariñena, terminando cerca de Valderrobres. El *triásico* abunda poco y se halla diseminado en sierra de Espadan, Murviedro, pico Ranera, N. de Chelva y Requena. El *silurio* aparece al N.O. de esta region, y desde las faldas del Moncayo

continúa por Calatayud, Daroca, sierra de Cucalon y Segura de Aragon; y vuelve á aparecer en la Manera, Albarracín y Montes Universales. En esta zona incluye el Dr. Carretero, de quien tomamos estos datos, el territorio de las Baleares, cuya formación es *aluvial* en la parte S. de Mallorca, *jurásica* en el O. y *cretácea* la del N.E. En Menorca es *terciaria* al S., *cretácea* en el centro y *aluvial* en el N., con los demás caracteres geognósticos que hemos descrito en su lugar correspondiente.

La *Region 7.ª* ó del S.E. ofrece, aluviones modernos al S. de Lorca, huerta de Murcia y San Pedro del Pinatar. El terciario medio y superior en las provincias de Murcia, Albacete y Alicante, siendo la continuacion del que existe en las cuencas del Tajo y del Guadiana; presentándose en la Roda, Chinchilla, Hellín, Jumilla, Archena, Fortuna y Alhama. Hay manchones de *nummulítico* en Callosa, Gijona, Monovar y Novelda; se vé el *trias* en la sierra de Alcaráz y parte de la de Segura; el *cretáceo* en las Peñas de San Pedro y al O. de Ciezar; el *carbonífero* en Sorbas, Canjayar y sierra de Gador; el *silurio* en las Alpujarras, Adra, sierras de Baza y Filabres, sierra Alhamilla, Almenara y costa de Cartagena hasta el cabo de Palos; y las formaciones volcánicas de mas importancia aparecen en el cabo de Gata y sierra de Mazarrón.

La *Region 8.ª*, Bética ó Meridional presenta terrenos aluviales en la costa de la provincia de Huelva, en Guadix y en las marismas del Guadalquivir; el *terciario* superior y medio en casi toda la cuenca de dicho río desde Bailén y Andujar hasta Sanlúcar la Mayor, la Palma y Huelva, extendiéndose despues por casi toda la provincia de Cádiz, por Alora, Rute, Granada y Martos, con depósitos sueltos en algunos otros puntos. El *nummulítico* se observa en la costa O. de la provincia de Cádiz, sobre todo en Chiclana, Conil y Vejer; el *jurásico* en Jaén, Frailes y Graena, en la sierra del Valle en Jerez, en Gígonza y alturas del E. de dicho sitio. El *trias* tiene gran desarrollo, sobre todo en las sierras de Alcaraz y Segura, se extiende desde aqui por la cuenca del Guadalimar, loma de Ubeda, Cazorla, Mancha Real y Valdepeñas de Jaén. El *carbonífero* tiene gran

potencia en Espiel y Belmez, apareciendo tambien en Guadalcanal y al O. de Lora, así como la caliza carbonífera existe en Loja, Alhama de Granada, Lanjaron y Orgiva. El *siluriano* y *devoniano* se hallan en Sierra Morena, extendiéndose hasta Ayamonte por todo el N. de esta region, encerrando trasformaciones ulleras é islotes graníticos y plutónicos; se dirigen luego al S. apareciendo al O. de la provincia de Cádiz, y por la serraña de Ronda, sierras Bermeja y de Tolox hasta el campo de Gibraltar. Tambien existen estos terrenos paleozóicos en algunos sitios de las Alpujarras hasta la sierra de Baza, y cerca de Carratraca.

La *Region 9.^a* ó de las Canarias es toda de formacion volcánica, como ha podido verse cuando hicimos la descripcion geológica de toda la Península.

Con estos datos podrá el médico hidrólogo saber la clase de terreno donde brota cualquier agua mineral que se proponga estudiar, sea de las ya conocidas, ó bien alguna otra nuevamente descubierta.

III.

Relaciones entre los terrenos y algunos fenómenos patológicos.—

Las arcillas y el paludismo; las turbas y el sudor miliar; las areniscas y la erisipela; las calizas modernas y la litiasis; las calcáreas metamórficas y el bocio; los terrenos terciarios y de aluvion y el cólera.

No terminaremos este capitulo sin señalar algunas relaciones que existen entre los terrenos y ciertos fenómenos patológicos. Desde luego todo aquello que tienda á impregnar el suelo de materias orgánicas se convierte en causa inmediata ó lejana de insalubridad. Conviene por lo tanto circunscribir dichos materiales á una esfera muy reducida y procurar destruirlos por una combustion lenta, como lo verifica el aire

atmosférico, favoreciendo así su absorcion por los vegetales. Se sabe tambien que los terrenos arcillosos son los mas propensos á las fiebres palúdicas; el sudor miliar se ha presentado epidémicamente en valles formados por tierras turbosas, y tambien en el terreno cretáceo, deteniendose en el granítico y en el de la oolita; la erisipela aparece con mas frecuencia que en otros puntos en los terrenos arenosos y calcáreos; y los cálculos urinarios se padecen endemicamente en los terrenos calizos modernos, y especialmente sobre la creta, lo cual parece explicar lo frecuente que son en el Norte de Inglaterra, y en Alemania en los montes *Rauhe-Alpes* en la calcárea jurásica, en cuyos limites la afeccion calculosa se detiene de una manera brusca. En las localidades donde predominan las calcáreas metamorfoseadas por la magnesia, teniendo en sus inmediaciones terrenos micáceos de la época cretácea, el bocio reina de una manera endémica, como sucede en los Alpes. Tambien se padece en los Pirineos sobre las calizas del lias y las magnesianas; en el trias de los Vosgos; en el lias del Jura; en las calizas dolomíticas de la época carbonífera en Inglaterra, Francia y Bélgica; en el trias y terrenos margosos en muchas regiones de España; y en todas partes los terrenos arcillosos y depósitos de yeso parecen ser los mas favorables al desarrollo del bocio.

Una relacion marcada con determinados terrenos se ha observado tambien en el cólera, que parece tener predileccion por los terrenos terciarios y por los de aluvion, y en general por todos los que están compuestos de materiales movedizos, friables y absorbentes; mientras que huye de los terrenos antiguos, de las rocas duras y de pocas condiciones de absorcion. Las comarcas de Asia donde el cólera ha hecho siempre sus mayores estragos, y lo mismo las de Europa, han sido aquellas cuyo suelo pertenece á los terrenos de aluvion modernos y á los terciarios, mientras que no ha invadido, ó ha sido relativamente benigno en los antiguos, como se observó en su primera invasion, en cuya época respetó todo el país del Tyrol, cuyo terreno es plutónico ó primitivo. Tambien hizo muy

pocas víctimas en Bohemia donde los terrenos modernos escasean. Ha sido poco intenso en Escocia en todos aquellos pueblos situados sobre terrenos primitivos y volcánicos. Igua- les relaciones se han observado en sus invasiones por América. Muy importante sería que se hicieran estudios mas extensos sobre las relaciones de los terrenos con las enfermedades epi- démicas, endémicas y ordinarias.

CAPÍTULO V.

CLIMATOLOGÍA.

I.

Definición de los climas.—Elementos que los forman.—Latitudes y alturas.—Polos y ecuador termales.—Observaciones termométricas de algunas localidades de España.—Distribución geográfica del calórico; líneas isotermas, isóteras é isoquimenas.—Situación térmica de la península Ibérica.—Sus climas litorales y continentales.—Distribución del territorio de España en seis climas, subtropical, cálido, templado, frío templado, frío, ártico y polar.—Distribución de los seres orgánicos según los climas.—Modificaciones que producen en el organismo humano y en las enfermedades.—Distribución geográfica de las especies morbosas y sus relaciones con los terrenos y con los climas.

Se ha dado el nombre de climas al conjunto de variaciones atmosféricas que afectan nuestros órganos de una manera sensible; así es que la temperatura, la humedad, los cambios de la presión barométrica, la calma de la atmósfera, los vientos, la tensión eléctrica, la pureza mayor ó menor del aire, la transparencia y serenidad del cielo, las influencias magnéticas del globo, la orografía del país, la constitución, altura, inclinación y color del suelo, así como la vegetación y la fauna que en él se desarrollan, son todos elementos que toman parte en la formación del clima de cada localidad. Pero la temperatura es la que merece un estudio más especial, porque resume una multitud de las otras condiciones referidas.

En la zona templada del globo concurren á elevar su tempe-

ratura la configuración de las tierras que avanzan mucho hacia el mar, los mares interiores y los golfos que penetran bastante en los continentes, la proximidad de una costa occidental, la orientación de una localidad hacia un mar libre de hielos, la dirección S. y O. de los vientos reinantes para la costa occidental de un continente en la zona templada, las montañas cuando sirven de abrigo á vientos procedentes de regiones mas frias, la ausencia de bosques en un suelo seco y arenoso, la serenidad constante del cielo durante el verano, y la proximidad á una corriente marina de aguas mas cálidas que las del mar en donde se verifica. Entre las causas que hacen bajar en la misma zona la temperatura media pueden citarse, la altura sobre el nivel del mar de una region desprovista de llanuras considerables, la proximidad de una costa occidental para las altas y las medianas latitudes, la configuración compacta de un continente cuyas costas se hallan desprovistas de golfos, una grande estension de terreno dirigido hacia el polo, las montañas que dificultan el acceso de los vientos calientes, las lagunas que hacia el N. constituyen, aun en mitad del verano, superficies heladas que enfrían la localidad, y por último un cielo muy puro en invierno ó nebuloso en verano.

A medida que uno se aleja del mar hácia el interior de los continentes se advierte una diferencia cada vez mayor entre la temperatura del verano y del invierno; por esta razon hay mas uniformidad en la temperatura de los climas marinos que en la de los continentales; y por eso tambien se vé que en los primeros vegetan plantas de paises cálidos, mientras que perecen en otros climas continentales de iguales latitudes. Tambien hay una diferencia en la temperatura de las costas orientales y occidentales de las dos zonas templadas. Como en ellas reinan el viento S.O. en el hemisfério N., y el N.O. en el hemisfério S., estos representan los vientos de la tierra para las costas orientales, y los del mar para las costas occidentales, que tienden á calentar estas últimas, resultando que á igual latitud, la temperatura de las costas occidentales es mas elevada que la de las orientales.

En el hemisferio N. lo mismo que en el S., influye la latitud en la distribucion geográfica del calórico, pero en proporciones algo diferentes. En el hemisferio N. y en la parte de la América oriental, la temperatura aumenta 0° , 88 por cada grado de latitud desde la Costa de Labrador hasta Boston; 0° , 95 desde Boston á Charleston; 0° , 66 desde Charleston al trópico de Cancer. En la zona tropical, desde la Habana á Cumana este aumento es de 0° , 20. En la Europa central, entre los paralelos 71° y 38° la temperatura se eleva uniformemente medio grado del centígrado por cada grado de latitud. Y finalmente la temperatura del Océano Austral es mas fria que la del mar Septentrional.

Los polos del frio no coinciden con los polos geográficos del globo. Arago señala al polo N. geográfico -32° ó -18° , segun que la tierra firme se estienda hasta este polo, ó segun que se halle rodeado de agua. Kaemtz piensa que la temperatura del polo S. es un poco mas baja que la del polo N.. El Ecuador termal tampoco es paralelo al Ecuador terrestre, pues va formando desviaciones que se determinan por las lineas isotermas. No solo influye la latitud en la temperatura de una localidad, sinó tambien en su longitud geográfica. A medida que se avanzan hácia el E. en la costa occidental de Europa, la temperatura media va decreciendo, mas especialmente la media del invierno. Tambien decrece con la altura, y por eso en las montañas hace mas frio que en los sitios bajos, siendo este fenómeno el resultado de la distancia vertical de las capas de aire de las montañas á la superficie de las llanuras y del Océano; de la modificacion de la luz, que disminuye con la densidad del aire; y de la emision del calórico irradiado que se favorece por un aire seco, frio y sereno. En algunas localidades sucede por circunstancias particulares que suelen soplar vientos cálidos en las alturas y frios en los sitios bajos; pero estas son escepciones, siendo la regla general el decrecimiento de la temperatura con la altura sobre el nivel del mar, influyendo esta distribucion del calórico en la de los seres orgánicos y en sus manifestaciones fisiológicas y patológicas. El término médio, cuando se asciende á las montañas, es que el termómetro baje un grado por cada 166 métrós

LOCALIDADES.	Años.	Temperatura media.	Oscilacion.
Murcia.	1865	10°2	24°6
	6	11°4	27°0
	7	12°9	28°4
Oviedo.	1865	7°3	21°2
	6	7°4	22°3
	7	8°6	27°0
Palma.	1865	11°3	18°2
	6	12°3	18°3
	7	13°4	20°5
Salamanca.	1865	4°7	23°8
	6	3°9	33°2
	7	6°2	27°0
Santiago.. . . .	1865	7°9	18°1
	6	8°1	17°7
	7	9°6	21°0
Sevilla.	1865	10°8	26°4
	6	11°5	25°2
	7	13°5	27°2
Soria.. . . .	1865	3°9	23°3
	6	5°0	30°0
	7	5°8	31°3
Valencia.. . . .	1865	9°6	23°5
	6	10°7	24°5
	7	12°9	27°5
Valladolid.	1865	3°3	26°0
	6	3°8	27°0
	7	5°1	32°0
Zaragoza.	1865	6°5	22°8
	6	»	»
	7	9°2	29°0

Las temperaturas máximas en los referidos años de algunas de las citadas localidades fueron en Madrid 38.° 4 en el mes de Julio y en el de Agosto de 1866; en Sevilla de 45.° 4 en el mes de Agosto de 1866; en Badajoz de 46.° en Julio del 66; en Murcia de 42.° en Agosto del 65; en Alicante de 40.° 4 en Agosto del 65; en Zaragoza de 40.° en Junio del 67; en Burgos de 35.° en Julio del 66; y en Salamanca de 36.° 6 en Agosto del 67.

Las mínimas en las mismas localidades y en los referidos años fueron: en Madrid de—7.º 7 en Diciembre de 1865; en Sevilla de—1.º 4 en Diciembre del 65; en Badajoz de—5.º en Diciembre del 66; en Murcia de—4.º 7 en Diciembre del 66;— en Alicante de—2.º en Febrero del 65; en Zaragoza de—7.º en Enero del 67; en Burgos de—10.º en Diciembre del 66; y en Salamanca de—12.º en Diciembre del 66. Durante los mismos años estuvo el termómetro en Huesca á—13.º en Diciembre del 66 y á—11.º 5 en Enero del 67.

Es cosa sabida que la temperatura media anual se obtenia tomando la media suma de la máxima y de la mínima observadas durante el año, método defectuoso que se ha sustituido buscando una diurna que dé la media del año; y en efecto, la temperatura de las 8 ó las 9 de la mañana corresponde en nuestros climas á la temperatura media del año; siendo tambien de advertir que en el hemisfério N. es, por regla general, el dia 14 de Febrero el mas frio del año, y el mas caloroso el 26 de Julio; así como tambien el 24 de Abril y el 21 de Octubre representan la media del año.

Como la temperatura de las diferentes localidades del globo no es la misma aun cuando se hallen en igual latitud, se han comprendido entre un sistema de líneas curvas, á las cuales se ha dado el nombre de isotermas, llamando así á todas aquellas situadas en un mismo hemisfério y que tienen igual temperatura media anual; habiendo venido á constituir dichas líneas la base de las leyes que rigen la distribucion geográfica del calor en la superficie del globo. Reuniendo con otras líneas análogas las diversas localidades de un mismo hemisfério que tengan igual temperatura media en verano ó en invierno, se obtienen otras líneas curvas, á que se ha dado el nombre de isóteras y de isoquímenas. En el hemisfério boreal las isoquímenas se deprimen hácia el S. á medida que se alejan de la costa occidental de Europa marchando hácia Oriente; mientras que las isóteras se elevan hácia el polo á medida que se las sigue de Occidente á Oriente; y las medias estivales no son las mismas, en latitud igual, como no sea en el interior del continente.

La península Ibérica se halla situada entre las isoterma de $+13.^{\circ}$ y $20.^{\circ}$, las isóteras de $+20.^{\circ}$ y $25.^{\circ}$ y las isoquimenas de $+6.^{\circ}$ y $15.^{\circ}$, comprendiendo parte de la zona cálida templada y de la zona subtropical, toda vez que los geógrafos modernos admiten que la isoterma de $+12.^{\circ}$ es la línea polar de la zona cálida templada, que la de $+17.^{\circ}$ es el límite polar de la zona subtropical, y que las isoterma á su entrada en Europa describen una notable curva hácia el N.. Pero la temperatura de la península indica que el límite polar de la zona subtropical es la soterma de $+19.^{\circ}$. Por consiguiente la mayor parte de España gozaria de un clima cálido templado, si las causas topográficas no modificasen las leyes generales de tal modo que el clima de las provincias del N. se parece mucho al frio templado, apesar de hallarse bajo la isoterma de $+13.^{\circ}$. Asi que en rigor la península no se halla en la zona cálida templada, sino que esta la atraviesa estendiéndose por el N. á la fria templada, y pasando por el S. á la subtropical. Además sufre modificaciones por las alturas del centro del país y las muchas montañas que la surcan, viéndose en España todos los climas del globo, si se exceptuan los correspondientes al del Ecuador y del polo.

El curso de las isoterma está modificado por varias causas locales; asi es que la de $+15.^{\circ}$ arranca del N.O. de Galicia, y sigue por el mar cantábrico hácia la costa de Bretaña; en el centro del golfo de Vizcaya cambia de direccion al S.E. y sigue las faldas septentrionales de los pirineos. Cruza tambien al pié de las cadenas de Asturias y Cantábría, subiendo probablemente por Navarra á los Pirineos occidentales, marchando además por la parte baja de las montañas fronterizas hasta el mismo mediterráneo. Una cosa análoga pasa con la isoterma $+20.^{\circ}$, que después de correr por la costa de los Algarves penetra en Eciya, y cambiando de direccion hácia el S., se introduce en Africa por el golfo de Cádiz, volviendo otra vez hácia el N., y costea las faldas de las montañas que constituyen la faja meridional de la terraza de Granada. Desde las cercanías de Almería parece dirigirse al N.E. atravesando la provincia de Murcia, terminando en el Cabo de San Antonio.

Las diferencias de temperatura entre el centro de la península y su periferia serian muy considerables sino fuese por los accidentes del terreno; mas como constituye una planicie elevadísima cruzada por grandes cordilleras; como además el país se halla situado entre dos mares de carácter muy diverso, próximo tambien á un continente cálido y desierto, y las montañas le resguardan de los vientos N. y S., dando acceso á los de Levante y Poniente; y como, por último, no existen lagos ni bosques en la planicie central ni en sus llanuras adyacentes, resulta que el clima es litoral casi solo en las costas, y continental en todo lo demás. En las dos terrazas, granadina y pirinaica, y hasta en las llanuras del Ebro, el clima es decididamente continental, al paso que las llanuras béticas gozan de clima litoral. Lo mismo sucede en los llanos y colinas limítrofes á la costa occidental de Galicia, y en general en toda la del Poniente, así como en los llanos, colinas y mesetas que se extienden por la costa del S. y del S.E. entre el mar y las elevadas montañas del interior, y en los llanos y cerros de las orillas de los rios de la costa del N., é igualmente en los limitados por las montañas del litoral y la cordillera Cantabro-Asturiana, cuyos sitios son de clima litoral, á escepcion de aquellos que por causas locales le tienen continental. Tambien parece mas litoral que continental el temple de las montañas elevadas hasta 1.400 metros, tal vez por efecto de la evaporacion; pero como la altura ocasiona descensos de temperatura, no corresponden estos puntos elevados, ni aun los situados en el S., á la zona cálida templada, sino á la fria templada y aun á la fria, habiendo sitios tan altos en las montañas meridionales, que por su baja temperatura presentan algunos caracteres de la zona polar.

Los climas de la península con relacion á la distribucion geográfica del calor pueden dividirse en seis grupos ó zonas, que son la subtropical, la cálida templada, la fria templada, la fria, la ártica y la polar.

La *zona subtropical* está caracterizada por una temperatura media anual de $+18.^{\circ}$ á $+21.^{\circ}$, y comprende Sevilla, Granada, Murcia y la parte meridional de Valencia hasta el cabo de la

Nao; la solana de Sierra Morena, hasta los 420 metros de altura, la cuenca inferior del Guadalquivir, las colinas de Medina Sidonia, la pendiente N.E. de la terraza de Granada hasta los 450 metros de altura, y las dos pendientes de las montañas que forman la faja occidental de la misma terraza hasta la altura de 745 metros; el Peñon de Gibraltar, las colinas de la costa meridional, los llanos de Málaga, Velez-Málaga, Almuñecar, Motril, Almería y campo de Cartagena; la solana de las montañas que forman la faja meridional de la terraza de Granada, también hasta la altura de 750 metros; la parte S.E. de la Estepa litoral, y las colinas y cerros del S. de Valencia hasta los 570 metros de altura.

La *zona cálida templada* está caracterizada por una temperatura media anual de $+14.^{\circ}$ á $+18.^{\circ}$, y comprende las mesetas de Ronda, Granada, Guadix, Baza, Huescar y María, la cuenca superior del Guadalquivir, la parte N.E. de la Estepa litoral, la planicie de Castilla la Nueva y Extremadura, fuera de las elevadas mesetas de la banda oriental; la planicie de Castilla la Vieja y Leon hasta los $42.^{\circ}$ de latitud y 740 metros de altura, la cuenca inferior del Ebro y la de Teruel, las mesas de Álava y Navarra, los llanos y colinas de las costas del Poniente y del S.E., las montañas y laderas del N. de Galicia hasta los 428 metros de altura, las montañas y laderas de la solana del sistema Ibérico hasta una altura de 850 metros, la solana de la terraza de Navarra, Alto Aragon y Cataluña hasta los 740 ú 850 metros; las montañas de Extremadura central y meridional y de la Mancha, Sierra Morena y Serranía de Cuenca hasta los 850 metros de altura; las montañas de la terraza de Granada hasta 1.440 metros, y la sierra de Monchique hasta una altura de 1.000.

La *zona fría templada*, formada por todas aquellas localidades cuya temperatura media anual es de $+10.^{\circ}$ á $+14.^{\circ}$, comprende los picos de la sierra de Monchique, las montañas y laderas de la terraza de Granada desde 1.000 hasta 1.420 metros de altura, las cumbres de Aracena, los picos de las montañas de Extremadura y la Mancha, la parte superior de la sierra de Al-

caraz, las montañas y laderas del sistema central desde los 740 metros á los 1.140 de altura, las parameras de Galicia, las mesetas de la banda oriental de la planicie central desde los 740 á los 1.000 metros; las mesetas de la terraza del N. de Valencia, las montañas y laderas de la umbria del sistema ibérico desde los 740 á 1.000 metros, y las de la solana del mismo sistema desde los 850 á los 1.140 metros; la mesa del Alto Aragon, las montañas de la terraza de Navarra, Aragon y Cataluña desde 740 á 1.000 metros; la solana de los Pirineos hasta 850 metros; las umbrias de las mesetas de Castilla la Vieja y Leon, el litoral de la costa del Norte y cadena Cantabro-Asturia-Leonesa hasta los 850 metros de altura, el valle del Sil y montañas de Galicia hasta los 1.000 metros.

La *zona fria* abarca todas las localidades cuya temperatura media anual es de $+4.^{\circ}$ á $+8.^{\circ}$, y son las siguientes: las laderas y picos de la terraza granadina desde 1.420 á 1.850 metros de altura, las laderas y picos del sistema central desde 1.000 á 1.710, las parameras de Soria, Sigüenza, Molina, Setenil y Pozondon, los picos y laderas de la umbria del sistema ibérico desde 850 á 1.420 metros, y los de la solana del mismo sistema desde 1.000 á 1.750; los picos de la terraza del Alto Aragon y Cataluña desde 1.000 metros de altura en adelante, la solana de los Pirineos desde 1.000 á 1.570, las laderas y picos de las montañas cantábricas, cadena Asturiano-Leonesa y montañas del Mediodia de Galicia y del N. de Portugal desde 850 á 1.420 metros de altura.

La *zona ártica* la caracteriza una temperatura media anual de $+0.^{\circ}$ á $+3.^{\circ}$, y pertenecen á ella las laderas de Sierra-Nevada comprendidas entre 1850 y 2400 metros de altura; los picos de Sierra Sagra, Sierra de Gador, de Baza y de Tejeda; los picos y laderas de las sierras de Gredos, de Guadarrama, de Gata y la Peña de Francia desde 1710 metros para arriba; las cumbres del Moncayo; la parte superior de Peña Golosa, del Caroché, de la Sierra de Mariola y del monte Aytana desde 1570 metros; la solana de los Pirineos comprendida entre 1570 y 2000 metros de altura; los picos y laderas de la parte occidental de las mon-

tañas Cantábricas desde 1420 á 2000 méetros, y los de igual altura de la cadena Asturiano-Leonesa.

La *zona polar* es la que tiene una temperatura media anual de $-0.^{\circ}$ ó menor todavia, y comprende la parte superior de Sierra Nevada desde 2280 méetros hácia arriba, la parte superior de los Pirineos orientales y centrales desde 2000 méetros en adelante, las Peñas de Europa y la Peña de Trevinca.

Como todos los seres orgánicos tienen una temperatura propia, es necesario que esta se halle en armonia con la de los climas que habitan, y de aquí que lo mismo los animales que los vegetales se encuentren distribuidos por la superficie del globo con arreglo á la temperatura que tiene cada una de sus diferentes regiones. El hombre que se habitúa á todos los climas, se modifica, sin embargo, de un modo notable por las temperaturas que reinan en ellos; siendo esta influencia tan marcada que hasta se observan variaciones funcionales en las diferentes horas del dia. Asi, por ejemplo, el pulso se hace mas frecuente con la temperatura hasta las cinco de la tarde, y disminuye desde las cinco hasta las siete; pero por la mañana no se verifica el mismo fenómeno, puesto que el pulso se mantiene con la misma frecuencia desde las siete hasta las diez, y despues aumenta hasta la una, en horas en que baja la temperatura, fenómeno contradictorio cuya esplicacion se halla consignada en las obras de fisiología. El desarrollo mas ó menos rápido de la organizacion y sus condiciones de mayor ó menor robustez se relacionan tambien con los climas en que el hombre habita. De la misma manera, ciertas épocas de la evolucion vital se supeditan á esas circunstancias. Por esto la época de la aparicion de los menstruos es diferente en los paises frios y en los cálidos: mientras que se presenta esta funcion á los doce años en Andalucia, no se verifica hasta los diez y ocho ó mas tarde en las provincias de las Castillas y demas localidades frias de la peninsula. Como el clima reasume todas las influencias telúricas y atmosféricas, de aquí esa relacion entre ellos y los fenómenos fisiológicos y patológicos de los seres orgánicos, y por lo tanto esa influencia la observamos en la distribucion

geográfica de las enfermedades y en las defunciones; así que, en tesis general, puede decirse que en los países fríos es el invierno la estación de la mayor mortalidad, y en los países cálidos lo es el verano.

Paréceme trivial añadir que en los elementos que componen un clima deben contarse, además de los detalladamente ya citados, el magnetismo terrestre, la electricidad atmosférica y la acción de la luz. Esta última desempeña, como se sabe, un papel importante en la vegetación, descomponiendo el ácido carbónico en las partes verdes de las plantas; y cada especie busca para su desarrollo una localidad más ó menos iluminada según las exigencias de su organización; no siendo menor su influencia en el reino animal en la producción también del ácido carbónico, en la transpiración y en todas las funciones, hasta las de reproducción de la especie, como se observa en muchos animales que supeditan las generatrices á una determinada intensidad de luz. Desde tiempos antiguos se sabe el desarrollo que adquiere el tejido adiposo por la sustracción de la luz, cuya influencia se emplea para engordar ciertas aves; y no solamente sirve de medio para la visión, sino que además influye en el desarrollo del cuerpo, en su color, en sus formas, en la consistencia muscular, en la producción de determinadas enfermedades, como sucede con las escrófulas, y en la exacerbación de otras, cual acontece en ciertas parálisis de los miembros que se presentan solo por la noche y desaparecen por el día. Así como las plantas que se crían en la sombra pierden su verdor y se ponen amarillentas, de la misma manera el cuerpo humano adquiere una palidez en la piel por la falta de luz; y lo mismo sucede con todos los animales, estando relacionado el color de sus pieles ó de sus plumas con el grado de luz de las regiones que habitan.

Todos los hechos que sobre los climas dejamos expuestos sirven además para hacernos comprender el gran problema de la aclimatación, todavía no bien resuelto, pues si bien se dice, hablando en general, que el hombre es cosmopolita, hay que tener en cuenta los trastornos que el cambio de país engendra

en el individuo y las enfermedades trasmisibles por generacion que se desenvuelven por el solo hecho de la traslacion de localidad, que á veces concluyen con toda una descendencia, como sucede con los negros, que trasportados á las regiones templadas desde el interior del Africa, adquieren enfermedades extrañas á su raza, y muchos de ellos se vuelven locos, no obstante su vigorosa constitucion.

Hay que tener en cuenta para la aclimatacion del hombre el punto de su procedencia, es decir, su raza, su nacionalidad y su permanencia anterior; y además el medio al cual se traslada, ó sean las condiciones de latitud, longitud, altura, circunstancias del suelo y del clima, y las enfermedades á que espone la nueva localidad. Hay unos pueblos que parecen mas cosmopolitas que otros, ó que resisten mejor á los cambios bruscos de pais; tal como sucede con el judío y el bohemio, y tambien con los españoles, italianos y franceses del Mediodia, que son mas aptos que los pueblos del N. para resistir las influencias, lo mismo de los paises cálidos que de los frios, cuando á ellos se trasladan.

Las enfermedades tienen tambien su distribucion geográfica en la superficie del globo, y sus zonas, sus limites de latitud, longitud y altura subordinadas á circunstancias meteorológicas y telúricas; y hay algunos estados morbosos, que aun cuando sin relaciones entre si, buscan la misma localidad para su desarrollo; como se observa en el centro de Europa con la fiebre tifoidea y la tisis pulmonar, que aparecen en las mismas zonas; el cretinismo es propio de regiones donde tambien se desarrolla el bocio; las fiebres palúdicas y la fiebre amarilla no llegan á ciertas alturas sobre el nivel del mar; el cólera se ha extendido en Europa hasta el 64.º de latitud N., mientras que por el hemisfério S. no ha pasado del 24.º de latitud. La fiebre tifoidea pertenece á la zona templada y fria del hemisfério N., y disminuye mucho desde la linea isoterma de 16.º, no pasando mas allá de la 20.º La pelagra tiene su mayor intensidad entre los 42.º y 46.º de latitud N. La enfermedad llamada boton de Alepo existe sólo entre los 33.º y 38.º N.; la designada *Beriberi*

se conoce entre los grados 16 y 20 de latitud N.; las fiebres palúdicas dejan de manifestarse á los 57.º de latitud N., si bien en Rusia llegan hasta los 59.º, y en Suecia hasta el 63.º Otras enfermedades tienen todavia limites mas circunscritos, como sucede con las verrugas del Perú, que solo se hallan en la vertiente occidental de los Andes, nunca en la oriental; y el pais en que se contrae este padecimiento está entre los 600 y los 1600 métrós de altura. Lo mismo se observa con la enfermedad llamada *pinta* en Méjico, que aparece en la vertiente occidental de las cordilleras; el *caak* de Nubia; la *plica* de Polonia; el *boton de Biscara* en Argel; los *hidátides del hígado* en Islanda; la *grangrena del recto* en el Brasil, y otros varios padecimientos que tienen desarrollo exclusivo en ciertas localidades. Por el contrario, hay otras que no entran nunca en determinados pueblos: la pelagra no se conoce en los antiguos reinos de Sicilia y de Cerdeña; la tisis es casi desconocida en Islanda, en las Islas Feróes y en las estepas de Kirghis; las fiebres intermitentes no han reinado nunca en el Cabo de Buena Esperanza; el cretinismo no se conoce en América; el bocio es muy raro en el Perú, en el Brasil, en Nubia y en Egipto; no se padecen hemorroides en Nubia; hay pocos casos de cálculos vesicales en Madrid, en Pisa y en Nubia; las escrófulas tienen su limite septentrional hácia los 62.º N., disminuyen mucho en las Islas Feróes, y faltan completamente en Islanda.

Tambien el desarrollo de algunas enfermedades exige un cierto grado de temperatura; así por ejemplo, la fiebre amarilla necesita 20.º c. para tomar la forma epidémica, mientras que la peste en Egipto tiende á desaparecer desde que el termómetro marca 28.º; y el cólera hace mas estragos en el verano que en el invierno, y á veces se extingue ó detiene su marcha invasora con la baja de temperatura.

Esas mismas relaciones existen tambien entre las localidades y las endemias que reinan en ellas, así como entre los climas y las enfermedades comunes, subordinadas ciertamente á todas las infracciones de la higiene, pero no menos á las condiciones

y visicitudes climatológicas. Por lo tanto un médico de baños debe saber si la localidad influye de un modo nocivo ó favorable en los que concurren á hacer uso de las aguas minerales, y la participacion que toman en el éxito el clima y todas las circunstancias exteriores. Por estas razones hemos creído deber tratar de todas estas cosas en una seccion preliminar, segun acabamos de verificarlo.

CAPÍTULO PRIMERO

DE LAS AGUAS MINERALES

Definición de las aguas minerales.—Las aguas minerales son aquellas que proceden de las profundidades de la tierra, y que contienen en su composición elementos que las distinguen de las aguas comunes.

Las aguas minerales se distinguen de las comunes por su origen y por su composición. Estas aguas proceden de las profundidades de la tierra, y contienen en su composición elementos que las distinguen de las aguas comunes. Estas aguas se encuentran en las montañas y en las llanuras, y se distinguen de las aguas comunes por su origen y por su composición.

Las aguas minerales se encuentran en las montañas y en las llanuras, y se distinguen de las aguas comunes por su origen y por su composición.

y visitando climatológicos. Por lo tanto, un médico de labor debe saber si la localización indígena de un modo nuevo de hacer de los que concierne a hacer uso de las aguas minerales, y la participación que toman en el éxito y todas las circunstancias atenuantes. Por estas razones parece preciso haber tratado de todas estas cosas en una sección preliminar, según acabamos de verificarlo.

SEGUNDA PARTE.

Hidrología médica.

CAPÍTULO PRIMERO.

AGUAS MINERO-MEDICINALES.

I.

Definición de las aguas minerales.—Su distribución y emergencia.—

Sus propiedades físicas, color, olor, sabor, transparencia, untuosidad, densidad y modo de determinarla.—Descomposición de algunas aguas minerales por la acción de una pila eléctrica.

Se dá el nombre de Aguas minerales en Hidrología médica á todas aquellas que por su temperatura, cantidad ó calidad de sustancias salinas ó gaseosas que contienen, se emplean ó pueden emplearse como medicamentos. No todas las que son minerales reúnen condiciones intrínsecas para servir como agentes curativos, pues sus mineralizadores son á veces elementos tóxicos que hacen se las excluya de entre los medios terapéuticos. Por esto algunos hidrólogos reservan con razón el nombre de aguas minerales para las que no siendo potables, no son tampoco agentes de curacion, y llaman minero-medicinales á las susceptibles de servirnos á título de medicamentos.

Hay algunas caracterizadas por una termalidad superior á la temperatura media del suelo por donde salen, lo cual indica que no vienen de capas de los terrenos situados por encima de

la línea de la temperatura invariable, sino que su nacimiento se halla por debajo de dicha línea. Otras son frías, y entonces sus caracteres hay que buscarlos en su composición química, si bien algunas de ellas ofrecen una temperatura tan baja relativamente á la de la atmósfera, que pueden ser, y son en efecto, medicinales por ese solo hecho, aparte de las propiedades terapéuticas que tengan por sus mineralizadores. Abundan extraordinariamente en la superficie del globo, lo mismo en los valles y sitios bajos que en las cimas y faldas de las montañas, sin embargo de que se encuentran con mas frecuencia en las regiones montañosas, y casi siempre situadas á poca distancia de ríos ó de riachuelos. Brotan de toda clase de terrenos, así de los cristalizados como de los de sedimento, antiguos ó modernos; salen de una manera continua el mayor número, y algunas de un modo intermitente; se manifiestan en su emergencia en hilos ó chorros delgados que se escapan por estrechas grietas, ó bien salen en gran volumen y con gran fuerza al exterior del suelo. Su composición es extremadamente variable, siendo las sustancias que contienen susceptibles de ejercer una acción marcada en la economía animal, produciendo trastornos funcionales y orgánicos cuando se administran en cierta cantidad y por tiempo suficiente para obtenerlos.

Por lo dicho se comprende que, si bien todas las aguas, incluso las potables, son minerales en el sentido riguroso de esta palabra, puesto que la única excluida sería la destilada ó la formada en un laboratorio químico á favor del oxígeno y del hidrógeno, aquellas á que nos referimos y de las que queremos ocuparnos son únicamente las que reúnen condiciones para desenvolver en el hombre sano un grupo de perturbaciones, que constituirían la patogenia del agua mineral ensayada, y que por lo tanto son susceptibles también de modificar los estados morbosos y producir el alivio ó la curación de estos.

Al examinar un agua mineral, lo primero que de ella nos afecta son sus caracteres físicos, llamados también organolépticos porque son los que impresionan simplemente nuestros sen-

tidos; tales como su color, olor, sabor, transparencia, untuosidad y densidad, si bien esta la colocan algunos entre los caracteres quimicos. Por lo comun, observadas en su punto de origen y en pequeñas cantidades son siempre incoloras; pero en grandes depósitos, como sucede en las piscinas, suelen afectar un viso verdoso, que es un fenómeno óptico, como el que se advierte en los lagos y en toda clase de aguas cuando se hallan en grandes masas. Sin embargo hay algunas que tienen coloraciones especiales debidas á sus mineralizadores. Las ferruginosas forman una pelicula irisada en su superficie; otras tienen un tinte azulado ó amarillo rojizo procedente de materiales arcillosos, arenosos, ó bien del azufre que tengan en suspension. Mas á parte de estas escepciones, las bicarbonatadas, sulfatadas y cloruradas no ofrecen en su color nada de particular que las distingá de las comunes ó potables; y lo mismo sucede con las sulfurosas cuando no han sufrido modificacion al contacto del aire, que las dá un tinte opalino ó lechoso, y ligeramente amarillento en ciertas fuentes, aun cuando no pierdan su transparencia.

En cuanto al olor, suele ser un carácter mas marcado, pues muchas de ellas le tienen con arreglo á sus mineralizadores, como sucede con las sulfuradas, en las que es poco pronunciado cuando el azufre se halla bajo la forma de un monosulfuro de sódio puro, y por el contrario es muy penetrante en las que contienen el gas sulfhidrico, como en las sulfuradas cálcicas que le desprenden, y en todas las que contienen dicho ácido, aun cuando no haya sulfuros en ellas. Hay otras aguas que despiden olores particulares mas ó menos marcados, ya porque alguna cantidad de sulfato se descompone al contacto de materias orgánicas, ó bien por la naturaleza de los materiales de los terrenos que atraviesan, y que las hace adquirir algo que afecte nuestro olfato.

Tambien el sabor es otro carácter organoléptico que se debe tener en cuenta, por que el mayor número de las aguas minerales impresionan el sentido del gusto de muy diferente manera que las aguas potables; pero no se crea que un mismo sabor

en varias aguas revela una composición idéntica. Sin embargo, por esta cualidad se empieza á venir en conocimiento de la clase á que pertenece un agua mineral que se examina. Las sulfurosas, por ejemplo, tienen un sabor especial que las distingue de todas las demás; pero que es en unas algo salado, en otras amargo, ó bien exclusivamente sulfuroso. Las bicarbonatadas con bastante ácido carbónico libre determinan un sabor picante y ácido, tanto mas marcado cuanto mas frias sean, y cuyo sabor es algo variable segun que la base dominante es la sosa, la cal ó la magnesia etc. Las cloruradas suelen dar un gusto salado con mezcla de amargo; pero como lo mismo estas que otras varias aguas pueden contener ácido carbónico libre, gas sulfhídrico ó algun otro cuerpo en proporcion bastante para modificar el sabor que resulta de los cloruros ó de las demás sales, resultan variaciones ó tonos distintos de sabor en aguas tenidas químicamente como de la misma clase. Las sulfatadas dan un sabor bastante parecido al de las cloruradas, especialmente cuando no son ferruginosas. Pero las que tienen mas pronunciado el sabor son las bicarbonatadas y sulfatadas muy abundantes en sales de hierro, pues en estas condiciones es estíptico y produce una sensación que recuerda el sabor de la tinta, aunque no todas las que contienen hierro impresionan el gusto de la misma manera, en razon á que, como hemos dicho antes, puede haber otros principios que modifiquen y hasta oscurezcan por completo el sabor propio del hierro.

La transparencia ó limpidez de las aguas minerales se halla muy relacionada con los terrenos de donde brotan; así es que las de los primitivos y volcánicos son muy claras y cristalinas; al paso que las de los terrenos secundarios, terciarios y modernos arrastran partículas térreas que salen en suspension en las aguas y alteran su transparencia. Otras la pierden tambien por los motivos que hemos indicado al hablar de su color, y por eso las ferruginosas forman generalmente una película irisada y un precipitado que las enturbia, así como varias de

las sulfurosas sufren alguna descomposicion y adquieren un tinte blanquecino al ponerse en contacto con la atmósfera.

La untuosidad que se advierte en ciertas aguas minerales la deben á la materia orgánica que contienen, al monosulfuro de sódio y á los silicatos; y cuyo carácter abunda en las aguas de los terrenos primitivos, que son donde mas comunmente brotan las aguas que contienen tales sustancias. No ha faltado quien crea que esta sensacion de untuosidad la producian las aguas por una temperatura un tanto elevada, y tambien por las secreciones mismas de la piel, las cuales siendo ácidas se combinaban con algunas bases, formando una especie de jabon que les comunicaba la suavidad que se nota al tomar un baño en ellas. Mas si esto fuera exacto, todas las aguas minerales ó no minerales serian untuosas, puesto que bastaria para ello rebajar la temperatura de las muy calientes y elevar la de las frias. Por otra parte, esa impresion no se apreciaria sino mediante la permanencia en un baño por tiempo suficiente para que se verificase la combinacion de los productos ácidos de la transpiracion cutánea con algunas bases del agua. Pero las que tienen una untuosidad propia, debida á las sustancias antes indicadas, revelan este carácter lo mismo cuando son frias que cuando son calientes, y se aprecia con solo introducir la mano en ellas y frotar los dedos unos contra otros.

Con respecto á la densidad de las aguas minerales se puede establecer, que cuando se reducen á la temperatura ordinaria, tienen un peso especifico mayor que el del agua destilada, con cuya densidad se compara siempre. Sucede á veces que ciertas aguas por su temperatura elevada, por su abundancia de gases y su escasa mineralizacion de principios fijos, son en el punto de su emergencia menos pesadas que el agua destilada, porque en igualdad de volúmenes hay menos cantidad de líquido; pero cuando se las deja perder sus gases y su temperatura, entonces entran en la regla general, y son, como todas, de una densidad mayor que el agua destilada, toda vez que esta solo contiene oxígeno é hidrógeno. Esas mismas circunstancias influyen tambien en que no pueda fijarse aproximativamente la cantidad de

principios minerales que contienen, porque si bien esto puede conocerse en las aguas no gaseosas, no sucede lo mismo en aquellas que llevan gran cantidad de gases. De todos modos la diferencia entre la densidad de las aguas minerales y la del agua destilada, reducidas á la misma temperatura, es por lo comun poco notable. Por regla general, en las bicarbonatadas y sulfatadas varia su densidad desde 1,0010 hasta 1,0050; las sulfuradas sódicas y las sulfihídricas sin sulfuros son las que mas se aproximan al peso específico del agua destilada, dando por término medio una densidad de 1,0002, mientras que las sulfuradas cálcicas llegan á 1,0012; y las cloruradas son las que dan un peso específico mas considerable. Hay en esto numerosas escepciones por razon de la mineralizacion mas ó menos fuerte de cada agua.

Para apreciar la densidad de un agua mineral se tiene un aparato llamado *de densidad* y una balanza que sea sensible cuando menos hasta medio miligramo. El aparato se compone de un frasco de vidrio muy delgado, de capacidad de 40 á 50 gramos, al cual se adapta un tapon ó tubo hueco, en el que hay una dilatacion superior para apreciar el punto á donde llega el liquido sometido al experimento. El frasco y el tapon se lavan y secan muy bien, calentándolos despues en un baño de arena hasta 150.º para que pierdan toda la humedad interior y exterior. Hecho esto, se pesa el aparato en la balanza de la manera mas exacta posible; despues de lo cual se llena de agua destilada á 15.º c, adaptando el tapon y quitando toda la que haya subido en el interior de este por encima de la marca que existe en el cuello por debajo de la dilatacion superior del tubo. Se pesa el aparato lleno de agua hasta la referida señal, y se tendrá el peso del agua destilada, ó su volúmen, puesto que un centímetro cúbico equivale próximamente á un gramo de dicha agua cuando esta se halla á la temperatura de 15.º. Conocida ya la densidad de comparacion, se quita del aparato el agua destilada y se la reemplaza por la mineral cuyo peso específico queremos conocer, reduciéndola tambien á la temperatura de 15.º, y procediendo en todo de la misma manera que para el agua destilada.

La diferencia entre una y otra dará la densidad del agua mineral.

Otro caracter que puede referirse á las propiedades físicas de las aguas minerales es su manera de comportarse bajo la accion de una corriente eléctrica. Los Sres. Baumgartner y Royer sometieron algunas aguas á la accion de la electricidad, y aseguran que mientras que el agua ordinaria se descompone en dos volúmenes de hidrógeno y en uno de oxígeno, algunas minerales, las de Gastein por ejemplo, dieron tres volúmenes de hidrógeno en el polo negativo y un volumen de oxígeno en el polo positivo, si bien añaden que esta singularidad solo la encontraron en las aguas dichas de Gastein; pero Leconte ha observado una cosa parecida en las de Enghien, puesto que ha obtenido 2'3 de oxígeno en el polo positivo, y 15'6 de hidrógeno en el polo negativo.

II.

Composicion de las aguas minerales.—Distincion entre principios elementales y principios mineralizadores.—Cuerpos comunes y cuerpos raros en las aguas.—Acidos y bases.—De la concomitancia de algunos mineralizadores.—Aguas minerales llamadas de mesa.—Id. tóxicas.—Teorías sobre la mineralizacion de las diferentes clases de aguas.

Conocido ya lo que se refiere á las generalidades sobre los caracteres físicos de las aguas minerales, indicaremos los de su composicion. Las aguas llegan á la superficie de la tierra despues de haber atravesado capas de terrenos de diferente naturaleza, y en ese paso toman distintos principios á favor de su propiedad disolvente y de la temperatura elevada que suelen tener algunas de ellas, así como tambien por la presion y por el ácido carbónico que llevan desde su punto de origen, cuyas circunstancias aumentan su facultad disolvente.

Es pertinente á este lugar hacer una distincion entre prin-

cipios elementales de las aguas y principios mineralizadores, cosas que generalmente se confunden, tomando como sinónimas las palabras *principios*, *elementos*, *minerales*, ó *sales* de las aguas cuando se habla de las sustancias que las mineralizan, comprendiendo con esas espresiones las sales, los gases, las materias orgánicas y cuanto contienen en su composicion. Pero por principios elementales debemos entender las sustancias simples ó binarias que el análisis separa las unas de las otras, como los cuerpos simples, los gases, los ácidos, los álcalis y los óxidos; y por principios mineralizadores las sales, tal como se las supone existir formadas en las aguas, ó tal como ya resultan de la combinacion de los ácidos con las bases y con los óxidos por la vía empírica. Los principios elementales son la expresion del análisis práctico, y los mineralizadores la del análisis teórico. Entre los componentes de las aguas, hay unos muy comunes y habituales en ellas, como los carbonatos cálcico y magnesiano, los cloruros de sódio y de magnesio, los sulfatos de cal, de sosa y de magnesia, los silicatos de alumina y de hierro, los sulfuros y el gas sulfhídrico, el ácido carbónico, el ázoe y el oxígeno; mientras que otras sustancias son sumamente raras en las aguas, y se hallan en un reducido número, como sucede con el arsénico, el selénio, el molybdeno, el césio y otros cuerpos indicados de un modo dudoso en ciertas aguas minerales. Las sales que comunmente mineralizan estas se pueden considerar descompuestas en ácidos y bases, de los cuales son unos, como queda dicho, de existencia dudosa ó excepcional, ó bien se hallan en proporciones insignificantes. La tabla siguiente contiene los mineralizadores que se encuentran en las aguas con expresion de su frecuencia ó de su rareza en ellas.

Cuerpos mas importantes por su frecuencia, por su proporcion ó por su valor terapéutico.	Cuerpos de poca significacion, por su rareza, por su exigua cantidad ó por su poco valor terapéutico.
<p>ÁCIDOS. Carbónico. Arsenioso ó arsénico. Fosfórico.</p>	<p>ÁCIDOS. Azótico. Bórico. Hiposulfuroso.</p>

Silícico ó silice.
Sulfúrico.
 Bromhidrico.
Clorhidrico.
 Iodhidrico.
Sulfhidrico.
 Gas *Azoe*, cuando es
 muy abundante y dá
 carácter terapéutico

BASES. *Sosa*.
Potasa.
Cal.
Magnesia.
Hierro.
 Manganeso.

Sulfuroso.
 Fluorhidrico.
 Apocrénico.
 Crénico.
 Géico.
 Acético.
 Butirico.
 Fórmico.
 Propiónico.

BASES. Estronciana.
 Barita.
 Litina.
 Estaño.
 Alumina.
 Cabalto.
 Cobre.

Aun de todos los que aparecen entre los elementos principales, son los mas frecuentes los que van en letra cursiva; siendo además de notar que la asociacion de varios de ellos es muy habitual, constituyendo una concomitancia de mineralizadores que permite presumir la existencia de algunos de ellos cuando se conoce la de otros. Asi por ejemplo, si en un agua hay carbonato de cal, es de creer que contenga tambien el de magnesia y viceversa; al sulfato de cal van por lo general unidos los de magnesia y de sosa, y alguna vez el de estronciana; las aguas que tienen cloruro de sódio suelen llevar además el de magnesio y el de calcio, juntamente con sulfatos de sosa y de magnesia, y bromuros ó ioduros alcalinos, como tambien alguna vez sales de potasa en forma de cloruro ó de sulfato; las aguas que contienen hierro revelan con frecuencia el manganeso, en ocasiones el cobre y alguna vez el arsénico; las sulfuradas por el sulfuro de calcio suelen llevar en su mineralizacion sulfatos de cal, de sosa y de magnesia, silicatos y carbonatos terreos; las sulfuradas por los sulfuros de sódio y de potasio, ó sulfhidricadas primitivas sin sulfuros, suelen contener á la vez cloruros y bicarbonatos de sódio y de potasio, y abundancia de silice ó de silicatos alcalinos. De la misma manera, el ácido silícico en grandes proporciones en un agua mineral hace sospe-

char que está combinado con la sosa ó la potasa; como el ácido carbónico libre revela la existencia de bicarbonatos de sosa, de potasa, de cal, de magnesia y algunas veces de hierro, unidos en ocasiones á fosfatos y silicatos. Otro tanto acontece con el ácido sulfhídrico libre, que por lo comun vá unido á bastante cantidad de azoe, y en algunas aguas al gas ácido carbónico en estado de libertad. En las ferruginosas es muy frecuente hallar una materia orgánica que desempeña el papel de ácido con respecto al hierro, y que se ha designado con los nombres de ácidos crénico y apocrénico, los cuales determinan los crenatos y apocrenatos de tales aguas. Por manera que, como acaba de verse en los ejemplos citados, esa concomitancia de los mineralizadores sirve en ocasiones al quimico para presumir la existencia de unas sustancias por la averiguacion que haya hecho ya de otras.

La mineralizacion de las aguas puede ser tan escasa que permita su empleo á uso comun ó como aguas de mesa, segun se hace en varios establecimientos balnearios; mientras que otras contienen tanta cantidad de mineralizadores, que no pueden emplearse sino en dosis mínimas y pocas veces al dia; ó bien existe algun cuerpo en ellas de accion tóxica sobre la economía, que aun cuando se hallen en escasa proporcion las demas sustancias, no pueden administrarse dichas aguas, ó es necesario diluirlas en agua comun para evitar todo peligro. Esto último sucede en algunas que contienen notable proporcion de arsénico ó cobre, si bien tales aguas, calificadas de tóxicas, suelen no usarse como medicinales.

Ha sido motivo de varias hipótesis y largas discusiones el modo como las aguas adquieren sus mineralizadores, ó los procedimientos de que se vale la naturaleza para presentarlas tal como ellas aparecen á nuestra observacion. Lo primero que se ocurre á la consideracion del geólogo al meditar sobre este asunto, es que las primeras aguas del globo hubieron de ser todas minerales, pues la temperatura elevadísima de la costra sólida de la tierra debió producir una evaporacion de las primeras capas de agua, que al descender de la atmósfera en

forma de liquido, conservaria calor suficiente para disolver muchos de los cuerpos sólidos ya existentes; y además habria en tales aguas ácidos que contribuyeron á aumentar su accion disolvente; lo mismo que las acciones eléctricas tan poderosas en las épocas geológicas á que nos referimos. Asi es que el conocimiento de la formacion del globo nos hace afirmar que en un principio todas las aguas fueron minerales y termales. Pero estudiada la cuestion en el momento presente, tenemos unas aguas que proceden de las filtraciones de las lluvias y que toman sus mineralizadores de los terrenos por donde pasan; mientras que otras nacen de depósitos subterráneos en puntos donde todavia las rocas conservan una elevadísima temperatura, y allí se mineralizan á espensas de las reacciones químicas que se verifican, de los gases que en tales sitios se desprenden, de la fuerte presion á que están sometidas y de las acciones eléctricas que las acompañan. De tal manera acontece asi, que las aguas minerales de semejante procedencia, lejos de tomar materiales de los terrenos que recorren hasta el punto de su emergencia, suelen por el contrario depositar algunas de las que traen desde su origen, y sirven para formar algunas capas de terrenos de sedimento con sustancias que han tomado en los volcánicos ó primitivos donde tienen su punto de partida.

La multiplicidad de acciones que dan origen á la mineralizacion de las aguas la veremos comprobada recorriendo ligeramente algunas de ellas. Las bicarbonatadas termales, que proceden de terrenos primitivos ó volcánicos, contienen como elemento dominante el bicarbonato de sosa, á causa de que el ácido carbónico mezclado al vapor de agua disgrega y descompone las rocas circundantes; á cuyo fenómeno contribuye la elevada temperatura, y por consiguiente ha de haber formacion de carbonatos alcalinos y terreos por la combinacion de las bases de dichas rocas con el ácido carbónico, mientras que la sílice se queda en libertad y en condiciones de disolverse en el agua. Esos carbonatos se trasforman en bicarbonatos cuando el agua va alejándose de su punto de origen y perdiendo el calórico primitivo. Una duda se suscita, todavia no resuelta por la

química ni la geología, que consiste en que estas aguas deberían contener mas cantidad de bicarbonato de potasa que de sosa, lo mismo que las sulfuradas sódicas que proceden tambien de terrenos primitivos, toda vez que estas rocas abundan mas en potasa que en sosa; pero indudablemente las reacciones químicas han de dar lugar á este fenómeno, permitiendo la mayor disolucion y combinacion de la sosa con el ácido carbónico ó con los otros para salir en forma de sales. Sucede tambien que existen bicarbonatos de cal y de magnesia, á veces predominando en estas aguas, no obstante que procedan de terrenos primitivos; lo cual es debido á que hay terrenos secundarios ó terciarios por debajo de las masas graníticas, á causa de las dislocaciones producidas por erupciones volcánicas. El mismo procedimiento siguen para su mineralizacion las aguas bicarbonatadas frias procedentes de terreno de sedimento inferior, medio ó superior, sin mas diferencia que la de atravesar mayor extension de terrenos cretáceos y magnesianos, por lo que el bicarbonato de sosa está en ellas reemplazado por los de cal y de magnesia. Cuando es el bicarbonato de hierro el dominante en un agua de esta clase, parece que ha debido mineralizarse á menos profundidad y en terreno de mas baja temperatura que las anteriores, pues el ácido carbónico en exceso, y en contacto con terrenos abundantes en principios ferruginosos, reduce los sesquióxidos y los disuelve en el estado de bicarbonato de protóxido, auxiliado por el agua y la materia orgánica; y el mismo procedimiento es admisible para las aguas que contengan bicarbonato de manganeso.

Las aguas sulfuradas han dado tambien motivo á diversas teorías sobre su manera de mineralizarse. Se ha creído por algunos que tomaban estas aguas el monosulfuro de sódio de los terrenos secundarios y terciarios, formados de bancos de hulla, de sal gema y de sulfato de sosa; en cuyo caso sucedería que este en presencia de las materias hidrocarbonadas y bajo la influencia de una elevada temperatura, y aun de la electricidad, se trasformaría en sulfuro de sódio, y como consecuencia de estas reacciones habria tambien en tales aguas

una pequeña cantidad de sílice y de carbonato de sosa. Pero hay muchas sulfuradas que vienen de masas graníticas, y para ellas no es admisible la anterior hipótesis, á no ser que se suponga la existencia de terrenos secundarios ó terciarios por debajo de los primitivos. M. Fontan admite que la mineralización de las sulfuradas sódicas está ligada á la formación de los Pirineos, y que su origen es tan desconocido como el de estos; pero que las sulfuradas cálcicas proceden de depósitos de materias orgánicas en descomposición, que por una serie de reacciones trasforman los sulfatos en sulfuros. M. Filhol admite la existencia del principio sulfuroso relacionado con la del cloruro de sódio y el sulfato de cal, y se apoya en que en las aguas sulfuradas sódicas y cálcicas existe materia orgánica en disolución; en que las mas abundantes en sulfuro de sódio son las que contienen menos sulfatos; en que se forma una cantidad de sulfuro cuando se las ha embotellado y despues se las calienta; y por último en que las aguas termales no sulfuradas situadas cerca de las primeras parecen desprovistas de materia orgánica, y son por el contrario abundantes en sulfatos. Otros quimicos han supuesto que en las profundidades de la tierra puede formarse el sulfuro de carbono y descomponer los silicatos alcalinos y térreos, y dar lugar á un sulfuro de sílice, que en presencia del ácido carbónico puesto en libertad, se convierte en seguida en ácido sulfhídrico y en sílice disuelta; y hay aguas que, en efecto, contienen dicho gas sin haber en ellas sulfuros ni sulfatos. Algunos han admitido que todas las aguas sulfuradas se mineralizan de la misma manera; pero que las sulfuradas cálcicas tienen su punto de origen por debajo de bancos de yeso, y que habiendo capas combustibles de naturaleza diferente impregnadas de piritas, se hacen espontaneamente inflamables, y que de este modo arden las materias orgánicas, las piritas se oxidan, produciendo sulfatos de hierro, de cal, de magnesia y de alumina, cuando es suficiente para ello la cantidad de oxígeno suministrada por el aire; pero que si el oxígeno no es bastante abundante, las materias orgánicas se carbonizan, las piritas abandonan una tercera parte

de su azufre, y se reunen todas las circunstancias necesarias para la formacion del sulfuro de carbono; y como ademas las sustancias combustibles están mezcladas con la arcilla que se halla en contacto con el carbono, ha de producirse un sulfuro de silice, que al mezclarse con el agua dá origen al gas sulfihídrico y á la silice disuelta. Como acaba de verse, no hay acuerdo entre los quimicos acerca del modo de mineralizacion de las aguas sulfuradas. Sin embargo, como veremos mas adelante, guardan cierta relacion con los terrenos segun que sean sulfuradas cálcicas ó sódicas, y esto puede contribuir á ilustrar la cuestion de la manera como se mineralizan, que muy bien puede no haya un procedimiento único, sino que la naturaleza se valga de todos ellos, segun los terrenos y las condiciones que en cada uno se reunan.

Las aguas cloruradas y las sulfatadas son las que parecen ofrecer el procedimiento mas sencillo en su mineralizacion, porque encuentran ya formadas en el seno de la tierra las sales que disuelven, y no hay en ellas mas que simples disoluciones; y además mutaciones de ácidos y de bases entre el sulfúrico y el clorhídrico con las bases alcalinas, térreas y metálicas, segun el orden de sus afinidades y las circunstancias que rodean á las aguas para dar lugar á esas reacciones.

III.

De la presencia de algunos cuerpos en las aguas minerales.—Oxígeno y Azoé.—Cloro, Bromo y Yodo.—Azufre.—Hidrógeno protocarbonado.—Nitratos.—Acidos fosfórico, carbónico, sulfuroso, sulfúrico y sulfatos.—Acido silícico y silicatos.—Cloruros.—Acido sulfhídrico y sulfuros.—Bases:—potasa, sosa, litina, amoniaco, barita, estronciana, cal, magnesia, alumina, hierro, manganeso, zinc, cobre, arsénico.—Materias orgánicas de las aguas minerales.

Si despues de estas consideraciones generales pasamos una ligera revista á los principales cuerpos que se encuentran en las

aguas advertirémos, en cuanto á los gases y sustancias fijas que contienen, la conveniencia de hacer algunas observaciones sobre la razon y modo de su existencia en ellas.

Con respecto al *oxígeno* y al *ázo*e ha de tenerse en cuenta que se hallan en algunas aguas aislados unas veces, y mezclados otras en forma de aire; pero en este último caso no están en la misma proporcion que en el aire atmosférico, pues en ocasiones hay un exceso de oxígeno y otras una notable disminucion, y hasta en algunas aguas minerales existe solo el oxígeno sin que haya nada de *ázo*e. Este último gas se encuentra tambien en muchas aguas, y en tal abundancia en ocasiones, que ha precisado la admision de una clase de azoadas, como sucede con ciertas fuentes de España, porque sus propiedades terapéuticas no han podido referirse á los otros mineralizadores, y se ha creído que dependian aquellas de la abundante cantidad de nitrógeno; no obstante que la importancia de esta clase de aguas ha sido negada por los médicos hidrólogos estrangeros, y puesta tambien en duda por algunos españoles. Mas es lo cierto que tales aguas existen en nuestro pais, con una especialidad terapéutica determinada que no se halla en otras aguas de idéntica composicion, pero que estan privadas del gas *ázo*e ó le contienen en minimas proporciones. Este gas no se combina directamente con ningun cuerpo, como no sea con el oxígeno, y esto á favor de la chispa eléctrica, hallándose en muchas aguas minerales, como sucede en las sulfurosas llamadas primitivas y en algunas de otra mineralizacion; atribuyéndose su presencia á la descomposicion de sustancias orgánicas, á la descomposicion tambien que estas mismas materias pueden producir en las masas de aire que penetran en el interior de la tierra, apoderándose de su oxígeno y dejando al *ázo*e en libertad, y ademas á las mismas reacciones con principios minerales oxidables.

Otro cuerpo que abunda en las aguas minerales es el *cloro*, bajo la forma de cloruros de sódio, de potasio, de magnesio, de calcio etc., de los que hablaremos mas adelante. Son cuerpos afines al cloro el *bromo* y el *iodo*, combinados tambien con las mismas bases, constituyendo bromuros y ioduros, siendo muy

común la existencia de estos dos cuerpos en las aguas que abundan en cloruro de sódio, sin que por esto se entienda que siempre existe semejante concomitancia, pues hay algunas muy cloruradas sódicas en las que no se ha encontrado el bromo ni el iodo. Se sabe que el bromo se halla en un gran número de moluscos, de pólipos, de algas marinas, de esponjas y corales, así como unido á algunos minerales, entre ellos el cadmio y el zinc, según se ha observado en varias minas; y pudiendo pasar las aguas por terrenos que contengan tales depósitos, así como por los de cloruro sódico, se comprende la existencia de este metaloide en algunas de ellas. Lo mismo diremos con respecto al iodo, cuerpo tan abundante en la naturaleza, que se halla en los depósitos de sal gema y en las salinas alimentadas por las aguas del Mediterráneo, unido también á varios minerales, en la organización de ciertos animales, y sobre todo en muchas plantas marinas y hasta de agua dulce. No es por lo tanto extraño que las aguas minerales encuentren sitios donde proveerse de estos cuerpos que se disuelven en ellas, y son en ocasiones á los que mas principalmente deben sus virtudes curativas.

Ya hemos dicho con respecto al *azufre* las varias teorías emitidas para la explicación de su existencia en las aguas. Es también un cuerpo abundante en la naturaleza, y se halla puro en algunas localidades entre masas de cuarzo ó de granito, ó bien acompañado de sulfatos de cal ó de estronciana y de cloruro de sódio. En ciertas regiones volcánicas parece resultar de la condensación de vapores sulfurados, porque en los volcanes apagados suele haber mucho vapor de agua y azufre también en forma de vapor, de lo cual puede resultar que el hidrógeno sulfurado se combine lentamente con el oxígeno del aire y dé lugar á la formación de ácido sulfúrico. En algunas rocas abundantes en conchas fósiles se encuentra el azufre intercalado en ellas, y hasta ha tomado la misma forma de estos seres orgánicos, como sucede en las minas de Teruel situadas en el pueblo de Libros. En las aguas minerales el azufre procedente de la reducción de los sulfuros ó del hidrógeno sulfurado toma un color blanco amarillento, y en algunas circunstancias verdoso

ó ligeramente rojizo, y las formas de su existencia en ellas son las de sulfuro sódico ó cálcico, ó de gas sulfhídrico. Añadiremos, por último, que tambien dan lugar á depósitos de azufre cristalizado en estalactitas algunas aguas termales que contienen ácido sulfúrico, aunque estas son muy raras; pero existen algunas, como en Aix-la-Chapelle, Aix en Saboya, etc.; y en tales casos se halla unido el azufre al yeso, á la sal gema y á sustancias bituminosas.

El *hidrógeno protocarbonado* no es tampoco comun en las aguas; mas se ha encontrado en algunas de las cercanías de Reims, en ciertos lagos de Toscana, y en fuentes llamadas ardientes, como en la de Pietra-Mala, á los piés del Apenino, y en otras varias localidades. En ciertos terrenos volcánicos se verifican erupciones de este gas, y tambien de ázoe; habiéndose observado en algunos puntos el fenómeno curioso de que los gases salen en ocasiones á una temperatura muy inferior á la del aire exterior.

Los *nitratos* son propios de algunas aguas de pozos, siendo muy raros en las minerales. Además de las relaciones que guardan estas sales, lo mismo que el amoniaco, con el agua procedente de las lluvias, las tienen tambien con ciertos terrenos. Así se observa que en los lagos donde abundan las sienitas en su suelo, contienen pocos indicios de nitratos, al paso que abundan mas allí donde existen las areniscas rojas ó cuarzosas, y sobre todo en los terrenos calcáreos, triásicos ó jurásicos, ó en los depósitos superiores á la formacion cretácea.

El *ácido fosfórico* suele encontrarse en las aguas minerales en estado de combinacion, formando fosfatos alcalinos ó térreos, siendo numerosas las que le contienen, aunque siempre en proporciones muy minimas, sin que influya la clase del agua mineral ni el origen de esta, pues los fosfatos se hallan indistintamente en ellas, teniendo por base la sosa, la cal, la alumina, etc., existiendo estos dos últimos fosfatos en disolucion á favor del ácido carbónico.

Uno de los cuerpos mas frecuentes en las aguas es el *ácido carbónico*, el cual procede de capas profundas de terrenos

volcánicos, desde donde pasa á cavernas y receptáculos subterráneos que contienen agua, con la que se mezcla para salir con ella en estado de libertad y en el de disolucion; y tambien se encuentra en las aguas minerales en forma de combinacion, constituyendo carbonatos ó bicarbonatos de cal, de magnesia, de sosa, de potasa, de estronciana, de hierro, etc. Cuando el origen del ácido carbónico no está en los terrenos volcánicos ni depende de la descomposicion de rocas calcáreas, puede provenir de materias orgánicas diseminadas en terrenos secundarios, que se descomponen en presencia del agua y mediante reacciones quimicas que se operan en ellas. Unas veces se encuentra sin mezcla de otros gases; pero es lo mas comun se halle mezclado con el oxígeno, con el azoe ó con el gas sulfhidrico. Cuando existe en una notable proporcion en las aguas bicarbonatadas, hace que estas adquieran el sabor picante y ágrío que las caracteriza, y á él se debe que muchos cuerpos minerales poco solubles puedan tomarlos las aguas de los terrenos y hacerse solubles en ellas, tales como los carbonatos citados de cal, de magnesia, de hierro y otros que no se disolverian sino fuese por el ácido carbónico, el cual los transforma en bicarbonatos. Su abundancia mayor ó menor en las aguas que le contienen es un dato para indicar la naturaleza del terreno de donde estas proceden; asi es que las de los primitivos y de transicion contiene mas ácido carbónico libre que las de los de sedimento inferior, medio y superior; y por esto tambien aquellas en que este gas abunda vienen de capas donde existen los pórfidos, los basaltos, las traquitas y las lavas volcánicas; y de estas formaciones y de otras cristalofilicas proceden generalmente las aguas minerales acidulas. Cuando es abundante y se halla mezclado con los elementos del aire, se manifiesta por desprendimientos continuos ó intermitentes; en el primer caso parece que el agua hierve y saltan de ella burbujas á algunos centímetros por encima de su superficie; y en el segundo aparecen de tiempo en tiempo burbujas de volúmen mas variable, que se rompen en la superficie del liquido; observándose tambien que en estas aguas sufre alteraciones el desprendi-

miento del gas bajo la influencia de algunos cambios atmosféricos, siendo mas tumultuosa su salida cuando se acerca una tormenta que en los dias despejados y tranquilos, fenómeno que se atribuye á las comunicaciones eléctricas que se establecen entre la tierra y la atmósfera; y mas especialmente á la disminucion de la presion atmosférica en los tiempos tempestuosos, lo cual permite mas facilidad á la salida de los gases subterráneos. Cuanto mas cargadas se hallen las aguas de ácido carbónico, tanto mayor número de fuentes de esta naturaleza habrá en la misma zona, asi es que cuando exista á lo largo de un curso de agua una fuente mineral acidula, se puede sospechar que en el mismo radio habrá otras iguales, aunque menos saturadas de ácido carbónico.

El *ácido sulfuroso* es muy raro en las aguas minerales, pues formado por la combustion del azufre en los cráteres volcánicos, este gas es arrastrado por el aire atmosférico y disuelto en el vapor de agua, que al condensarse lo lleva á la superficie de la tierra, y allí, por su afinidad con el oxígeno y con las bases, se trasforma rápidamente en ácidos hiposulfúrico y sulfúrico, combinándose comunmente bajo las formas de hiposulfitos y sulfatos.

Lo mismo decimos acerca del *ácido sulfúrico*, debido tambien á la combustion del azufre de los materiales volcánicos; siendo muy raro encontrarlo en esta forma en las aguas minerales; al paso que es muy comun en la combinacion de sulfatos. Esto se comprende con facilidad si se atiende á que los sulfatos alcalinos y térreos existen en todas las formaciones geológicas; pero las menos ricas en estas sales son las aguas procedentes de terrenos primitivos, de lavas y basaltos, mientras que las de los modernos son las que las contienen en mas abundancia; siendo por lo comun sulfatos de sosa, de potasa, de cal, de magnesia, de estronciana, de barita, de alumina, de hierró y de manganeso los que se hallan en tales aguas.

El *ácido silícico* y los *silicatos* son tambien mineralizadores frecuentes en las aguas; habiendo algunas que producen depósitos de sílice que se llama cuarzo termógeno, y se presenta ba-

jo la forma de masas concrecianadas, onduladas y testáceas, empastando plantas á la manera como lo hacen algunas aguas cargadas de un jugo calcáreo, que dan lugar á varias estalactitas. Otras veces se forman estas por la sílice misma á través de la creta, infiltrándose y constituyendo una variedad de cuarzo. Se puede decir de un modo general que todas las aguas minerales contienen ácido silícico, ya libre ya combinado, porque los silicatos entran en todas las formaciones geológicas. Lo más comun es que se halle en estado de libertad; y cuando lo está en combinacion es con la sosa, la potasa, la cal, la litina, la magnesia y la alumina. Para que estos silicatos existan en las aguas es necesario que contengan ácido carbónico, carbonatos ó gas sulfhídrico, porque siempre que los silicatos solubles se hallan en presencia de los referidos gases y de los bicarbonatos alcalinos con una gran cantidad de agua, se descompondrán en ácido silícico, que por ser en estado naciente se disuelve en seguida, y se forman además carbonatos, neutros primero, y bicarbonatos despues, ó bien sulfuros si el ácido sulfhídrico es el dominante. Así se comprende la existencia de los silicatos en aguas sulfuradas sódicas, privadas de ácido carbónico libre, y como el ácido silícico puede hallarse en bastante cantidad en las aguas, no obstante que por su naturaleza es poco soluble.

Otros de los mineralizadores tambien muy frecuentes son los *cloruros*, pues apenas habrá una que no los contenga; y cuando existen en proporciones notables caracterizan de tal modo el agua, que sirven para determinar una clase especial por sus propiedades químicas y terapéuticas. Los cloruros mas generalmente hallados son los de sódio, potásio y magnésio, y tambien el de cálcio; pero el de sódio es el más comun, y procede el mayor número de veces de los depósitos de sal gema de terrenos más ó ménos profundos. En forma de ácido clorhídrico es muy raro hallar el cloro en las aguas minerales, como no sea en algunas situadas en las inmediaciones de los volcanes.

El ácido sulfhídrico se encuentra en muchas aguas, ya procedente de erupciones volcánicas, ya de materiales orgánicos en

descomposicion, y se halla libre ó combinado bajo la forma de sulfuro, ó bien en las dos formas á la vez, caracterizando un grupo de aguas cuando el azufre está combinado con el hidrógeno, ó con alcalis, tierras ó metales propiamente dichos. Sus compuestos oxigenados, inferiores al ácido sulfúrico y al azufre libre que queda en suspension en las aguas minerales, no son otra cosa que productos de la descomposicion de los sulfuros. Se ha dicho que el azufre se encuentra en las aguas bajo las formas de gas ácido sulfhidrico, de sulfuro de sódio, y de sulfuro de calcio. Algunos creen que el gas sulfhidrico va siempre unido á un sulfuro; pero esto no es exacto, pues hay aguas que contienen dicho gas sin haber en ellas sulfuros, aún cuando sean termales y de las llamadas primitivas.

Varios autores llaman aguas sulfuradas cálcicas, accidentales ó secundarias, á aquellas que emergen de terrenos terciarios, secundarios ó de transicion, que pasan por bancos donde existen restos orgánicos, y adquieren en su consecuencia gas sulfhidrico libre segun unos, ó una marcha de este ácido y de sulfuro de calcio segun otros; mientras que admiten que en aquellas de terrenos primitivos, ó que nacen en los limites de estos y los de transicion, no se halla el gas sulfhidrico sino excepcionalmente, estando reemplazado por el sulfuro de sódio; y por esta razon las llaman sulfuradas sódicas ó primitivas. Pero esta regla tiene sus escepciones, puesto que hay aguas que nacen en terrenos primitivos, como sucede con las de Ledesma, las cuales son sulfhidricas y no contienen ningun sulfuro. También se ha admitido la existencia en las aguas minerales de sulfuros de otras bases, de potasa, de hierro, de arsénico, etc.; lo cual podrá suceder si las reacciones que se operan en el punto de formacion favorecen esas combinaciones, que serán raras y escepcionales.

Hemos recorrido ligeramente la mineralizacion por los gases y por los ácidos mas comunes en las aguas, y las combinaciones en que generalmente estos se hallan, formando sales con diferentes bases; y ahora vamos á decir algo de las mismas bases, que son, alcalinas, térreas y metálicas.

La potasa y otros alcalis deben encontrarse, y se encuentran en efecto, en las aguas minerales con mucha frecuencia, en forma de sales; lo que no tiene nada de extraño, en razon á que existen en un gran número de terrenos. Es de notar sin embargo que la potasa se halla en menor proporcion que la sosa, no obstante que los silicatos y demas rocas de donde puedan proceder son mas abundantes en potasa que en sosa. Esto será debido á las reacciones que se operen en el momento de la formacion de las aguas, que darán por resultado combinaciones solubles, mas bien de sosa que de potasa, ó por algun otro fenómeno desconocido todavia. Como quiera que esto sea, la potasa se halla inscrita hipotéticamente en las aguas minerales en estado de bicarbonato, de sulfato, de cloruro, de bromuro, de ioduro y alguna vez de silicato.

En cuanto á la sosa, puede asegurarse que no hay un agua mineral desprovista de ella, hasta el punto de que los químicos creen que cuando no se indica en alguna, se debe á que el análisis no ha sido bien hecho. Existe en forma de bicarbonatos, sulfatos, sulfuros y cloruros, que son sus estados mas comunes en las aguas; ofreciendo otros menos frecuentes y mas hipotéticos, tales como los ioduros, bromuros, fluoruros, silicatos y fosfatos. Las aguas mas abundantes en sales de sosa emergen de terrenos primitivos y de transicion, en los que dominan los pórfidos, traquitas y basaltos, y tambien de los depósitos de sal gema, tan abundante en la naturaleza y en las tierras arcillosas y margosas.

La litina, que se creia muy rara en las aguas minerales, se vá encontrando en muchas de ellas á proporcion que se perfecciona el análisis, y parece que, aunque poco soluble en el agua, ha de hallarse en el mayor número de aquellas procedentes de terrenos graníticos, y quizás se deba su presencia á la descomposicion de las micas. Cuando existe es en proporciones minimas, y se la señala en estados de bicarbonato, cloruro y silicato.

Las sales amoniacaes, carbonato, sulfato y clorhidrato, se han encontrado tambien en algunas aguas minerales; pudiendo

admitirse que cuando hay ácido fosfórico es fácil su presencia bajo la forma de fosfato amoniac-magnesiano soluble. Se admite que esta base procede de la descomposicion de materias orgánicas azoadas que se hallan en las capas más ó ménos profundas de terrenos fosilíferos; y de aquí que no exista en las aguas procedentes de los primitivos ó agalisicos.

Entre las bases térreas, tenemos *la barita*, no muy comun, pero que se halla alguna vez en las aguas minerales; y atendiendo á su poca solubilidad, es de presumir que cuando exista, en estado de carbonato ó en el de sulfato, salga en suspension mas bien que en disolucion; por lo que conviene buscarla en el depósito expontáneo.

La estronciana suele hallarse unida á la barita, por cuyo motivo, y por tener propiedades muy parecidas, se buscan juntos estos cuerpos en las aguas minerales, en las que existen en estado de carbonato ó de sulfato, mas comunmente bajo esta última forma por su grande avidéz con el ácido sulfúrico; siendo por lo tanto las aguas sulfatadas y algunas bicarbonatadas las que contienen estronciana, pero siempre en cantidades mínimas.

La cal es la base mas comun en las aguas, en diversas combinaciones, en razon á que forma la base de muchos terrenos; pero la proporcion en que se halla en aquellas es muy variable, segun la naturaleza del suelo de donde emergen. Parece que las procedentes de terrenos primitivos contienen sales de base de cal, menos el carbonato; las de los terrenos medio cristalizados, medio compactos y constituidos por rocas de transicion son mas abundantes en sales cálcicas que las de los anteriores; las que vienen de terrenos de sedimentos, principalmente de los superiores, contienen todavia la cal en mayor cantidad, por lo comun en estado de sulfato; y las aguas que toman origen en terrenos volcánicos y de base de pórfidos, basaltos y traquitas, son tambien muy ricas en sales de cal, pero dominando entre ellas el bicarbonato. Aparte de estas relaciones con los terrenos, la cal se encuentra en las aguas bajo las formas de bicarbonato, sulfuro, sulfato, fosfato, silica-

to, cloruro y fluoruro; pero en los análisis es difícil descubrir algunas veces su verdadera combinación. Es de presumir, sin embargo, que el óxido de cal se halle combinado con el ácido dominante en un agua mineral; y por lo tanto siempre que una de estas contenga mucho ácido carbónico ó ácido sulfúrico, la cal se hallará en estado de bicarbonato ó de sulfato; por lo que muchos químicos, al analizar aguas bicarbonatadas que contienen cloruros, suponen que estos son alcalinos, y que la cal se halla en combinación con el ácido carbónico. Del mismo modo proceden con respecto al silicato de cal, que por su fácil descomposición bajo la influencia del ácido carbónico y de los bicarbonatos, parece que no puede encontrarse en las aguas minerales bicarbonatadas, quedando en ellas la sílice en estado de libertad. Añadiremos que según la opinión de acreditados hidrólogos, el sulfuro de calcio que contienen las aguas llamadas secundarias ó accidentales depende de la descomposición del sulfato de cal bajo la influencia de materias orgánicas, que dexosidándole lo reducen á sulfuro.

La magnesia es otra de las bases térreas que también se halla con mucha frecuencia en las aguas minerales, pues esparcido este cuerpo en todos los terrenos, se concibe fácilmente que le tengan casi todas las aguas; y en algunas la magnesia constituye su base predominante, debiendo á ella sus propiedades terapéuticas. Con frecuencia va unida al cloruro de sodio, como sucede en las aguas de mar y en muchas fuentes saladas. A la manera de la cal, la magnesia existe en las aguas minerales en estado de bicarbonato soluble á favor del ácido carbónico en exceso; y en algunas se encuentra también en estado de fosfato magnésico, y aun de fosfato amoniacomagnésico. Puede hallarse en otras combinaciones, entre ellas la de nitrato, pero estas son más raras que las anteriores.

La alúmina, aunque en proporciones mínimas, se encuentra en algunas aguas que la toman de los silicatos dobles, de rocas disgregadas por el agua, y descompuestas por el vapor de las mismas, así como por los gases subterráneos; como sucede con los feldspatos tan abundantes en la naturaleza, y que pueden

considerarse como silicatos dobles de alúmina y de potasa, ó sosa, ó litina ó cal. Estos minerales pueden descomponerse y trasformarse en silicatos de alúmina y silicatos de potasa, solubles en el agua. Tambien las arcillas pueden suministrar este cuerpo, porque en ellas abunda mucho la alúmina; y algunos terrenos ofrecen esta sustancia á las aguas bajo la forma de sulfato, habiéndose indicado tambien en estado de carbonato y de fosfato, pero estas combinaciones son raras y en proporciones mínimas.

Despues de las bases alcalinas y térreas que llevamos mencionadas como las mas comunes, nos ocuparemos de las que pertenecen al grupo de los metales, y entre ellos figura en primer término el hierro, sustancia muy esparcida en el globo, y por lo tanto muy frecuente en las aguas minerales. *El hierro*, por su poca solubilidad, se halla siempre en escasas proporciones; mas como quiera que es un agente de bastante actividad terapéutica, dá á veces carácter á las aguas que le contienen. Puede existir en estado de sal de protóxido ó en el de sesquióxido, y hasta algunas veces se trasforma en ácido férrico y se combina con una base de su propia sustancia. Las aguas bicarbonatadas son en las que con mas frecuencia y en mayor proporcion se encuentran las sales de hierro, en razon á que el bicarbonato del protóxido de este metal adquiere solubilidad á favor de los bicarbonatos alcalinos y del ácido carbónico libre que hay en dichas aguas. En otras, que son cloruradas y que tambien contienen ácido carbónico y bicarbonatos alcalinos, puede haber un bicarbonato de hierro disuelto por los mismos procedimientos referidos anteriormente; no siendo admisible la existencia del cloruro de hierro, como se ha indicado en algunos análisis, porque al ponerse esta sal en presencia de un carbonato alcalino ó térreo, se produce un cloruro soluble y un carbonato férrico. Pero en las aguas donde en mayor cantidad se ha encontrado ha sido en algunas sulfatadas y muy ferruginosas, en las que se le supone en estado de sulfato doble de protóxido y de sesquióxido ó de óxido ferroso-férrico. En las sulfuradas es muy raro el hierro, y cuando existe es en

minimas proporciones, indicándosele en tales casos en el análisis hipotético bajo la forma de sulfuro, y también de bicarbonato. Además de las combinaciones de bicarbonato, sulfato y sulfuro, se encuentra en algunas aguas en estado de arseniato de hierro, de fosfato, y también en el de crenato y apocrenato, dos ácidos orgánicos que se forman al pasar las aguas por bancos de lignitos y de otras materias vegetales sepultadas en el suelo, y todavía no descompuestas totalmente.

El manganeso se ha descubierto en bastantes aguas, generalmente al lado del hierro, con el que tiene una grande analogía, tanto en propiedades físicas como en propiedades medicinales; pero no siempre van juntos, pues hay aguas ferruginosas sin manganeso, y otras manganesianas que no revelan el menor indicio de hierro. En los análisis está representado bajo la forma de bicarbonato de protóxido, de sulfuro, de cloruro y de sulfato; pero siempre en proporciones mínimas y comunemente imponderables, pudiendo hallarse también combinado, lo mismo que el hierro, con los ácidos crénico y apocrénico, formando crenatos y apocrenatos de manganeso.

El zinc se ha indicado en algunas aguas minerales en combinación salina; pero es sumamente rara su existencia en ellas, sin embargo de que este metal se halla mezclado con varios carbonatos de hierro y de cobre, y aun con el sulfuro de plomo en la separación de los terrenos secundarios y de transición, y más especialmente en las calcáreas magnesianas.

El cobre ha sido también señalado en un reducido número de aguas, por lo común juntamente con el hierro y con el arsénico; pero cuando existe en proporciones un tanto notables, no se tienen estas aguas por medicinales á causa de sus propiedades tóxicas.

El arsénico, considerado anteriormente como un metal, y tenido hoy como un metaloide, se encuentra en varias aguas minerales, siendo más común en las ferruginosas que en las de otra mineralización, y su estado parece ser el de sulfuro; pero no solo se ha descubierto en tales aguas, sino también en otras que no han dado indicio alguno de hierro, tales como algunas

sulfatadas, bicarbonatadas ó de otra mineralizacion; pero siempre en proporciones mínimas á causa de la poca solubilidad de este cuerpo. Se ha cuestionado mucho acerca de la combinacion en que ha de existir, habiéndose inscrito en los análisis como ácido arsenioso, ó bien como ácido arsénico, con las bases de sosa, de cal y de hierro, formando arseniatos de estas bases; siendo probable que muchas veces su estado primitivo sea un arseniato de hierro, y que en las operaciones analíticas se verifique una transformacion y aparezca con alguna otra base. De todos modos, es un mineralizador importante por su energia terapéutica, siendo de presumir que se mencione tan pocas veces en las aguas minerales de España por no haber sido muchas de ellas analizadas con bastante escrupulosidad; y quizás las virtudes que se atribuyen á otros cuerpos se deban á dosis imponderables de principios arsenicales.

Tales son los mineralizadores mas comunes de las aguas; y no mencionamos algunos otros como el *antimonio*, el *glucinio*, *cesio*, *selenio*, etc., porque muy rara vez se han encontrado, y cuando existen es en proporciones sumamente mínimas. Además se halla con frecuencia en las aguas materia orgánica en disolucion ó en suspension, que suelen depositarla en los conductos ó cañerías por donde pasan, y de cuya sustancia nos ocuparemos luego, manifestando antes, que considerando la totalidad de la mineralizacion de un agua, puede establecerse, segun lo hemos indicado en otro párrafo, que las cloruradas son las mas abundantes, por regla general, en principios mineralizadores, y lo mismo sucede con las sulfatadas, pues tanto en unas como en otras hay fuentes en las que llega á 20, 25 y á 30 gramos la cantidad de principios fijos en cada litro de agua. Entre las bicarbonatadas las hay escasamente mineralizadas, al paso que otras presentan casi tanta cantidad como las sulfatadas y cloruradas. Las ferruginosas son tambien por lo comun poco abundantes en las proporciones de sus mineralizadores; é igual sucede con las azoadas cuando deben á este principio sus propiedades terapéuticas, y es él por lo tanto quien las caracteriza, pues en este caso sus demas mineralizadores se hallan en pro-

porciones exiguas; mientras que si el nitrógeno no es quien dá carácter al agua, y debe esta sus virtudes á las otras sustancias, entonces la cantidad de mineralizacion será mayor y mas ó menos acentuada. Las sulfuradas sódicas no están tampoco mineralizadas de un modo notable, puesto que el residuo total de un litro suele ser de uno ó dos gramos; y las sulfuradas cálcicas son algo mas abundantes, siendo en ellas de dos á cuatro gramos la cantidad de principios fijos que en cada litro contienen.

Con respecto á las materias orgánicas que indicábamos antes, diremos que en nuestra opinion tienen mas importancia de la que generalmente se les concede, pues por lo comun no se hace mencion de ninguna virtud curativa en los Tratados de Hidrologia médica; siendo de esperar que cuando se estudien estas sustancias en su modo de obrar sobre el organismo, se descubran en ellas propiedades terapéuticas recomendables. Sus principios constitutivos son el carbono, el oxígeno, el hidrógeno, muchas veces tambien el ázoe, y algunas azufre y otros principios minerales; teniendo todas por carácter quimico mas saliente el reducir, en circunstancias determinadas, los sulfatos en sulfuros. Se encuentran en tres estados diferentes: en disolucion; bajo forma concreta, reputada anhistá, y con rasgos marcados de organizacion, ya vegetal, ya animal.

En la forma de disolucion es muy difícil reconocerlas en las aguas que las contienen, y ni aun el microscopio las descubre apenas en ocasiones, por su escasa proporcion y la gran cantidad de liquido que las disuelve. No es idéntica esta materia en todas las aguas; pero como no es posible aislarla siempre, pues ni el cloruro de oro, el tanino, ni otros reactivos, patentizan de ella otra cosa que la coloracion amarilla, parda ó negruzca, no se ha determinado sino hipotéticamente su composicion, lo mismo que su origen. Se la ha designado con multitud de nombres con arreglo á ideas preconcebidas, llamándola materia orgánica, organizada, azoada, albuminosa, animalizada, vegeto-animal, extractiva, gomosa, grasa, resiniforme, bituminosa, humus, glerina, baregina, como pudiera llamarse ledesmina, pan-

ticosina, etc., etc. Es indudable que el origen y la composición de esa materia orgánica será muy diferente en las aguas; pero como esto aun no está averiguado, son hipotéticos todos esos nombres; y algunos, como el de beregina, no expresan mas que la localidad de las aguas, que por haberla observado en las de Bareges, se le dió el nombre de baregina. Está admitido que las aguas que nacen de terrenos primitivos llevan una materia orgánica, tambien primitiva, que se forma en el mismo punto, al mismo tiempo y bajo las mismas acciones que ellas. Las aguas de terrenos secundarios ó terciarios contendrán una materia orgánica accidental, debida á la temperatura y á presión y á las reacciones entre los nitratos y compuestos amoniacales y los minerales de origen orgánico; ó bien por descomposición de cuerpos orgánicos sepultados en los terrenos que atraviesan.

Todas las aguas naturales, y especialmente las minerales, abandonan en su curso, despues de sufrir el contacto del aire, depósitos orgánicos, comunmente azoados, untuosos, glerosos, de color blanco grisáceo, gris verdoso, ó negruzco, de que se untan los cuerpos que se sumergen en ellas; se depositan en el fondo de los conductos, ó flotan en la superficie de las aguas en forma de magmas gelatinosas, de filamentos ó de películas de coloración diversa. Esta es la materia orgánica ya concreta, anhista, que constituye la transición desde la materia disuelta á la organizada, y aun algunos añaden que con el microscopio han visto células rudimentarias. Cuando tienen una coloración oscura, rojiza ó verde, es indicio casi cierto de que gozan un grado de organización. Tienen muy poca consistencia y se deshacen facilmente entre los dedos. En algunas parece que el azufre es un elemento inseparable de ellas.

Las materias organizadas pertenecen al grado mas infimo de la escala de los seres vivos, y la mayor parte son microscópicas. En muchos de estos cuerpos organizados de las aguas minerales se pueden apreciar sus caracteres para clasificarlos; pero en otros hay grandes dificultades, pues presentan signos dudosos, y los naturalistas los colocan indistintamente en el reino vegetal ó en el animal. Sin embargo, á favor del microscopio se han

podido clasificar bien el mayor número de estos cuerpos organizados.

En la série vegetal se enuuentra la clase de los Phiceos ó Algas sumergidas, comprendiendo los zoospermos, los florídeos, los phycoideos y diacomáceos. Se ha dado, y se dá, comunmente el nombre de confervas, á todo vegetal de las aguas minerales, y de sulfararias á las algas de las aguas sulfurosas; pero las confervas no son mas que un género de una tribu, y es más exacto llamar, como queda dicho, *Alga* ó *Phyceæ*.

Poco tiempo despues de separadas del agua en donde se forman las materias orgánicas concretas, organizadas ó no, y puestas en contacto con el aire atmosférico, se alteran y desprenden un olor fétido, sobre todo si son azoadas ó sulfuradas. Son insolubles en el agua, en el alcohol y en el éter. Los álcalis cáusticos separan de ellas la celulosa insoluble, disolviendo la albumina vegetal y algunos de los principios minerales que contienen. Los ácidos minerales y el acético se conducen de la misma manera. Calentadas á una temperatura elevada, desprenden agua, despues productos empireumáticos é hidrocarbonados, carbonato y cianhydrato de amoniaco, dejando carbono entre el residuo. La materia orgánica tiene la singular propiedad de fijar el iodo y otros elementos mineralizadores de las aguas.

En la serie animal encontramos, ademas de varios animales que viven en las aguas y que no pueden en rigor clasificarse en la materia orgánica de que nos ocupamos, una multitud de seres microscòpicos en medio de las Algas, cuya organizacion, y á veces hasta su individualidad, no se determinan bien; pero sin embargo, su animalidad es tan real como la de los animales mas perfectos. Estos seres están comprendidos en las clases de los *gusanos nematoideos* y de los *infusorios*.

Si la historia natural de las materias orgánicas de las aguas minerales reclama todavia numerosos estudios, su parte terapéutica está aun mas atrasada, como he indicado antes, pues no se sabe que papel desempeñan en las acciones terapéuticas, ni que propiedades curativas puedan tener despues de separadas de las aguas. Unicamente se ha dicho de ellas que comunican

propiedades sedativas á las aguas que las contienen, mas bien por simple contacto que por acciones fisiológicas; y en efecto, se observa que en igualdad de circunstancias calman más pronto la excitacion y prurito que acompaña á las enfermedades de la piel. Las materias orgánicas aisladas de las aguas se emplean como medios resolutivos en infartos y tumores, friccionando con ellas las partes afectas, y tambien en las úlceras y en las erupciones herpéticas para mitigar el dolor y el prurito.

Tambien se aconsejan las procedentes de algunas aguas en fracturas antiguas y en rigideces y contracturas de los miembros. Se emplean en algunas localidades tal como se extraen de las aguas, ó bien se mezclan á un escipiente para darles la forma de ungüentos ó pomadas, y hasta se ha propuesto emplearlas al interior en forma de pildoras; pero no hay pruebas fisiológicas ni clinicas de que tengan racionales y útiles aplicaciones, usadas al interior, aun cuando es presumible que estudiadas con detenimiento se descubriesen en ellas importantes virtudes terapéuticas.

IV.

Leyes que rigen la mineralizacion, termalidad y origen de las aguas minerales.—Terrenos donde se forman las varias clases de ellas; caminos que recorren y capas de su emergencia; causas de su movimiento y de su curso, así como de su mineralizacion y temperatura.—Las aguas minerales y algunas variedades de su materia orgánica son una reminiscencia de grandes fenómenos de lejanas épocas geológicas y de la primera aparicion de la vida.—Importancia de los volcanes y de los temblores de tierra.—Del calórico natural y del artificial de las aguas minerales.

Si despues de este estudio en detalle acerca de la mineralizacion de las aguas, queremos elevarnos á las leyes que la rigen, así como á su termalidad ó á la temperatura propia

de cada una de ellas, advertiremos las íntimas relaciones que guardan con los terrenos en donde nacen y por los que corren hasta su punto de salida.

Unas están á manera de depósitos que concuerdan con la estratificación de los terrenos subyacentes, é indican con bastante exactitud las capas de sustancias minerales. Otras, comunmente frías, vienen de arriba abajo; y por último, las calientes y dotadas de un movimiento ascensional, salen de verdaderos filones metálicos ó minerales. Las aguas son, pues, ó de temperatura propia, termales y con emisión ascensional, ó sin temperatura propia, procedentes de la acción inmediata de las filtraciones superficiales de los terrenos que atraviesan. Las aguas calientes, que son las mas importantes, han debido formarse con su propio impulso caminos de salida por los puntos de menor resistencia, por las fallas, por las quebraduras de la retracción de las rocas eruptivas, por los límites separativos de terrenos pertenecientes á distintas formaciones, etc. Estas aguas nacen, con escepciones raras, en países montañosos, y son tanto mas frecuentes cuanto mas han salido á la superficie las formaciones cristalinas y eruptivas, guardando tambien relacion su frecuencia ó su número con la abundancia y la diversidad de las rocas ígneas. Si se estudia en su conjunto una cadena de montañas rica de aguas minerales, se advertirá que los puntos de emergencia de estas aguas tienden á agruparse paralelamente al eje ó á los ejes del levantamiento. Este fenómeno se manifiesta todavia mas palpablemente cuando estos se aproximan á las líneas de erupcion de rocas plutónicas. Ademas se nota que comunmente están colocadas en los límites de la roca cristalina á la que se refiere la formación de la cadena, y á los sitios de aparición de las eruptivas, así como á los ejes de las fracturas; y guardan relaciones íntimas con la edad relativa y la naturaleza de dichas rocas. Así, por ejemplo, las aguas de los Pirineos se relacionan con el granito y con los pórfidos; las acidulas con los límites de masas graníticas y volcánicas; algunas salinas con porfidos que se han brotado en formaciones secundarias; muchas sulfurosas sódicas forman una línea al

rededor de una masa granítica, ó cerca de las pegmatitas, de la amfibola, del petrosilex, etc.

El agregado mineral de estas aguas varía las mas veces con la edad y la naturaleza de las rocas con quienes se encuentran en relaciones de posicion; y los puntos de salida estarán en los de menor resistencia, como ya queda dicho. Algunas veces el camino de un agua mineral se encuentra cortado por grandes depósitos de aguas procedentes de terrenos estratificados que aquella recorre, pues las rocas eruptivas suelen estar atravesadas y recubiertas por capas de terrenos terciarios, de los cuales algunos son permeables y dan origen á esos depósitos de aguas; pero este caso no es frecuente.

Las aguas frias y que no tienen temperatura propia, reconocen otro origen; y aun cuando suelen nacer en las llanuras, tambien se hallan en las montañas. Nacen de arriba abajo, como las aguas comunes y potables. Las de lluvia contienen oxígeno, ázoe y ácido carbónico, y al penetrar en los terrenos ejercen una accion disolvente, tanto mas activa cuanto mayor es la presion á que están sometidas. Estas aguas se mineralizan por la accion disolvente de las filtraciones, como sucede con los carbonatos calcáreos que se hallan en las formaciones terciarias, los cloruros de sódio y los ioduros y bromuros de los terrenos del trias, de margas irisadas, de terrenos metamórficos, de los oofitos, etc. Las reacciones dan origen ademas á otros mineralizadores. Muchas aguas sulfurosas frias resultan de la accion reductiva de materias orgánicas sobre los sulfatos calcáreos; y algunas ferruginosas tienen un ácido orgánico procedente de varias plantas, segun digimos en otro lugar.

Ademas de los dos grupos de aguas de que acabamos de hablar, hay otro que comprende las que podremos llamar artesianas, y que son depósitos alimentados por aguas de parajes elevados, llegando á un terreno impermeable, y se buscan su salida por otro lado para tomar su nivel, saliendo al traves de los terrenos estratificados. Así es que, aun cuando nacen de abajo arriba, provienen antes de arriba abajo, y su movi-

miento ascensional no es sino el resultado de la ley del equilibrio de los líquidos, así como su temperatura y sus mineralizadores lo deben á los terrenos que atraviesan.

Así, pues, las aguas minerales mas importantes, bajo el punto de vista geológico, son las que resultan directamente de trabajos plutónicos subterráneos, arrojadas á la superficie como las demas erupciones volcánicas, ó como efecto mediato de filtraciones subterráneas y submarinas; cuyas aguas, llegando á una gran profundidad, vuelven á subir, primero en estado de vapor, y despues en estado líquido, bajo la influencia de una temperatura elevada y de una presión inmensa. Estas filtraciones subterráneas ó submarinas, convertidas en aguas minerales, no se elevan á causa de la tendencia á buscar su nivel, como sucede en las aguas artesianas. Su evaporación prévia, las reacciones múltiples que se operan, la elevadísima temperatura de los terrenos en donde estos fenómenos se realizan, la presión colosal que se ejerce sobre el agua en esos sitios, la fuerza expansiva de los gases que en ellos encuentran; todo esto da razón del movimiento ascensional del agua, de su temperatura y de su mineralización. Las profundidades de donde provienen son muy considerables, como lo prueba la influencia que sobre ellas ejercen los temblores de tierra, aun los que acontecen á largas distancias, no obstante que los terrenos superficiales que rodean á las aguas no hayan acusado movimiento alguno, producido por un temblor de tierra lejano; así como tambien la simultaneidad de esa influencia se hace sentir en las fuentes similares de toda ó de una gran parte de una cadena de montañas en la que se ha reflejado el movimiento del temblor de tierra ocurrido en sitios lejanos. Las aguas de este origen están, como se ve, ligadas á las rocas plutónicas ó volcánicas; deben considerarse como erupciones de esta naturaleza, y ellas han debido en los primeros periodos geológicos del globo desempeñar un papel muy importante, tanto como vehiculo para algunos minerales, como para la primera formación de la materia orgánica, cuya aparición y la de los seres vivos no pudo menos de ser espontánea en aquellas edades y en medio de

condiciones del globo que no se han repetido, y de los cuales fenómenos son un remedo las aguas minerales calientes, recordándonos los grandiosos sucesos de aquellas épocas genésicas, hasta en la formación espontánea de las variedades de materia orgánica y de seres vivos, reminiscencia de lo que pasaba en el globo cuando el dinamismo generador se ensayaba en la producción de la vida vegetal y animal sobre este planeta.

La influencia de los temblores de tierra en las aguas se ejerce sobre la temperatura, aumentándola ó disminuyéndola, pero momentáneamente. Este fenómeno rara vez se prolonga más de tres días. A veces hay también aumento momentáneo en el caudal de agua, y arrastran depósitos limosos orgánicos y térreos, cuya naturaleza varía con la composición de aquella. Estos depósitos suelen ir acompañados de emisiones de gases en abundancia. Los fenómenos referidos se manifiestan con más fuerza en la fuente más importante y más caracterizada por su abundancia y mayor temperatura, entre las de un mismo grupo.

Esas relaciones entre las aguas minerales y los volcanes, se encuentran lo mismo con los activos que con los ya extinguidos; pero el mayor número de aquellas corresponde hacia las bases de los grupos y en las inmediaciones de las recientes rocas volcánicas de erupción moderna. Los volcanes arrojan, como se sabe, lavas, cenizas, lodos, agua en vapor y líquida, ázoe, aire, hidrógeno, ácido carbónico, azufre, selenio, ácidos clorhídrico, sulfuroso, sulfhídrico, potasa, sosa, hierro, cobre, sulfatos alcalinos y térreos, fosfatos, etc., etc.; cuyo conjunto se resume en los diez y nueve cuerpos simples siguientes: potasio, sodio, calcio, aluminio, manganeso, hierro, cobre, titanio, hidrógeno, sílice, carbono, boro, fósforo, ázoe, azufre, oxígeno, cloro y fluor. Si á estos cuerpos simples se añaden el bario, el litio, el estroncio, el arsénico, el cesio, el selenio, el bromo y el yodo, se tendrán todos los cuerpos elementales que se encuentran en las aguas minerales, por variada que sea la composición de ellas; lo cual justifica las relaciones de posición y de origen con los volcanes y las rocas de erupción. Los cuer-

pos que pueden estar en las aguas, y no lo están en las erupciones volcánicas, proceden de las relaciones con otros terrenos inmediatos, pero congéneres á las erupciones; y siempre dichas aguas serán los últimos efectos de cataclismos antiguos habidos en el globo.

Como quiera que los volcanes no son otra cosa que un producto del calor central del globo y de su estado de incandescencia interior, resulta que de todas las hipótesis inventadas para explicar la termalidad de las aguas, ésta es la que tiene mayores razones, y en la actualidad es la opinion casi unánime sobre este particular. Los adelantos de la geología y de la ciencia astronómica han venido á demostrar que nuestro globo, como hemos consignado en la primera parte de esta obra, empezó como todos los cuerpos celestes, siendo una masa de fluido ó de éter cósmico, que, lanzado en el espacio, se ha ido enfriando por capas, y que la costra sólida únicamente tiene un espesor de unas veinte leguas, permaneciendo todo lo demás en estado ígneo, y de cuyo fuego central se han originado, por su empuje, los diez y nueve levantamientos de terrenos que emergieron las tierras de las aguas que las cubrían, dando origen á las cadenas de montañas, y cuyas últimas sacudidas han trazado los actuales continentes, quedando como vestigios de esos cataclismos los volcanes y las aguas minerales calientes.

Cuando se penetra en las capas de los terrenos, aumenta el calor un grado por cada 30 ó 40 metros de profundidad, y á los 3.000 poco mas ó menos, se encontrará la temperatura del agua hirviendo. Por manera que cuanto mas caliente salga un agua, tanto mas profundo está su origen ó el sitio de su formacion. Todas las pruebas, pues, están en favor de sus relaciones con las rocas volcánicas y de erupción, y de su origen comun; alimentándose con filtraciones subterráneas ó submarinas, que se evaporan primero y se mineralizan á favor del calor elevado de los terrenos profundos, de los gases y de las reacciones que se operan entre las aguas y los minerales á impulsos de la electricidad y del calórico, llegando á la superficie por un movimiento ascensional propio, muy diferente del que tienen las aguas arte-

sianas, las cuales, suben para buscar su nivel; y distintas tambien, en su mineralizacion y en su curso, de las frias procedentes de las filtraciones superficiales, que vienen de arriba abajo, y toman de los terrenos por donde pasan los elementos que contienen.

Se ha suscitado la cuestion de si el calor de las aguas minerales era el mismo que el que se puede comunicar artificialmente á cualquier agua. No hay mas que un calórico, se ha dicho, y por lo tanto en nada se diferencia el calor de las aguas minerales del comun y ordinario que se comunica artificialmente, lo cual es una verdad indiscutible. Pero la cuestion no debe plantearse de este modo, sino preguntando si el calórico se combina de una manera distinta en las aguas naturales, de tal modo que produzca acciones fisiológicas diferentes; y todas las observaciones comprueban que así es en efecto, y que el calórico del globo imprime á las aguas propiedades fisiológicas y terapéuticas que no adquieren con la calefaccion artificial. Las aguas termales naturales se soportan en baño y en bebida á un grado superior á las calentadas artificialmente. El agua mineral que tenga de 30.° á 40.° no causa sensacion desagradable, y la misma temperatura de un agua calentada produce una sensacion molesta. La de Ledesma tiene en el estanque 50.°, y los enfermos se bañan y la beben sin desagrado, cuando esa temperatura seria insupportable si se tratara de una artificialmente calentada.

Aun cuando el calor es uno de los elementos mas importantes de las aguas, y muchas deben sus propiedades á la temperatura que gozan, esa importancia, como la de la mineralizacion, es relativa, pues no todas las enfermedades requieren aguas muy calientes ni muy mineralizadas; y las tibias, frescas ó frias, como las poco mineralizadas y las muy débiles, tienen igualmente sus indicaciones en las enfermedades del dominio de la terapéutica hidrológica.

Como hemos dicho antes en otros párrafos, la temperatura de las aguas está en razon de la naturaleza y de la profundidad del terreno de donde nacen. Algunas, sin embargo, pueden dar

tales rodeos, que apesar de ser calientes en su origen, salgan solamente templadas y aun frias, sin dejar por eso de pertenecer á las que se forman en terrenos profundos y volcánicos. Mas estos casos son raros, y lo comun es que las aguas frias procedan, y realmente en ellos es donde se encuentran, de los terrenos de sedimentos superiores; y las que nacen con poca temperatura, aunque no frias del todo, en los de sedimentos medios ó inferiores, y aun de los terrenos de transicion y volcánicos antiguos, teniendo su punto de partida en los de sedimento superior, mineralizandose por lixiviacion al atravesar várias capas en su descenso hasta llegar á la superficie en donde brotan.

Aun cuando las aguas calientes no varian de temperatura en todo el año por regla general, suele suceder á veces que algunas causas accidentales las puedan modificar por varios dias, ó bien ocurrir algun fenómeno interior que las modifique, ya en mas, ya en menos, y que varien de temperatura en alguna época ó dias del año, ó bien con el largo transcurso del tiempo. Por esta razon conviene examinarlas bastantes veces, valiéndose de buenos termómetros de mercurio, introduciendo todo el instrumento en el agua, y leyendo la cifra que marque ántes de sacarlo de ella; y cuando las fuentes sean poco accesibles para esta operacion se emplean los termómetros de Rutherford ó de Valfar-den, muy á propósito para estos casos.

Tales son las nociones mas generales y muy en compendio que hemos creido deber anotar sobre la curiosa cuestion del origen de las aguas minerales, su mineralizacion y su termalidad.

CAPÍTULO II.

Análisis de las aguas minerales.—Procedimientos antiguos y modernos.—Reactivos para determinar y dosar varios cuerpos.—Análisis cualitativo, cuantitativo y sistemático.—Cuerpos mas frecuentes en las aguas y reactivos principales para descubrirlos.—Sulfhidrometría y algunas otras operaciones analíticas.

No es mi objeto ocuparme de los procedimientos de análisis de las aguas minerales, porque daría á esta obra demasiada estension, y por lo tanto remito á mis lectores á los Tratados especiales, como el de O. Henry, Lefort y otros, limitándome á emitir algunas ligeras ideas sobre este asunto, que sirvan como de recuerdo de lo que se haya estudiado en las obras de análisis química. Por mucho tiempo esta parte de la hidrología médica estuvo limitada á suposiciones; pero en nuestros dias ha llegado á un alto grado de perfeccion. Cuando la química se hallaba poco adelantada, se determinaba la naturaleza de las aguas, de los gases y de las sales á favor de algunos especiales reactivos, y despues se concentraba el agua hasta sequedad, tratando el residuo por el agua destilada, fria ó caliente, el alcohol y los ácidos débiles. Las soluciones que de aqui resultaban se filtraban y evaporaban hasta la cristalización. Los cristales así obtenidos se reconocian por medio del microscopio, ó sin su auxilio si la cantidad era considerable. Las sales que por este medio se obtenian eran comunmente el sulfato ó el carbonato de sosa, y los cloruros de sódio y de magnesio. La parte insoluble que resultaba tambien de la concentracion, se la consideraba como carbonato de cal ó de magnesia y sulfato de cal, segun que los ácidos débiles desprendian de ella ácido carbónico

y la disolvian en parte ó en totalidad. El ácido sulfhídrico se reconocia por medio de los metales y de sus sales (plata, mercurio, plomo), y el ácido carbónico por el agua de cal.

Si se revisan los análisis del siglo último, y de la mayor parte del actual, se observará que, á excepcion de la cantidad, todos los mineralizadores están representados con corta diferencia de la misma manera, sin haber tenido en cuenta los gases libres disueltos en las aguas ó arrastrados por su movimiento ascensional.

Semejante método no podia menos de ser defectuoso, pues además de que era difícil precisar la proporción exacta de las sales separadas por la cristalización, algunas de ellas podían producir combinaciones dobles, y no era posible conocer la manera cómo los ácidos y las bases estaban combinados primitivamente en el agua. Por otra parte, la acción del calor sobre una disolución de muchas sales, como se hacia con las de las aguas, tienen por efecto invertir el orden de combinación de varios ácidos y de óxidos, de tal modo, que conteniendo un agua en su origen sulfato de magnesia y cloruro de sodio, puede dar, si se la somete á la acción del calor, sulfato de sosa y cloruro de magnesio. Los perfeccionamientos introducidos en la química se han extendido á las aguas minerales, y hoy se separan con mucha distinción y se determina con mas exactitud la mineralización de ellas. Al método de concentrar y disolver ha sustituido el de dosar los ácidos y los óxidos á favor de agentes de una seguridad esperimentada. Así, por ejemplo, la barita unida al amoníaco, sirve para dosar el ácido carbónico libre y combinado; el cloruro de bario para el ácido sulfúrico; el nitrato ácido de plata para el cloro; el oxalato de amoníaco para la cal; el fosfato de sosa amoniacal para la magnesia; el nitrato de plata amoniacal y la solución de iodo para el azufre y el ácido sulfhídrico; el amoníaco cáustico para el hierro; el succinato de amoníaco para el manganeso; el sulfhidrato de amoníaco para la alúmina; el cloruro de platino para la potasa; el fósforo y los ácidos gálico y pirogálico para separar el oxígeno del azoe; el almidón, el agua de cloro y el éter reunidos para descubrir y

aun dosar el iodo y el bromo. El aparato de Marsh y el de Priestley y la lámina de cristal de roca son de grande importancia para reconocer el arsénico, el aire atmosférico y el ácido fluorhídrico.

Todo análisis de agua se compone de tres partes distintas: *primera*, Análisis cualitativo; *segunda*, Análisis cuantitativo; *tercera*, Análisis sistemático ó hipotético. Diremos además que para que el análisis ofrezca garantías es necesario que se haya hecho al pié de los mismos manantiales. Solamente de este modo es como se pueden apreciar la naturaleza del terreno, la temperatura del agua, tanto en el nacimiento ó punto donde brota, como en los conductos y á su salida de ellos, los gases que se desprenden, los depósitos espontáneos que las aguas abandonan, todo lo cual es interesante para el conocimiento de su naturaleza química.

El análisis cualitativo tiene por objeto conocer las propiedades físicas del agua, esto es, su color, su olor, su sabor, su limpidez; después de lo cual se emplean los papeles reactivos; y además sus mineralizadores con los reactivos convenientes. Las aguas sulfuradas se someten á la sulfhydrometría, y se reconocen con reactivos especiales de una manera muy aproximada los principios constitutivos de ellas.

El análisis cuantitativo tiene por objeto conocer la cantidad exacta de cada uno de los principios constitutivos, formando con ellos combinaciones insolubles, que permiten pesarlas, exceptuándose la sílice, que se dosa siempre en estado libre. Cuando se han apreciado el número y la naturaleza de los ácidos, de los óxidos y de los cuerpos simples, separados del modo que queda indicado, se procede al análisis sistemático.

Como la química no posee datos bastante ciertos para reconocer de una manera exacta el estado en que están todos los ácidos, óxidos y cuerpos simples contenidos primitivamente en las aguas, se ha imaginado convertirlos por el cálculo en combinaciones salinas solubles, según sus números proporcionales y las propiedades físicas del agua. Como se ve, el análisis es, según su nombre indica, nada más que hipotético; pues, á pesar de los

adelantos de la química, todavía falta mucho para que á favor de ella podamos saber con exactitud cómo están combinados los cuerpos en las aguas minerales, y la proporcion de todos sus mineralizadores. Sin embargo, los análisis modernos se aproximan bastante á la verdad, sobre todo en algunas aguas cuya naturaleza química permite mayor exactitud en los cálculos; mas cuando se trata de mineralizadores que están en pequeña cantidad, ya hay mas dificultades, porque no se puede hacer otra cosa que clasificar los ácidos y las bases, segun las mayores probabilidades de las combinaciones á que pueden dar lugar cuando están en presencia unos de otros, y teniendo en cuenta la solubilidad de dichas combinaciones. Primero se empieza calculando las bases térreas, como la cal, la magnesia, la estronciana, etc.; en seguida los óxidos de hierro y de manganeso, y se termina por las bases alcalinas, potasa y sosa.

En el análisis de toda agua mineral se debe indicar, ántes de exponer el análisis definitivo, la suma de los principios constitutivos encontrados, y la cantidad en que se ha obtenido cada uno de ellos, tomando por unidad un litro del agua mineral que se analiza. Por este medio se reconocerá si ha sufrido algunas variaciones en su composicion, ya por el tiempo transcurrido desde que se hiciera el último análisis, ya por trabajos que se hayan practicado en los manantiales, ó por filtraciones que hayan ocurrido de otras aguas inmediatas. Es ademas importante proceder así, porque si no se consignan individualmente los elementos y sus proporciones, no se puede saber la cantidad de cada uno; cosa muy necesaria bajo el punto de vista terapéutico, y tambien es útil por si se quiere comprobar la exactitud en el análisis.

Los principales reactivos para descubrir los cuerpos que mas comunmente mineralizan las aguas son los siguientes, con los que se determinan los que vamos á indicar.

Oxígeno. Calentada el agua en un frasco para que pasen los gases por un tubo de comunicacion á la campana que ha de recogerlos, se introduce en ella un trozo de fósforo, que se sostiene con un alambre; viéndose en la oscuridad que se cubre de

vapores blancos luminosos, si hay oxígeno en la campana. Cuando ya no se forman vapores, se saca el fósforo y se anota el volumen de gas que queda, para deducir el que habia de oxígeno. Tambien se emplea una lámina de hierro ó cobre molidas en ácido sulfúrico; se introduce en la campana y se absorve el oxígeno. Igualmente se verifica este fenómeno con una mezcla de potasa y de protosulfato de hierro, ó el empleo del ácido pirogálico con una adición de potasa, á favor de lo cual se colora dicho ácido en moreno casi negro á los pocos minutos de estar en contacto con el oxígeno.

ÁZOE. Si este gas está en la mezcla que se analiza, quedará intacto con los procedimientos anteriores, y se descubre por sus caracteres negativos de ser incoloro, inodoro, indiferente á los papeles reactivos, y no ser absorbido por la sosa ni la potasa; no arde, apaga los cuerpos en ignicion y mata los animales que se sumergen en él.

Puede estar el ázoe en las aguas en estado de ácido azótico, formando nitratos ó azotatos, que se conocen por las reacciones siguientes. Dan vapores rutilantes cuando se los pone en contacto con una lámina de cobre ó plomo y el ácido sulfúrico; presentan un color rojo de sangre cuando se los mezcla con morfina ó brucina y un poco de ácido sulfúrico; un color de rosa con una mezcla de sulfato ferroso y ácido sulfúrico muy puro. Este es un reactivo muy sensible. Los azotatos descompuestos por el ácido sulfúrico desprenden el ácido nítrico naciente, que colora en amarillo las materias orgánicas, como la seda ó una pluma, y decolora el sulfato de indigo.

HIDRÓGENO. Este gas está en algunas aguas en forma de hidrógeno carbonado, que es incoloro, sin olor, indiferente á los papeles reactivos, no absorbible por la potasa, inflamable y que arde con llama blanca ó azulada bastante viva. El cloro, puesto en contacto con él en la oscuridad, lo absorbe lentamente. Si se mezcla con un volumen conocido de oxígeno, y se hace pasar por la campana una chispa eléctrica, ó se los pone en contacto de la esponja de platina, se trasformará en agua y en ácido carbónico.

CARBONO Y SUS COMPUESTOS. Se halla en las aguas en forma de ácido carbónico libre ó en la de carbonatos. *El gas ácido carbónico* es incoloro, de sabor picante, enrojece los colores azules vegetales, apaga los cuerpos en ignición, y mata los animales que se sumergen en él para que lo respiren. Vuelve blancuecinas las aguas de cal y de barita. Todas las soluciones salinas metálicas precipitan el ácido carbónico, á excepcion de las que tienen por base la potasa, la sosa, la litina, y el amoniaco, que forman con él carbonatos solubles.

Los carbonatos se encuentran en casi todas las aguas, y su carácter distintivo es, que cuando se los trata por un ácido, producen efervescencia, desprendiéndose el gas ácido carbónico, que lo desaloja el ácido que se ha añadido al agua. Si los carbonatos son solubles en las aguas dan precipitados blancos con las disoluciones de cloruro de calcio, de nitrato de cal y de magnesia; precipitados que se descomponen con efervescencia por los ácidos sin desprender olor alguno. Los bicarbonatos producen igualmente efervescencia por los ácidos, y por la ebullicion pueden enturbiarse al pasar al estado de sales neutras insolubles ó ménos solubles, como sucede con los de cal, magnesia, hierro, estronciana y otros. Si sus bases son alcalinas no precipitan en frio por las sales magnesianas solubles, pero sí por las de barita ó de cal con desprendimiento de gas carbónico, y el calor no las enturbia.

BORO. Este cuerpo se halla alguna vez en las aguas en forma de ácido bórico ó de boratos, especialmente en las aguas madres de ciertas salinas. Colora en moreno rojizo el amarillo de cúrcuma; y fundado en esto, M. Barruel ha empleado el siguiente procedimiento. Se coloca en una lámina de porcelana tintura de cúrcuma, se vierte sobre ella una gota del líquido en quien se sospecha la presencia del ácido bórico, y al cual se han añadido antes algunas gotas de ácido clorhídrico; enseguida el ácido bórico presenta en la lámina de porcelana una aureola rosada con una mancha violada en el centro. Los boratos, tratados en caliente por el ácido fluorhídrico y el ácido sulfúrico, dan un fluoruro de boro, que se conoce por los

humos blancos, y porque en presencia del agua ofrecen el ácido bórico y el hidroflobórico.

SÍLICE. El ácido silícico queda en forma de un polvo blanco en el residuo de la evaporacion de un agua mineral que lo contenga. Calcinado con dos partes de potasa cáustica ó de sosa, produce un vidrio soluble, que los ácidos descomponen en una masa gelatinosa, sobre todo cuando se concentra la mezcla. El ácido silícico calcinado es insoluble en los ácidos, á excepcion del fluorhidrico, con el cual forma un ácido fluosilícico, que se conoce por su avidéz por el agua y sus abundantes humos blancos. Los silicatos solubles, tratados con una solucion bien trasparente por una ligera cantidad de ácido sulfúrico, enturbian un poco el liquido, y mirado al trasluz se ven multitud de láminas brillantes que nadan, y se van lentamente precipitando, las que recogidas luégo, tienen los caracteres del ácido silícico. Los silicatos solubles no son más que los de potasa y sosa.

CLORO. Rara vez está el cloro puro en las aguas minerales; pero casi todas le tienen en forma de cloruros. Las que contengan cloro serán agrias y enrojecerán las tinturas vegetales, produciendo con las sales de plata un precipitado blanco como de coágulo, que se ennegrece á la luz, muy soluble en el amoniaco, é insoluble en todos los ácidos. Estos son tambien los caracteres de los cloruros en contacto con las sales de plata; el nitrato, por ejemplo. Tratados estos por las sales de protóxido de mercurio dan un precipitado blanco insoluble, que es un protocloruro de mercurio. Mezclados con el peróxido de manganeso y el ácido sulfúrico diluido, y calentados, producen un gas amarillo sofocante, que decolora las tinturas vegetales, y que es el cloro. Calentados con el ácido sulfúrico solo, desprenden el ácido clorhídrico. Con el cromato de potasa seco y el ácido sulfúrico dan vapores rojos oscuros de ácido clorocrómico, que se disuelve en el amoniaco, dando una coloracion amarilla. Este es un buen carácter para distinguir los cloruros de los ioduros y los bromuros.

BROMO. Se encuentra en forma de bromuros en algunas

aguas. Tratados por el ácido nítrico ó sulfuroso, dan al líquido un color amarillo bien pronunciado, y desprenden bromo, que se conoce por su olor aromático y como azafranado. Lo mismo sucede cuando se calientan con una mezcla de ácido sulfúrico y de peróxido de manganeso. Mezclados los bromuros con el nitrato ácido de plata, dan un precipitado coaguloso, de un blanco ligeramente amarillo, que se hace violado, y despues ennegrece al contacto de la luz, insoluble en el ácido azótico, que el amoniaco disuelve, pero menos completamente que los precipitados de plata obtenidos en los cloruros. El bromuro de plata del precipitado es muy soluble en el cianuro de potasio y en el hiposulfito de sosa. Los bromuros tratados por el cloro gaseoso desprenden vapores rutilantes ó amarillentos de bromo, de un olor muy fuerte, que coloran en amarillo el almidon, y se disuelven en el éter sulfúrico, en el cloroformo y en el sulfuro de carbono, comunicándoles un color anaranjado.

Iodo. En las aguas minerales suele encontrarse en estado de ioduros, cuyos compuestos son solubles en el agua y en el alcohol, y fáciles de reconocer por varios procedimientos. Mezclados con una solución acuosa y reciente de almidon, producen un color azul violado, rosado ó de lila, por la adición del cloro ó de un hipoclorito, del ácido azótico, ó mejor del hypozótico, ó de este y del sulfúrico reunidos, ó del hypermanganato de potasa, y aun de un ácido débil. Otro procedimiento consiste en descomponer los ioduros por una solución de azotato ácido de plata, que da lugar á un precipitado abundante, coaguloso y amarillento, que ennegrece por el contacto de la luz, insoluble en el ácido azótico y apenas soluble en el amoniaco. Tambien se descubren mezclándolos al peróxido de manganeso y al ácido sulfúrico diluido y calentándolos despues; con lo cual desprenden vapores de un hermoso color violado, que recogidos y condensados, cristalizan en pequeñas láminas grises, que el alcohol disuelve fácilmente, produciendo un líquido moreno, que á su vez convierte en azul una disolución reciente de almidon. Tambien precipitan los ioduros en amarillo por las soluciones salinas de plomo, en verde por las protosales de mercurio, en ro-

jo por las deutosaes de este metal, y en blanco sucio por las sales de cobre solubles. Cuando el iodo se ha puesto en libertad por algunos de los reactivos precedentes, dá un tinte rosado con el sulfuro de carbono, con el cloroformo ó con la bencina. Esta última distingue el iodo del bromo y del cloro, porque con estos dos últimos no presenta coloracion.

FÓSFORO. Se encuentra en las aguas minerales en estado de fosfatos que se descubren con los siguientes reactivos. Con el azotato de plata dan un precipitado amarillo, soluble en un exceso del reactivo y en el amoniaco; pero cuando los fosfatos han sido calcinados, el depósito que se obtiene es blanco, porque entonces se produce un pyro ó un metafosfato de plata. Los fosfatos son mas ó menos solubles en algunos ácidos diluidos, y sus soluciones precipitan en copos blancos por el agua de cal ó la de barita. Con el azotado de urano se obtiene un fosfato casi insoluble, lo cual es muy ventajoso para dosar el ácido fosfórico. Con las persales de hierro se provoca un precipitado amarillo, soluble en el ácido clorhídrico, en el amoniaco y en un exceso del reactivo. El molybdato de amoniaco dá con los fosfatos una coloracion amarilla verdosa, y luego un precipitado amarillo, sobre todo cuando los liquidos están muy diluidos.

ARSÉNICO. Cuando se presume la presencia del arsénico en los residuos de la evaporación de un agua mineral, ó en los depósitos que éstas dejan en las cañerías, se tratan esos depósitos al fuego por el ácido sulfúrico muy puro, con el objeto de destruir las materias orgánicas, y sin elevar mucho el calor para no volatilizar el arsénico. Se lava el residuo con agua pura caliente, se filtra y se introduce progresivamente el liquido claro en un aparato de hidrógeno puro; y el gas hidrógeno arsenicado que se seca en el tubo encorvado, se calienta é inflama en el de salida, recibéndolo en láminas frias de porcelana, en las que se forman las manchas negras brillantes de arsénico, en forma de un anillo gris de acero, cuyas manchas desaparecen por el hypoclorito de sosa, y tratadas por el ácido azótico puro y evaporadas hasta sequedad, se determina un precipitado rojo de ladrillo á favor del azotato de plata, cuyo precipitado dá, si se quema, olor de ajos.

El anillo arsenical que se ha obtenido puede calentarse en un tubo abierto, y no tarda en suministrar vapores blancos volátiles, que disueltos en agua caliente y mezclados con el ácido sulfhídrico, se cambian en un sulfuro amarillo de arsénico, soluble en el amoniaco. Con los arseniatos solubles, el sulfato de cobre dá un precipitado azul verdoso de arseniato de cobre.

AZUFRE Y SUS COMPUESTOS. Se encuentra en muchas aguas en estado de *sulfuros*, los cuales dan precipitados con diversas soluciones metálicas. Con las de plata, bismuto, cobre, y protosales de hierro, dan precipitados negros; con la de zinc, blancos; con las sales solubles de manganeso, precipitados de color de carne; con las disoluciones de antimonio, amarillo anaranjado; con el ácido arsenioso disuelto, y la adición de un ácido, amarillo. El ioduro de almidon se decolora por la acción de los sulfuros.

El azufre está también en las aguas minerales en estado de *gas sulfhídrico*. Expuesto este gas á la acción del aire ó del cloro, se descompone, dejando precipitar el azufre, y formando agua ó ácidos sulfúrico y clorhídrico. El gas sulfhídrico enrojece ligeramente el papel azul de tornasol, decolorándole después. Forma un precipitado blanco ligero con las sales de zinc; con el ácido arsenioso, dá un depósito amarillo, soluble en el amoniaco y en los protosulfatos de hierro, manganeso, níquel y cobalto acidulados. El nitropusiato de sosa se descompone con el gas sulfhídrico, y dá un precipitado de azul de prusia.

Hiposulfitos de las aguas minerales. Tratados al calor por los óxidos de plomo, de mercurio ó de plata, se disuelven en parte; y si se vierten en ellos soluciones salinas de estos metales, dan primero un precipitado blanco, que se vuelve amarillo, y después negro ó moreno. Los hiposulfitos disuelven los cloruros argéntico y mercurioso, así como el sulfato plúmbico. Tratados por los ácidos, desprenden el ácido sulfuroso, y depositan su azufre.

Sulfatos. Casi no hay agua que no los contenga, ya alcalinos, ya térreos, ya metálicos. Los sulfatos solubles precipitan

por las sales de barita y de plomo. Mezclados con carbon ó materias orgánicas, y calentados, se cambian en sulfuros.

Sulphidrometría. Para el análisis de las aguas minerales que contengan gas sulfhidrico ó sulfuros, se emplea el procedimiento llamado sulphidrométrico cuyos instrumentos son los siguientes: el sulphidrómetro, que es un tubo de vidrio graduado, destinado á medir la tintura de iodo, de un diámetro interior de tres ó cuatro milímetros, terminado en punta abierta por uno de sus extremos, casi capilar, y con un gollete acampañado por el otro, teniendo de 25 á 30 centímetros de longitud. Además, un frasco para la tintura de iodo; otros pequeños que contengan cada uno dos gramos de iodo; un vaso de vidrio de un cuarto de litro; una cápsula de porcelana; alcohol y almidon. El sulphidrómetro está graduado en medios centímetros y en diez partes cada uno de estos grados; así pues, un tubo de 15 centímetros será de 30 grados, y cada uno de estos subdividido en diez décigrados. Es importante reducir la temperatura del alcohol y de la tintura de iodo á 15.º centígrados ántes de determinar el volúmen, ó hacer las correcciones necesarias para la dilatacion y contraccion de estos líquidos bajo la influencia de las variaciones de temperatura.

Para hacer la sulphidrometría se vierten en una cápsula de vidrio ó porcelana, de fondo plano, 250 ó 500 centímetros cúbicos de agua mineral, despues se añaden dos ó tres centímetros cúbicos de solucion de almidon y se mezcla con una barilla de vidrio. En seguida se llena el tubo graduado de tintura de iodo hasta el grado 0 de dicho tubo, se tapa con el dedo la extremidad superior, y se pone otro dedo en la capilar. Despues se destapa esta, y se deja caer la tintura gota á gota en el agua mineral: cuando todo el azufre se ha precipitado, el iodo reacciona sobre el almidon y el agua se pone azulada. Entónces ya no se echa mas tintura y se ve la que se ha consumido. Así se obtendrá el peso de iodo empleado, y por el cálculo se hallará el del azufre, de los sulfuros y del ácido sulfhidrico, puesto que un equivalente de iodo se combina con un equivalente de hidrógeno para formar ácido iodhídrico, y un equivalente de azufre

produce con un equivalente de hidrógeno el ácido sulfhídrico, y con uno de sodio, por ejemplo, el monosulfuro de sodio. Pero estos cálculos son innecesarios consultando la tabla de Dupasquier, que en los tratados de análisis química de las aguas, va unida á la descripción de su instrumento. La tintura de iodo se prepara en el momento de ir á operar, y se hace con dos gramos de iodo puro y seco, y 100 centímetros cúbicos de alcohol á 85 ó 90 grados centesimales. De este modo se sabe que en cada grado del sulfhidrómetro hay un centígramo de iodo. La disolución de almidon ha de ser muy clara y reciente, haciéndola hervir por algunos minutos.

Quando el agua mineral contiene muy poco azufre, se toma un litro de ella para la operacion. Si la temperatura del agua se eleva por encima de 35 á 40 grados, se esperará á que se enfrie en un vaso perfectamente tapado antes de echar la tintura de iodo. Si el agua contiene sales alcalinas, como carbonato ó silicato de sosa, el álcali absorbe una parte del iodo, y para evitarlo se hacen precipitar las sales alcalinas por el cloruro de bario, á fin de evitar los errores á que induciria el que parte del iodo se combinara con el álcali.

SELENIO. Aunque rara vez, tambien este cuerpo suele estar en las aguas minerales en forma de seleniuros ó seleniatos. Los seleniuros en estado de sales solubles dan un precipitado de color de carne con las sales de zinc, de manganeso y de cesio. Los otros seleniuros precipitan en negro ó en color moreno. El ácido clorhídrico mezclado con el sulfito de amoniaco, y añadida esta mezcla á un agua que contenga un seleniuro, dá un precipitado de polvo rojo, que si se recoge y quema, espere un olor desagradable, parecido al de la col podrida.

POTASA. Es un cuerpo que está en muchas aguas minerales, generalmente unido á la sosa, formando diferentes sales, ya sulfatos, carbonatos, ó bien cloruros, sulfuros, etc. Los caracteres de la potasa, son: dar con el ácido acético un compuesto que en el estado neutro es muy soluble en el agua y en el alcohol, y que absorbe la humedad del aire. Con el ácido carbonozótico precipita en amarillo, y el precipitado, que es crist-

lino, es soluble en los líquidos muy diluidos. Con el bicloruro de platino se obtiene tambien un precipitado amarillo insoluble en el alcohol é indescomponible por el calor. Con los ácidos tártrico, clorhídrico y perelórico, así como con el oxiclurato de sosa, se obtienen precipitados blancos. Con el sulfato de alúmina precipita la potasa en cristales blancos octaedros.

SOSA. Esta es otra de las bases muy comunes en las aguas minerales, y se conoce mas bien por los caractéres negativos de la potasa. Dos solos reactivos precipitan esta base, el periodato de potasa básico, que dá en los líquidos muy concentrados un precipitado blanco de periodato de sosa, un poco soluble en las sales de sosa; y el otro reactivo es el bimeta-antimóniato de potasa, que dá un precipitado blanco enteramente insoluble. Para obrar con este último reactivo, que es muy sensible, es necesario que en el agua no haya carbonato de potasa, porque impediria la reaccion; y si lo hubiese, hay que añadir ántes ácido clorhídrico ó acético, procurando que el agua no quede ácida, y añadiendo, por lo tanto, con mucho cuidado, el ácido que ha de descomponer el carbonato.

LITINA. Esta base es rara en las aguas; pero alguna vez se encuentra, y se conoce á favor de los siguientes reactivos. El ácido carbóazótico dá un precipitado amarillo de carbóazotato de litina. Los carbonatos de potasa y sosa dan un precipitado blanco, que se forma con lentitud, y es un poco soluble en el agua. El fosfato de sosa produce un precipitado blanco mas marcado que el anterior.

BARITA. Muy rara vez se encuentra esta base en las aguas minerales, y se descubre con los reactivos siguientes. La potasa y la sosa, cuando obran en un agua que tenga barita, dan un precipitado blanco, que se disuelve en gran cantidad de agua. El ácido sulfúrico y los sulfatos producen un precipitado blanco, insoluble en el agua y en los ácidos. El cromato de potasa dá un precipitado amarillo, soluble en un exceso de ácido, cuyo carácter lo diferencia del que se obtiene del mismo color con este reactivo en la estronciana.

ESTRONCIANA. Es tambien rara en las aguas minerales, pero

se encuentra en algunas, y se descubre con los siguientes reactivos. Con el cromato de potasa dá un precipitado amarillo, que se forma muy lentamente. La potasa y la sosa dan un precipitado blanco, soluble en un exceso de agua. Lo mismo sucede con los carbonatos alcalinos. Las sales de estronciana, á diferencia de las de barita, no precipitan por el ácido hidro-fluosilícico.

CAL. Esta base se encuentra en casi todas las aguas minerales, y será muy rara la que no la tenga en forma de carbonatos, cloruros, etc. Se precipita con los reactivos siguientes. La potasa y la sosa dan un precipitado blanco, y lo mismo los carbonatos alcalinos. El ácido oxálico y los oxalatos alcalinos dan un precipitado blanco soluble en los ácidos minerales fuertes, y es la reaccion mas sensible de las sales de cal. El fosfato de sosa precipita tambien en blanco. El ácido sulfúrico y los sulfatos solubles, menos el de cal, dan un precipitado blanco en líquidos concentrados, soluble ligeramente en el agua, insoluble en el alcohol, y susceptible de cristalizar en pequeñas agujas prismáticas.

MAGNESIA. Otra de las bases mas comunes de las aguas minerales, y cuyos reactivos son los siguientes. La potasa, la sosa y la barita la precipitan en blanco, y el precipitado es soluble en las sales de amoniaco. Tambien dan precipitados blancos los carbonatos alcalinos. El fosfato de amoniaco produce un precipitado blanco, poco soluble en el agua, y sobre todo si se opera en un líquido cargado de sal precipitante ó de amoniaco diluido. El fosfato de sosa no precipita como no sea en líquidos concentrados, y cuando á la magnesia se la ha trasformado en sal amoniacal. El oxalato de amoniaco da tambien un precipitado blanco.

ALÚMINA. Aunque pocas veces, tambien suele encontrarse esta base en las aguas, y se conoce á favor de las reacciones siguientes: la potasa, la sosa y el amoniaco dan un precipitado blanco gelatinoso, soluble en un exceso de reactivo. Los carbonatos alcalinos dan tambien un precipitado blanco. El sulfhidrato de amoniaco produce asimismo un precipitado blanco. Tambien se forma del mismo color, pero muy lentamente, con el cianoferruro de potasio.

HIERRO. Es muy comun en las aguas minerales, en estado de sales de protóxido, y sus reacciones son las siguientes: los sulfuros alcalinos y el sulfhidrato amónico dan precipitados negros, insolubles en los álcalis y en un exceso del reactivo. El cloruro de oro y las sales de plata dan un precipitado negruzco, purpurino ó violáceo. El cianoferruro de potasio lo da blanco azulado, que ennegrece al contacto del aire. La potasa, la sosa, el amoniaco y la cal dan precipitados blancos, que luego se hacen verduzcos, y despues moreno-oscuros. Lo mismo sucede con los carbonatos, fosfatos, arseniats y borats alcalinos. En las sales de sesquíóxido de hierro, los sulfuros alcalinos ó el sulfhidrato amónico, precipitan en negro, y el liquido se colora primero de verde. El tanino y el cocimiento de agallas dan un precipitado negro, un poco azulado ó verdoso. La potasa, la sosa, el amoniaco, los carbonatos alcalinos, el succinato y el benzoato de amoniaco dan un precipitado moreno rojizo. El cianoferrido de potasio no da precipitado, pero el liquido se colora de un verde oscuro. Los sulfocianuros alcalinos coloran el liquido en rojo de sangre, sin dar precipitado.

MANGANESO. Este cuerpo, muy parecido al hierro en muchas de sus virtudes medicinales, se encuentra en algunas aguas, y se conoce por los reactivos siguientes: la potasa, la sosa y el amoniaco dan un precipitado blanco, sucio, que ennegrece rápidamente con el contacto del aire. Tratado este precipitado por el ácido clorhidrico, desprende cloro, y por un ioduro y un poco de ácido sulfúrico, da vapores violados. Los carbonatos alcalinos dan un precipitado blanco rosado, inalterable al aire. El cianoferruro de potasio produce un precipitado blanco rosado, soluble en los ácidos. Con el sulfhidrato de amoniaco, se obtiene un precipitado de color de carne, que ennegrece al aire y es insoluble en un exceso del reactivo.

NIQUEL. Muy rara vez se encuentra este cuerpo en las aguas minerales. Las sales de niquel son, generalmente, solubles en el agua, y algunas en el alcohol. Los álcalis las precipitan en un hidrato de color verde manzana. El amoniaco las precipita primero, y despues las redisuelve, dando al liquido un hermoso

color azul. El sulfhidrato de amoniaco dá un precipitado negro. El cianuro de potasio produce un precipitado verde amarillo, que se disuelve en un exceso del reactivo, y si se añade ácido clohídrico, precipita de nuevo. El cianoferruro de potasio y el ácido oxálico dan precipitados de un color verde pálido.

MATERIAS ORGÁNICAS. Es muy comun que las aguas minerales contengan materias orgánicas, ya vegetales, ya animales, ya materia orgánica amorfa, segun digimos en otro lugar. Concentradas las aguas, toman esas sustancias un color amarillo, y son en parte solubles en el alcohol y en el agua, quedando otra porcion insoluble con los residuos definitivos. A favor de la ebullicion, el cloruro de oro enturbia el agua, y le comunica su color violado. El tanino, en disolucion alcohólica, sirve para demostrar esa especie de albúmina vegetal que hay en algunas aguas; se produce con este reactivo una opacidad blanquecina, sin emgargo de que algunas sales calcáreas ofrecen el mismo fenómeno, y esto pudiera dar lugar á errores; mas si el agua se hace hervir hasta sequedad, se colora en amarillo, y deja un depósito negruzco, dependiente de la sustancia orgánica.

Cuando se presume la existencia de ácidos crénico y apocrénico, se hacen hervir los depósitos ocráceos que las aguas abandonan; y los que se obtienen por la concentracion del agua, con una disolucion de potasa cáustica. Se filtra el líquido, se acidula con el ácido acético diluido, y se le añade acetato cúprico neutro. Si el precipitado que así se obtiene es de un color moreno, es debido á un apocrenato de cobre.

Tales son las nociones que mas sucintamente conviene recordar para hacer ensayos de análisis en las aguas minerales. Los procedimientos y demas reactivos, tanto para el análisis cualitativo como para el cuantitativo, no son propios de esta obra, sino de las especiales que tratan de análisis de aguas minerales. Para nuestro objeto basta con lo dicho; debiendo añadir que el exámen de los caractéres físicos de un agua, y los fenómenos que se observen con los papeles reactivos, son las primeras indicaciones que se presentan para presumir la naturaleza de la mineralizacion, y en su virtud servirnos en la eleccion de los

reactivos que pongan de manifiesto la existencia de los cuerpos que se sospechan. Así, por ejemplo, si examinamos un agua que es neutra con los papeles reactivos, que tenga un sabor salado, amargo, ó solamente soso, aunque no sea desagradable, podemos ya presumir que hay sales de cal, magnesia y sosa. Si entonces echamos en ella nitrato ácido de plata, y se forma un precipitado blanco coaguloso, y con el cloruro de bario se obtiene un depósito blanco insoluble en un exceso de ácido, se puede asegurar que el agua contiene cloruros y sulfatos. Si el sabor del agua fuese árido ó picante, y enrojece primero la tintura de tornasol, que se vuelve otra vez azul, mientras que la tintura de violeta se determina en verde, podemos asegurar que el agua es acidula gaseosa bicarbonatada. Si el precipitado alcalino se obtiene por el bimeta-antimoniato de potasa, es que los bicarbonatos son de sosa. Y si, por el contrario, el oxalato de amoniaco, ó los otros reactivos que hemos citado en su lugar correspondiente, producen el precipitado, es que los bicarbonatos son de cal y de magnesia. El olor y el sabor de las aguas sulfurosas son bien característicos para que basten á indicar la presencia del gas sulfhidrico. Si á esto se añade que tales aguas precipitan en negro por las disoluciones de sales metálicas, de plomo, cobre, plata, etc., y en amarillo por las disoluciones salinas de antimonio, así como por el ácido arsenioso, no puede caber duda de que son sulfurosas. Si una de estas aguas, además de los caracteres indicados, ofrece el de no dar reaccion con el ácido arsenioso, sino despues de la adición de otro ácido, y además con el nitro-prusiato de sosa toma un color de púrpura. esto indica que el azufre no está solamente en forma de gas sulfhidrico, sino tambien en combinacion con la sosa ó la cal, cuyas bases se buscarán con sus reactivos especiales. Finalmente, cuando el agua tenga un sabor áspero y como de tinta, es que contiene hierro; y si se forma una película irisada en su superficie, y adquiere una coloracion azulada por el cianoferruro y cianoferrido de potasio, cambiando en violado ó rojo lila, ó le adquiere verdoso oscuro con la disolucion de tanino ó de nuez de agallas, no puede caber ya duda de que el

agua es ferruginosa. Por reacciones análogas con los otros cuerpos que hemos señalado, y los caracteres organolépticos se irán descubriendo todos los minerales de cualquier agua; y esto será completado luego con dosificación, mayormente si se efectúa por el método volumétrico, y con las tinturas graduadas de los reactivos, pues así se obtendrá la composición hipotética, única posible, tanto cualitativa como cuantitativa de las aguas minerales en el estado actual de la ciencia. También podrá obtenerse en ocasiones alguna ventaja del análisis espectral, no obstante que todavía se ha aplicado poco este procedimiento á las aguas minerales.

CAPÍTULO III.

Clasificaciones de las aguas minerales.—De autores antiguos.—Idem modernos.—Del Anuario de Francia, de Herpin, Ossian Henry, Durand-Fardel, Petrequin y Socquet, del Dr. Rubio, de Taboada, de Chevreul, Brogniart, Walferdin, Kreysig, Patisier y Chenu.—Reglas para formular una clasificacion que sea á la vez química y terapéutica.—Exposicion de mi clasificacion bajo ese doble punto de vista.

Numerosas son las clasificaciones que se han dado con el fin de reunir en grupos las aguas minerales, habiendo tomado unos por base para ello la termalidad, otros los terrenos de donde emergen, ó bien los principios químicos que las mineralizan, y por último, otros sus acciones terapéuticas; de donde han resultado tantas y tan variadas clasificaciones, que han venido á introducir confusion en este punto de la Hidrología médica, mas bien que á establecer la claridad y el método necesarios en la taxonomia de toda ciencia.

Sin hacer mencion de las denominaciones antiguas, como las de Vitruvio y Plinio, de los cuales el primero admitia tres clases de aguas minerales, sulfurosas, aluminosas y bituminosas; y el segundo, sulfurosas, aluminosas, salinas, bituminosas y ácidas, en cuyos grupos han sido colocadas todas casi hasta nuestros dias, ó cuando menos hasta últimos del siglo pasado, recordaremos la extraña doctrina de Raulin, que consideró las aguas termales como sulfurosas, y las frias como acidulas; así es que solo admitió estas dos clases, subdividiendo la última, en marciales, nitrosas, salinas y acidulas. Duchanoy agrupó todas las aguas en diez clases: gaseosas, frias, alcalinas, térreas, fer-

ruginosas, salinas, termales gaseosas, termales simples, jabonosas, sulfurosas y bituminosas. En el *Anuario de las Aguas minerales de Francia* se establecieron las seis clases siguientes: acidulas alcalinas, calcáreas ó acidulas simples, ferruginosas, sulfurosas ó sulfuradas, salinas sulfatadas y salinas cloruradas. En el mismo *Anuario*, correspondiente á los años 1851 á 54, se propuso una clasificacion química, indicándose la clase por el ácido, y el género y especie por las bases, tal como aparece en la tabla siguiente:

CLASES.	GENEROS.	ESPECIES.	TERMALIDAD.
Carbonatadas.	De base de sosa	De base de sosa	Termales.
			Frias.
	De base térrea	No ferruginosas.. . . .	Todas frias.
		Ferruginosas.. . . .	Todas frias.
Sulfuradas y sulfatadas.	De base de sosa	Sulfurosas.. . . .	Todas termales.
		Sulfatadas sulfurosas ó degeneradas.. . . .	Termales.
			Frias.
	De base de cal	Sulfatadas simples.	Termales.
		Sulfatadas y sulfuradas.	Termales.
			Frias.
De base de magnesia.	Sulfatadas.. . . .	Termales.	
		Frias.	
Cloruradas.	De base de hierro.	Sulfatadas.. . . .	Todas frias.
	Todas de base de sosa.. . . .	Simples.	Termales.
		Iodo-bromuradas.	Frias.
		Termales.	
		Frias.	

El Dr. Herpin, en sus estudios médicos y estadísticos sobre

las aguas minerales, propuso una clasificación que llama médico-química, y es la siguiente:

Sulfatadas.	} Sulfatadas-Cloruradas.	}							
				} Sulfatadas-Carbonatadas.					
Cloruradas.	} Cloro-Sulfatadas.	}	Sódicas.						
				} Cloro-Carbonatadas.					
Carbonatadas.	} Carbo-sulfatadas.	}	Magnésicas.						
				} Carbo-Cloruradas.	}	Cálcicas.			
Carbo-gaseosas.	} Sulfatadas.	}	Carbo-gaseosas.						
				} Cloruradas.	}	Sulfuradas.			
							} Carbonatadas.	}	Ferruginosa.
Ferruginosas.	} Sulfatadas.	}	Silicatadas.						
				} Cloruradas.	}	Ioduradas.			
							} Carbonatadas.	}	Arsenicadas.
Sulfurosas.	} Sulfhidradas.	}							
				} Sulfuradas.	}				
Ligeras ó poco mineralizadas.									

Ossian Henry establece otra clasificación mas perfecta que las anteriores; sin embargo de que no deja de tener algunos defectos, y es la que aparece en la siguiente tabla.

CLASES.	GÉNEROS.	ESPECIES.				
Salinas.	} Cloruradas.	}				
			} Iodo-bromuradas.	} Cálcicas.		
					} Bromuradas.	} Sódicas.
			} Sulfatadas.	} Cálcicas.		
} Sulfatadas.	} Cálcicas y magnésicas.					

CLASES.	GÉNEROS.	ESPECIES.	
<i>Aguas acidulas carbonatadas y bicarbonatadas.</i>	}	Cálcicas y magnesianas.	
		Sódicas.	
<i>Alcalinas.</i>	}	Silicatadas.	
		Boratadas.	
<i>Sulfuradas ó sulfurosas.</i>	}	Sulfhídricas.	
		Sulfhídratadas-Sódicas.	
		Sulfhídratadas y	Cálcicas.
		Sulfhídricas.	Sódicas.
<i>Ferruginosas.</i>	}	Sulfatadas.	Simples.
			Aluminosas.
		Carbonatadas.	
		Crenatadas.	
		Manganesianas.	Sulfatadas. Carbonatadas.

Durand-Fardel admite tambien cinco grupos generales, tomando los ácidos como expresion de la clase, y las bases para determinar los géneros, especies y variedades, y es una de las clasificaciones mas aceptada en la actualidad.

CLASIFICACION DE DURAND-FARDEL.

Clase 1.ª—Aguas sulfuradas.

- 1.ª DIVISION.—Aguas sulfuradas sódicas.
- 2.ª DIVISION.—Aguas sulfuradas cálcicas.

Clase 2.ª—Aguas cloruradas.

- 1.ª DIVISION.—Aguas cloruradas sódicas.
- 2.ª DIVISION.—Cloruradas sódicas bibarbonatadas.
- 3.ª DIVISION.—Cloruradas sódicas sulfurosas.

Clase 3.ª—Aguas bicarbonatadas.

- 1.ª DIVISION.—Aguas bicarbonatadas sódicas.

2.^a Division.—Bicarbonatadas cálcicas.

3.^a DIVISION.—Bicarbonatadas mixtas.

Clase 4.^a—Aguas sulfatadas.

1.^a DIVISION.—Aguas sulfatadas sódicas.

2.^a DIVISION.—Sulfatadas cálcicas.

3.^a DIVISION.—Sulfatadas magnesianas.

4.^a DIVISION.—Sulfatadas mixtas.

Clase 5.^a—Aguas ferruginosas.

1.^a DIVISION.—Aguas ferruginosas bicarbonatadas.

2.^a DIVISION.—Ferruginosas sulfatadas.

3.^a DIVISION.—Ferruginosas manganesianas.

Los señores Petrequin y Socquet han formulado otra clasificación, reducida á los cinco grupos ó clases siguientes: **ALCALINAS, SALINAS, SULFUROSAS, FERRUGINOSAS y IODURO-BROMURADAS.**

En la primera clase comprenden cinco órdenes, sódicas, cálcicas, magnesianas, mixtas y silicatadas: en la 2.^a tres, clorhidratadas, sulfatadas y mixtas: en la 3.^a otros tres, sulfuradas, hidrosulfuradas é hyposulfitadas: en la 4.^a también tres, ferruginosas, carbonatadas ó crenatadas, ferruginosas hidrosulfatadas y ferruginosas sulfatadas: y en la 5.^a clase admiten dos órdenes, ioduradas y bromuradas sulfurosas, y no sulfurosas. Despues subdividen cada uno de estos órdenes en varios grupos, haciendo una clasificación bastante larga, que no ofrece grandes ventajas sobre las demas bajo el punto de vista quimico ni del terapéutico.

No podemos dejar de mencionar la clasificación de D. Pedro Maria Rubio, por ser el autor del notable *Tratado de las aguas minerales de España*, de que ya hemos hablado varias veces.

CLASIFICACION DE D. PEDRO MARIA RUBIO.

Clase 1.^a—Aguas minerales sulfurosas.

SINONIMIA. Sulfurosas.—Hidrosulfurosas.—Hepáticas.—Azufrosas.—Podridas.—Fétidas.—Pudosas.—Hediondas.

ORDEN 1.º Sulfurosas termales. (*Temperatura superior á 25.º cent.*)

ORDEN 2.º Sulfurosas frias. (*Temperatura inferior á 25.º c.*)

Clase 2.ª—Aguas acidulas.

SINONIMIA. *Acidulas.*—*Acedas.*—*Agrias.*—*Aciduladas.*—*Picantes.*—*Carbónicas.*

ORDEN 1.º Aguas acidulo-carbónicas sin hierro.

ORDEN 2.º Aguas acidulo-carbónicas con hierro.

ORDEN 3.º Aguas acidulo-sulfúricas con hierro y cobre.

Clase 3.ª—Aguas ferruginosas.

SINONIMIA. *Ferruginosas.*—*Marciales.*—*Calibeadas.*—*Herrumbrosas.*—*Herrumbrientas.*—*Del alambre.*

ORDEN 1.º Ferruginosas carbonatadas.

ORDEN 2.º Ferruginosas sulfatadas.

ORDEN 3.º Ferruginosas crenatadas.

Clase 4.ª—Aguas salinas.

SINONIMIA. *Salinas.*—*Salitrosas.*—*Nitrosas.*—*Gordas.*—*Zarcas.*—*Saladas.*

ORDEN 1.º Salinas termales.

ORDEN 2.º Salinas frias.

Clase 5.ª—Aguas alcalinas.

ORDEN 1.º Alcalinas termales.

ORDEN 2.º Alcalinas frias.

Clase 6.ª—Aguas azoóticas ó nitrogenadas.

ORDEN 1.º Aguas azoótico-salinas.

ORDEN 2.º Aguas Azoótico-sulfurosas.

El Dr. Taboada consigna en el primer tomo de su interesante *Anuario de las aguas minerales de España*, una clasificacion de ellas, que es la misma de Durand-Fardel, con ligeras modificaciones; y es como sigue:

CLASE 1.ª—AGUAS SULFUROSAS.—*Primer género:* Sódicas ó primitivas.—*Segundo género:* Sulfurado-cálcicas ó secundarias.

CLASE 2.^a—AGUAS CLORURADAS.—*Primer género*: Clorurado-sódicas.—*Segundo género*: Clorurado-sódicas sulfurosas.

CLASE 3.^a—AGUAS BICARBONATADAS.—*Primer género*: Bicarbonatadas sódicas.—*Segundo género*: Bicarbonatadas cálcicas.—*Tercer género*: Bicarbonatadas sódico-cálcicas ó mixtas.

CLASE 4.^a—SULFATADAS.—*Primer género*: Sulfatadas sódicas.—*Segundo género*: Sulfatadas cálcicas.—*Tercer género*: Sulfatadas magnésicas.—*Cuarto género*: Sulfatadas mixtas.

CLASE 5.^a—AGUAS FERRUGINOSAS.—*Primer género*: Bicarbonatadas.—*Segundo género*: Sulfatadas.—*Tercer género*: Crenatadas.—*Cuarto género*: Manganesianas.

CLASE ADICIONAL.—AGUAS AZOADAS, que el Dr. Taboada coloca en un apéndice de su clasificacion, señalando Panticosa y presumiendo que puedan pertenecer á esta clase las de Caldas de Oviedo.

Ademas de estas clasificaciones fundadas en la composicion quimica de las aguas, se han recomendado otras deducidas de su temperatura y de la naturaleza de los terrenos donde emergen, segun indicamos al principio de este capitulo. A esta categoria pertenecen las de los Sres. Chevreul, Brongniart y Walferdin. El primero de ellos supone que todas las fuentes sulfurosas pertenecen á sistemas volcánicos en plena actividad, y que las aguas gaseosas son el último grado de elaboracion de los fuegos subterráneos; estableciendo la siguiente clasificacion:

Terrenos en los que toman origen las aguas.	Mineralizadores descubiertos por el análisis	Temperatura del agua en su punto de emergencia.
<i>Terrenos primitivos.</i>	{ Hidrógeno sulfurado. Acido carbónico libre. Sales de base de sosa. Pocas sales de base de cal á escepcion del carbonato. Sílice.	De 20.° á 90.°

Terrenos en los que toman origen las aguas.	Mineralizadores descubiertos por el análisis.	Temperatura del agua en su punto de emergencia.
<i>Terrenos de sedimentos inferiores y medios..</i>	Sulfato de cal (siempre). Algunas sales de sosa. Hidrógeno sulfurado. Acido carbónico libre.	} De 17.° á 67.°
<i>Terrenos de sedimentos superiores.. . . .</i>	Carbonato de cal. Sulfato de cal. Sulfato de magnesia. Sulfato de hierro. Carbonato de hierro.	} Frias.
<i>Terrenos de pórfidos tra- quitos y basaltos..</i>	Acido carbónico libre. Hidrógeno sulfurado libre. Sales de cal. Sales de sosa,	} De 50.° á 96.°
<i>Terrenos volcánicos..</i>	Acido carbónico libre. Hidrógeno sulfurado. Carbonato de sosa. Carbonato de cal. Sílice.	} De todas tempe- raturas.

Brongniart dice que los materiales disueltos en las aguas no tienen á veces ninguna relacion con las sustancias ácidas ó salinas, y aun térreas, que entran en la composicion de las rocas que atraviesan; y que esta observacion, aplicable sobre todo á las aguas de los terrenos primitivos, indica que toman su origen y se mineralizan en otros terrenos distintos de aquellos por donde pasan. Las de los terrenos de sedimento parecen, por el contrario, mineralizarse en ellos mismos, porque sus elementos son los de dichos terrenos; así es que este geólogo, poniendo en relacion tales hechos con la termalidad, establece las conclusiones siguientes:

1.ª Las aguas de terrenos primitivos son casi todas termales, y por lo regular alcanzan una alta temperatura.

2.ª Las aguas de terrenos de sedimento, tanto inferiores como medios, participan de las propiedades de las aguas inferiores; pero el largo trayecto que á veces recorren, puede modificar su composicion y rebajar su temperatura.

3.ª Las aguas minerales de terrenos de sedimentos superiores tienen caractéres tan marcados como las de los primitivos, colocadas en la otra estremidad de la série, siendo su temperatura la media de la localidad donde brotan, y se las llama frias por oposicion á las aguas termales.

4.ª Los terrenos traquíticos y los volcánicos, tanto antiguos como modernos, comunican á sus aguas minerales los mismos caractéres de composicion y de temperatura que tienen las que nacen de los terrenos graníticos ó de otras rocas primitivas.

Walferdin establece una clasificacion fundada en la termalidad, relacionada con los terrenos de la emergencia de las aguas y admite tres clases de estas: 1.ª aguas *termo-minerales*, que aparecen con una temperatura superior á la media del terreno; 2.ª: aguas *meso-termo-minerales*, que tienen una temperatura sensiblemente igual á la media de la capa terrestre donde brotan; y 3.ª aguas *hipo-termo-minerales*, cuya temperatura es inferior á la media del suelo. Segun este autor, basta conocer la temperatura de un agua para saber si toma sus mineralizadores de los terrenos superiores á la zona correspondiente á la temperatura media de la comarca donde brotan. Así es que para él la composicion quimica de toda agua *hipo* ó *meso-termo-mineral* debe buscarse en las capas superiores á las de la temperatura media del terreno; mientras que las *termo-minerales* propiamente dichas, es en las capas profundas donde se encontrará su composicion quimica; y por lo tanto, tomando por guia la relacion entre la temperatura y la profundidad á que esta corresponde, se deducirá la mineralizacion, suponiendo siempre los terrenos en el estado normal, y sin investigar por debajo de estos los principios mineralizadores que contienen las aguas termo-minerales. Aparte de la importancia que tienen estas clasifica-

ciones bajo el punto de vista geológico, no satisfacen la principal exigencia de la Hidrología médica, que es la de comprender en la taxonomía la noción de su virtualidad terapéutica. Por esta razón algunos autores han prescindido de toda nomenclatura química y geológica, adoptando una exclusivamente médica, como Kreysig que las divide en tónicas, alterantes y mixtas; Patisier en hyperestenizantes é hypostenizantes, atribuyendo á las primeras virtudes para las afecciones atónicas, tórpidas é indolentes, y á las segundas para las subagudas ó eréticas de los sistemas nervioso, sanguíneo, linfático, muscular ó cutáneo; y el Dr. Chenu establece á su vez una clasificación terapéutica y otra exclusivamente química, tal como aparecen en las siguientes tablas.

CLASIFICACION QUÍMICA DEL DOCTOR CHENU.

CLASES.	GÉNEROS.	Principios mineralizadores.
<i>Sulfurosas.</i>	Acídulo-sulfurosas.	Acido carbónico y sulfhídrico, azufre y sus compuestos.
	Salino-sulfurosas.	Azufre y sus combinaciones. Sales.
	Zoo-sulfurosas.	Acido sulfhídrico. Azoe. Materia orgánica.
<i>Salinas.</i>	Magnesianas.	Sulfato y cloruro de magnesia.
	Saladas.	Cloruro de sosa.
	Alcalinas.	Subcarbonato de sosa unido comúnmente al ácido carbónico.
<i>Metálicas.</i>	Ferruginosas.	Sulfato, carbonato y óxido de hierro.
	Acídulo-ferruginosas.	Hierro en estado de carbonato disuelto por el ácido carbónico.
	Cuprosas.	Sales de cobre, poco ó nada usadas.
	Manganesianas.	Manganeso, principio poco estudiado.

CLASES.	GÉNEROS.	Principios mineralizadores.
Gaseosas. . .	Gaseosas.	Gas ácido carbónico libre sin sales de hierro.
Ioduradas.. .	Ioduradas.	Iodo, y diversas sales.
	Bromuradas.	Bromo y diversas sales.
Acidas.	Acidas.	Acido no efervescente libre.
Termales simples.		Caracterizadas por su termalidad, y poco diferentes del agua común por su composición química.

CLASIFICACION TERAPÉUTICA DEL MISMO AUTOR.

~~~~~

| MEDICACIONES. | VARIETADES.                     | Aguas que las constituyen.                                                                           |
|---------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Laxantes. . . | Laxantes tónicas. . . . .       | Salinas suaves, frias ó tibias, ligeramente sulfurosas con vestigios de hierro, bromuros y cloruros. |
|               | Laxantes escitantes. . . . .    | Salinas suaves termales, con azufre, hierro y bromuros.                                              |
|               | Laxantes atemperantes. . . . .  | Salinas suaves, termales y frias, con ácido carbónico.                                               |
| Purgantes.. . | Purgantes tónicas. . . . .      | Salinas ioduradas, ó cloruradas ligeramente, sulfurosas y debilmente termales ó frias.               |
|               | Purgantes escitantes. . . . .   | Salinas sulfurosas fuertes, termales y frias.                                                        |
|               | Purgantes atemperantes. . . . . | Salinas fuertes y frias con ácido carbónico.                                                         |
|               | Purgantes alcalinas. . . . .    | Salinas con exceso de subcarbonato de sosa.                                                          |

| MEDICACIONES.        | VARIETADES.                         | Aguas que las constituyen.                                                                         |
|----------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Tónicas..</i>     | } <i>Tónicas.</i> . . . . .         | Termales simples.                                                                                  |
|                      |                                     | Ferruginosas suaves, termales y frías.                                                             |
| <i>Escitantes..</i>  | } <i>Acídulo-tónicas.</i> , . . . . | Sulfurosas dulces, ioduradas, débiles.                                                             |
|                      |                                     | Ferruginosas acídulas, y sulfurosas cargadas de ácido carbónico.                                   |
| <i>Atemperantes.</i> | } <i>Escitantes..</i> . . . . .     | Sulfurosas termales con iodo y hierro; ferruginosas fuertes termales ó frías, y ioduradas fuertes. |
|                      |                                     | Acídulas termales muy cargadas.                                                                    |
| <i>Atemperantes.</i> | } <i>Atemperantes..</i> . . . . .   | Acidas.                                                                                            |
|                      |                                     | Acídulas frías, ligeramente saladas.                                                               |
|                      |                                     | Alcalinas gaseosas.                                                                                |

Tales son las principales clasificaciones físicas, químicas, geológicas, térmicas y terapéuticas que han consignado los autores en sus obras, sin citar otras muchas, porque seria tarea larga el hacerlo. Habrá podido observarse la falta de exactitud en todas ellas, pues siendo variadisima la composicion de las aguas, lo mismo que su accion terapéutica, se ofrecen grandes dificultades al querer comprender como idénticas, dentro de un grupo, todas aquellas que solamente tienen entre sí ciertas analogías. Y las dificultades se aumentan cuando se quiere que la clasificacion signifique á la vez la composicion química y las propiedades terapéuticas. Durand-Fardel, que es el que mas ha sistematizado los fundamentos de las clasificaciones, dice que para que estas sean buenas es necesario que las divisiones y el tecnicismo comprendan las analogías naturales de las aguas,

que los términos tengan una significacion de utilidad, espresando brevemente ideas claras y fáciles de retener, y que la nomenclatura se halle dentro del lenguaje científico. El mismo autor añade que, ya se consideren las aguas minerales bajo el punto de vista de su temperatura, de su grado de mineralizacion, de su origen geológico, de su distribucion geográfica, ó de sus propiedades terapéuticas, han de encontrarse en su constitucion quimica los fundamentos para cualquiera de las clasificaciones basadas en alguno de esos puntos de vista exclusivamente, no pudiendo ninguna de estas constituir por si sola una division aceptable, deducida de principios taxonómicos racionales. Las que han tenido por objeto expresar las acciones terapéuticas han sido bastante arbitrarias, y las que no han buscado mas que la composicion quimica han seguido un método vago é irregular, como sucede en la clase de salinas establecida por muchos autores, puesto que no hay un agua mineral que no contenga sales.

Siendo muy compleja la composicion de las aguas, y habiendo algunas que tienen 15 ó 20 principios diferentes, es de precision fijarse para clasificarlas en los predominantes; pero si queremos expresar, no solo la composicion quimica, sino tambien las propiedades terapéuticas, no habremos de buscar el principio quimico que en mas cantidad se halle, sino el mas activo que se encuentre, en proporcion suficiente para servir de medicamento, por mas que haya otros que, aun cuando lo estén en mas abundancia, sean sin embargo de acciones insignificantes sobre el organismo. De manera que habrá de señalarse la clase á que pertenezca un agua mineral, por el principio predominante bajo el doble punto de vista quimico y terapeutico. Los cuerpos mas importantes que en las aguas se hallan son; entre los ácidos el carbónico, el sulfurico, el clorhídrico y el sulfhidrico; y entre las bases, la sosa, la cal, la magnesia, el hierro y el manganeso; pudiendo añadirse tambien el azoe, el arsénico, el iodo y el bromo, que aun cuando existan en proporciones minimas, comunican á las aguas virtudes terapéuticas especiales. Partiendo de estos principios pueden establecerse las clases de aguas, fundando la nomenclatura en los ácidos ó cuerpos que se

combinan con las bases, sirviendo estas para determinar el género de un agua de la misma clase, y señalando como variedad dentro de un género á cualquiera de ellas que contenga un principio químico poco frecuente, que aun cuando se halle en mínimas proporciones, le dá caractéres terapéuticos especiales; así, por ejemplo, las aguas de Cervera del Rio Alhama pertenecen á la clase de sulfuradas por ser el azufre quien les dá su principal carácter, al género cálcicas porque esta es la base dominante, y á la variedad ioduradas, porque contienen iodo y adquieren propiedades especiales por este principio. Lo mismo sucede con las de Carratraca, que son tambien sulfuradas por su clase, cálcicas por su género, y selenio-arsenicadas como variedad. En estos principios ha fundado Durand-Fardel su clasificacion, que el Dr. Taboada ha admitido en su *Anuario*; y aun cuando algunas veces las bases se encuentran tan en igual cantidad, que no se sabe á que género llevarlas, estos autores salen del paso haciendo un nuevo grupo que llaman mixtas, como sucede con sus clases de bicarbonatadas y sulfatadas, que las dividen en sódicas, cálcicas y mixtas las primeras; y en sulfatadas sódicas, cálcicas, magnesianas y mixtas las segundas. Además, recomienda Durand-Fardel que cuando nos hallemos en presencia de dos sales cuyo predominio químico, ó cuyo valor terapéutico nos deja indecisos, coloquemos el agua en la clase á que pertenezca la sal mas estable, puesto que unas son mas fijas que otras, como sucede con los cloruros, mientras que los carbonatos lo son menos, y los sulfuros menos todavia. Todas estas reglas pueden servir, en efecto, para establecer una clasificacion bastante metódica, sin embargo de que nunca indicará el modo como realmente existen los mineralizadores en las aguas, puesto que el análisis es siempre hipotético. Por otra parte, los mismos que recomiendan tales principios para las nomenclaturas, faltan á ellos al admitir una clase de aguas ferruginosas, cuando en rigor debieran hacer de estas un género dentro de la clase de las bicarbonatadas ó sulfatadas. Y esto consiste en que procuran, muy juiciosamente en mi opinion, significar la composicion química y las propiedades terapéuticas. Esta es la razon por la que, sin

desconocer las ventajas de una clasificación química con sujeción á las indicadas reglas, yo he prescindido de ellas, y he tomado como base para la que admito el principio mineralizador que dá carácter á un agua, y que constituye por sí solo toda una medicación. En efecto, no cabe duda que las aguas cloruradas, lo mismo que las sulfurosas ó sulfuradas, las sulfatadas y las ferruginosas forman cuatro clases de medicación diferente, debiendo las propiedades terapéuticas al azufre, á los cloruros, á los sulfatos y al hierro. Con respecto á la clase de azoadas, no admitida por ningun autor extranjero, y puesta en duda por algunos de nuestros compatriotas, diremos que se ha deducido de la observación clínica, y que en España existen aguas de debil mineralización, con un gran predominio de ázoe, y acciones terapéuticas especiales y exclusivas que no se hallan en otras, no pudiendo por lo tanto referirse sino al ázoe tales propiedades. De aquí que, no obstante ser muy reducidas en número tales fuentes, destinemos una clase para ellas por la importancia de la medicación que representan; y porque además nuestra clasificación se halla acomodada á la naturaleza de las aguas de la Península. Acerca de las acidulas ó acidulo-carbónicas, es muy cierto que pudieran comprenderse en las bicarbonatadas, puesto que todas lo son; pero al separarlas, lo hemos hecho porque las hay con tan poco ácido carbónico libre, que tienen acciones terapéuticas muy diferentes de otras en las que dicho gas se halla en tanto exceso, que les comunica virtudes particulares desconocidas en las simplemente bicarbonatadas no acidulas. Lo mismo diré respecto á mi clase de alcalinas, cuyo mayor número de aguas son tambien bicarbonatadas; pero hay algunas de ellas tan débilmente mineralizadas que, no obstante estarlo por los bicarbonatos, no despliegan en el organismo acciones de la medicación alcalina. Además, existen otras que tienen este carácter químico y terapéutico dependiente de silicatos, de sulfuros ó de sulfatos, y pertenecen á la clase alcalina, aun cuando no sean bicarbonatadas, químicamente consideradas. Así es que, separándonos algo del criterio químico exclusivo, proponemos una clase de acidulas, agrupando en ella las que

tienen un sabor agrio por su gran cantidad de ácido carbónico libre, cuyo cuerpo les comunica propiedades terapéuticas que no se hallan en las bicarbonatadas ni en ninguna de las alcalinas. Establecemos tambien la clase de este último nombre para reunir en ella las aguas que, fuertemente bicarbonatadas, ó dependiendo su alcalinidad de otras sales, gozan de propiedades alterantes que no tienen las acidulas ni las bicarbonatadas ligeras. Y hemos reservado por consiguiente el nombre de carbonatadas para aquellas que, por su débil mineralizacion y pequeña cantidad de ácido carbónico libre, no tienen las propiedades terapéuticas de las acidulas, ni tampoco las de las alcalinas.

Justificada la clasificacion que adoptamos por nuestro deseo de darla el doble caracter de química y de terapéutica, no se extrañará que nos separemos de las reglas señaladas por Durand-Fardel, admitidas en el *Anuario del Dr. Taboada*. Si no hubiéramos llevado esa mira, nos hubiésemos acomodado al método que estos autores recomiendan. Confesamos, sin embargo, la necesidad que hay de que todos los médicos de un pais adopten una clasificacion única, sobre todo en documentos oficiales, y en publicaciones científicas; y seria de desear que en España se preceptuara alguna, sobre todo si llega á redactarse el *Anuario oficial* que previene el último reglamento, porque asi todos los médicos hidrólogos la seguirian, sin perjuicio de emitir sus ideas favorables á otras nomenclaturas en sus publicaciones, con objeto de que al cabo de algun tiempo se introdujesen en la clasificacion oficial las variaciones que los estudios y nuevos datos hubiesen hecho necesarias. Advertiré ademas, que me limito á establecer clases, aceptando los géneros y variedades en cada una con arreglo á las indicaciones mencionadas anteriormente, esto es, por las bases que en ellas dominan, y por algun principio químico que pueda darles carácter terapéutico especial. Dadas estas esplicaciones expon-dremos nuestras ocho clases de aguas, enumeradas por orden alfabético para que se retengan con mas facilidad en la memoria.

AGUAS MINERO-MEDICINALES DE ESPAÑA.

ACÍDULAS.—ALCALINAS.—AZOADAS.—CARBONATADAS.—CLORURADAS.—FERRUGINOSAS.—SULFATADAS.—SULFURADAS.

Las *acidulas* son, como hemos dicho, ligeramente mineralizadas por principios fijos, pero abundando el gas ácido carbónico libre, y pertenecen todas á las bicarbonatadas ó á las simplemente termales. Las *alcalinas* pueden pertenecer á tres géneros, segun que deban sus propiedades á los bicarbonatos, á los silicatos ó á los sulfatos y sulfuros de bases de sosa y potasa. Las *azoadas* pertenecen á dos grupos, á las sulfatadas ó á las sulfurosas, Las *carbonatadas* ó *bicarbonatadas* comprenden tres géneros, sódicas, cálcicas y mixtas. Las *cloruradas*, dos géneros, clorurado-sódicas y clorurado-sódicas sulfurosas. Las *ferruginosas*, cuatro grupos, bicarbonatadas, sulfatadas, crenatadas y manganesianas; debiendo recordar aquí que hay algunas de este último género que no contienen hierro sino solamente manganeso; pero que por la analogía química y terapéutica entre estos dos cuerpos, se hace de las manganesianas un género en la clase de las ferruginosas. Las *sulfatadas* se refieren tambien á cuatro grupos ó géneros por razon de la base dominante, y son por lo tanto sódicas, cálcicas, magnesianas y mixtas. Y por último las *sulfuradas* comprenden tres géneros, sulfhídricas sin ningun sulfuro ni sulfatos, con gas sulfhídrico libre, de mineralizacion primitiva; las sulfuradas sódicas; y sulfuradas cálcicas ó secundarias, como vamos á ver en la exposicion mas detallada de cada una de estas ocho clases.

En todas ellas establecemos dos divisiones, fundadas, una en la cantidad de mineralizacion y otra en la temperatura, porque son las dos condiciones importantes bajo el punto de vista terapéutico. Así, pues, dividimos cada clase en frias y termales, tomando por linea de demarcacion los 25.º centígrados, esto es, denominando frias á aquellas cuya temperatura no

exceda de los 25.º, y termales las que tengan una temperatura superior; y además las dividimos en débiles y fuertes, según que estén mucho ó poco mineralizadas.

#### AGUAS ACÍDULAS,

Son aquellas en las que el gas ácido carbónico libre está en abundancia y es el mineralizador á quien deben más especialmente las virtudes terapéuticas, aparte de las que les dé la temperatura. Son las que se conocen vulgarmente con el nombre de gaseosas ó agrias, porque el ácido carbónico se desprende en forma de burbujas y les imprime ese sabor. Las hay que son á la vez bicarbonatadas, y es lo más comun; pero tambien se hallan muchas sulfatadas, cloruradas y sulfuradas con gas ácido carbónico libre, que dá á dichas aguas propiedades terapéuticas especiales, y que á no existir en ellas obrarian de diferente manera sobre el organismo. Pues bien; segun nuestra clasificacion, al querer comprender en un grupo una de las aguas citadas, se estudiará el papel terapéutico que desempeña el gas ácido carbónico y los carbonatos, cloruros, sulfatos y sulfuros, y segun que las virtudes terapéuticas se deban á estos principios fijos ó al ácido carbónico libre, así se colocará entre las aguas acidulas ó entre las alcalinas, carbonatadas, cloruradas, etc. De esta manera desaparecen hasta cierto punto las vacilaciones que ocurren para clasificar un agua, y se dá la razon de haber llamado alcalinas á las bicarbonatadas sódicas, tengan ó no ácido carbónico libre; cloruradas ó sulfatadas á otras que se hallan en iguales condiciones; al mismo tiempo que en las acidulas colocamos á muchas que tendrán hierro, sulfatos, cloruros, etc., pero que no dan carácter terapéutico al agua mineral, supeditándose sus acciones fisiológicas y efectos curativos al gas ácido carbónico libre. Y aun cuando toda agua es un medicamento complejo, que forma una unidad indescomponible fisiológicamente hablando, debiéndose sus virtudes al conjunto de mineralizadores y á su modo de agrupacion, hay casi siempre alguno dominante, al cual se atribuyen con fundamento ciertas propie-

dades fisiológicas y terapéuticas del agua; siendo por lo tanto el medio mas conducente para agrupar las aguas en una clasificacion quimica, que recuerde al mismo tiempo alguna cosa de sus virtudes, dándolas el nombre del mineralizador que sea el predominante, terapéuticamente considerado. Lo que acabamos de exponer sobre las aguas acidulas es aplicable á los demás grupos, de los cuales vamos á decir algunas palabras.

#### AGUAS ALCALINAS.

Son las que obran sobre la organizacion produciendo los efectos de la medicacion conocida con el nombre de alcalina, aun cuando den una reaccion ácida en el análisis, como sucede con algunas bicarbonatadas sódicas, que obran sobre los papeles reactivos como ácidas, á causa de tener gas ácido carbónico libre. El tipo de las aguas alcalinas lo forman las bicarbonatadas sódicas; pero tambien pertenecen á esta clase algunas sulfuradas sódicas que ejercen en la economía acciones diuréticas y resolutivas, propias de los medicamentos de ese nombre, lo mismo que otras silicatadas ó sulfatadas sódicas ó potásicas, cuyas acciones alterantes y antiplásticas en el organismo hacen que se las considere dentro de la medicacion alcalina, por mas que quimicamente debieran supeditarse á otra nomenclatura. Como se ve por lo expuesto, lo mismo en esta clase que en todas, damos el nombre á las aguas por el mineralizador ó mineralizadores á que deben sus principales virtudes terapéuticas. Toda agua, pues, que despliegue esas acciones fisiológicas y efectos terapéuticos que se asignan en la materia médica á los medicamentos alcalinos, pertenece á las llamadas alcalinas en nuestra clasificacion, sea que deba esas propiedades á bicarbonatos ó sulfuros de sosa ó de potasa, ó á otros compuestos de estas bases, tengan ó no ácido carbónico libre, y sean cuales fueren las reacciones que den con los reactivos quimicos. Por el contrario, llevaremos á otras clases aguas alcalinas bajo el punto de vista quimico, si hay en ellas un elemento de mayor potencia terapéutica, y al cual se deban en su mayor parte las virtudes cura-

tivas que posea, como sucedería con un agua bicarbonatada sódica abundante en ázoe, si á éste, y no á los bicarbonatos, se pueden atribuir los efectos fisiológicos y terapéuticos que desenvuelva; ó bien con un agua alcalina químicamente, que debiese al hierro ó al azufre sus acciones principales en el organismo. Tales aguas estarían en nuestra clasificación entre las azoadas, las ferruginosas ó las sulfurosas, y no en las alcalinas.

#### AGUAS AZOADAS.

Llamamos así á aquellas que, cualquiera que sea su mineralización, contienen ázoe libre y disuelto en proporción bastante para adquirir un predominio terapéutico, debiéndose á dicho gas las virtudes curativas de que gozan. En el extranjero no se da importancia alguna al ázoe en las aguas minerales, sin duda por no conocerse en Europa fuentes como las de Panticosa ó Caldas de Oviedo. Así es que en el *Diccionario de hidrología médica* se lee, en el artículo *Ázoe*: «La presencia del ázoe en las aguas minerales no tiene parte alguna en sus propiedades terapéuticas.» En efecto, como este gas se encuentra en gran número de aguas, ya proceda del aire atmosférico que penetra en las profundidades de donde nacen, y ceda su oxígeno á algunos principios químicos, dejando libre su ázoe, ya provenga de la descomposición de los nitratos, ó bien de materias orgánicas sepultadas en las capas profundas de la tierra, las cantidades que las aguas contienen no son suficientes para que desplieguen acciones características suyas; ó la asociación con otros gases, ácido carbónico ó sulfhídrico, ó con mineralizadores fijos de mayor potencia terapéutica, oscurecen la parte que pudiera tomar en las modificaciones orgánicas, así fisiológicas como en las enfermedades. Por este motivo, aun cuando casi todas las aguas contienen ázoe, sinó libre, al ménos disuelto, son muy pocas aquellas en las que á él se deban las virtudes curativas, porque para que así suceda es necesario que lo tengan en cantidad considerable, y que el resto de la mineralización sea tan exigua, que las acciones fisiológicas y medicinales queden oscurecidas por el ázoe y supeditadas á la

potencia terapéutica de este último. Y ésta es también la razón por la cual no se admite en ninguna de las clasificaciones conocidas, á excepción de la del señor Rubio, el grupo de azoadas, que también conservamos en la nuestra, como lo ha hecho el doctor Taboada en su *Anuario*, para acomodarla, como ya tenemos manifestado, á la naturaleza de las que brotan en nuestro territorio.

#### AGUAS BICARBONATADAS SIMPLES, Ó CARBONATADAS.

Designamos de este modo aquellas cuyos mineralizadores principales son los sesqui-carbonatos ó bicarbonatos, aun cuando sean de sosa ó de potasa, y no obstante que contengan también ácido carbónico libre, pero en proporciones ó en combinaciones tales con otros cuerpos, que no despliegan las acciones fisiológicas y terapéuticas que corresponden á la medicación alcalina. Llenan, sin embargo, algunas indicaciones de esta última, como sucede en las dispepsias y gastralgias; mas tienen otra esfera de acción diferente, debida al parecer á las bases terreas ó metálicas, que están dominando sobre las alcalinas, si es que las hay de éstas, como casi siempre sucede, y dan carácter químico al agua los bicarbonatos de magnesia, de cal, de estronciana, etc., y por lo tanto, el carácter terapéutico es también distinto del de las alcalinas. Obran desenvolviendo fenómenos reconstituyentes, sin que sean apenas notables las modificaciones fisiológicas que imprimen para llegar al resultado final de su potencia, que es tonificar la nutrición molecular é íntima de los tejidos. Además tienen propiedades sedativas, que las hacen ser preferibles á las alcalinas en muchos casos de catarros y de infartos del aparato génito-urinario, tanto en el hombre como en la mujer.

#### AGUAS CLORURADAS.

Son aquellas en las que predominan químicamente los cloruros, debiendo á ellos principalmente las propiedades te-

rapéuticas de que gozan. Son las mas abundantes en principios fijos, y muchas son templadas ó calientes. El cloruro de sodio suele ser el que predomina, y luego siguen los de magnesia, de calcio, y los bicarbonatos y sulfatos alcalinos y térreos. Son transparentes y sin olor, á excepcion de las que contienen gas sulfhidrico, y su sabor es casi siempre salado y á veces tambien amargo. Casi todas tienen hierro, que, aun cuando tome parte en las acciones fisiológicas, no está sino en proporciones mínimas, y queda oscurecido por el predominio de los cloruros. Tambien es muy frecuente hallar en las cloruradas iodo y bromo, aun cuando sea en cantidades exiguas. Segun la teoria que hemos desenvuelto en una de nuestras obras, no admitida por la generalidad de los químicos, muchos cuerpos tenidos como distintos, los consideramos como estados isoméricos de uno solo; y en este caso se hallan, en nuestra opinion, el cloro, el ido y el bromo. Mas como ahora no es ocasion de desenvolver este asunto, no entramos en semejante discusion, limitándonos á indicar que el ido y el bromo suelen hallarse en las aguas cloruradas. Lo mismo sucede con el ácido carbónico, el ázoe ó el gas sulfhidrico de que salen algunas acompañadas. Indudablemente que influyen en las virtudes curativas, pero no están estos gases en proporcion bastante para imprimir carácter al agua, y todas las acciones fisiológicas y terapéuticas se supeditan á los cloruros. Como estos mineralizadores se encuentran en casi todas las aguas, solamente clasificaremos como cloruradas aquellas en quienes tengan un predominio quimico y terapéutico, porque si hubiese otro mineralizador predominante bajo los dos conceptos, ó bajo el terapéutico únicamente, entónces no pertenecerán á las cloruradas, sino á la clase á que correspondan por el mineralizador que les dá carácter. Son aguas muy importantes, lo mismo las del género clorurado-sódicas que las del grupo clorurado-sódicas sulfurosas.

Las aguas cloruradas estimulan las membranas mucosas y la piel, y esta accion se extiende hasta los fenómenos mas íntimos de la asimilacion. Desenvuelven el apetito y exigen una alimentacion nutritiva, promueven las secreciones intestinales y urina-

ria, tienen muchas de ellas efectos purgantes, activan las funciones de la piel, y á dichas aguas corresponden propiedades de las medicaciones llamadas resolutive, alterante, purgante y aun tónica. Estos datos sobre las acciones fisiologicas se ampliarán cuando nos ocupemos detenidamente de ellas en otro capitulo.

#### AGUAS FERRUGINOSAS.

Son aquellas en las que existe el hierro en una proporcion cualquiera, aun cuando sea infinitesimal, pero dominando terapéuticamente, mientras que los otros principios se hallan en proporcion muy débil, sin poder imprimir carácter especial á las aguas, dependiendo sus virtudes de la presencia del hierro. Generalmente se encuentra en estado de bicarbonatò, de protóxido, algunas veces de sulfato, y tambien en el de crenato, por cuya última forma M. Fontan y el Dr. Rubio establecieron la divisiion de aguas ferruginosas crenatadas en sus clasificaciones, que constituyen realmente un género en la clase de ferruginosas. Generalmente son frias, abundan mucho en España y en todas partes, y su sabor es estíptico y á veces como de tinta, mas ó menos marcado, segun la cantidad de hierro. Las aguas ferruginosas se usan en las enfermedades ó en los estados constitucionales en que la sangre presenta un empobrecimiento de su elemento ferruginoso ó globular. Pero casi siempre sucede que no es solamente el hierro lo que falta á la economia, sino la facultad de asimilárselo, y de aquí que las aguas ferruginosas no constituyan por si solas una medicacion completa, y son nada mas que un auxiliar de las indicaciones. Por esta razon, y por la circunstancia de ser casi todas frias, poco mineralizadas por los demas elementos, y no de gran candal, no son muy buscadas, á pesar de lo que abundan en todas partes. Como un grupo de esta clase admitimos las manganesianas; pero no todas las aguas que contienen hierro llevan manganeso, ni todas las manganesianas tienen hierro. Estos dos cuerpos son de los que nosotros, con admiracion y extrañeza de muchos químicos, consideramos como estados isoméricos de uno solo, por mas

que tengan reacciones propias; sin embargo de que hay reactivos comunes á los que nosotros admitimos en el concepto indicado. Y por lo que hace á sus acciones fisiológicas y terapéuticas, son unas y otras muy análogas y satisfacen parecidas indicaciones. Algunos autores señalan una clase de aguas metálicas, y como géneros de ellas; las ferruginosas y manganesianas, y también las cúpricas; pero estas últimas están todavía tan poco estudiadas que aun no las admite la Hidrología médica.

#### AGUAS SULFATADAS.

Son las que, como su nombre indica, contienen por elementos predominantes, química y terapéuticamente considerados, los sulfatos de sosa, de cal, de magnesia ó de otras bases. Es muy frecuente encontrarlas con ácido carbónico y aun con sulfhídrico; pero sin que estos gases puedan siempre dar á las aguas carácter terapéutico. Las hay frias, templadas y calientes; y se observa que su mineralización es tanto mas fuerte cuanto mas fria es su temperatura. Es muy variable la aplicación que puede hacerse de ellas, según la clase de sulfatos que las mineralizan. Algunas cuyos sulfatos son de base alcalina, y que además contienen bicarbonato de sosa, no pertenecen en rigor á la clase de las sulfatadas, sino á las alcalinas, por mas que sus acciones terapéuticas no sean tan acentuadas como las de las alcalinas puras. Las de otras bases suelen tener efectos purgantes, especialmente las manganesianas y las cálcicas; así como las llamadas mixtas por no haber ningun sulfato predominante, son de propiedades sedativas y muy propias para algunos estados neuropáticos, para las neurosis y reumatismos nerviosos, y enfermedades del aparato uterino.

#### AGUAS SULFURADAS.

Así llamamos á todas aquellas á quienes dá carácter el azufre, sea que lo contengan en forma de sulfuros ó en la de gas sulfhídrico. Esta diferencia ha motivado la distinción que han hecho

algunos autores en sus clasificaciones de aguas sulfhidricadas y sulfuradas. Pero todavía nos parece de mas importancia la division establecida, por razon de la base de los sulfuros, en sulfuradas sódicas y sulfuradas cálcicas. Por manera que, sin desechar estos nombres, como órdenes de una clase, las reunimos todas tres en la de sulfurosas ó sulfuradas, estableciendo, si se quiere, tres variedades, sulfhidricas, sulfuradas sódicas y sulfuradas cálcicas, sin embargo de que el gas sulfhidrico se encuentra en todas, sea que lo traigan desde su origen, sea que se produzca al salir de la tierra y ponerse en contacto con el aire atmosférico, mediante una descomposicion del principio sulfuroso; pero como tambien hay sulfhidricas sin sulfuros, puede admitirse este grupo cuando dicho gas imprima carácter terapéutico al agua, tal como sucede con las de Ledesma y Carratraca, que son sulfhidricas primitivas, sin sulfuros, fenómeno que no está de acuerdo con la clasificacion de Durand-Fardel.

Las sulfhidricas primitivas sin sulfuros y las sulfuradas sódicas nacen en terrenos primarios; las cálcicas en terrenos de transicion ó modernos, por lo cual se las llama tambien sulfurosas primitivas á las primeras, pues tienen esta mineralizacion desde su origen y en todo su trayecto; y sulfurosas secundarias, por descomposicion, degeneradas ó accidentales á las segundas, porque suelen ser sulfatadas en su origen, y sufren un cambio quimico al atravesar terrenos superficiales trasformándose en sulfurosas. El olor de todas ellas es de huevos podridos; pero las sulfuradas sódicas no le adquieren hasta que no se ponen en contacto con la atmósfera. Las hay de todas temperaturas; pero las calientes son casi siempre las sulfuradas sódicas ó las sulfhidricas primitivas, aunque hay muchas frias á causa del largo trayecto que recorren; las cálcicas son por lo comun frias, y mas cargadas de mineralizadores que las sódicas. Tanto unas como otras son las que mas pronto se descomponen al contacto del oxigeno del aire atmosférico. Las de base de sódio desprenden á su salida ázoe puro ó mezclado con el gas sulfhidrico; y las de base de calcio dan una mezcla de ázoe y de

ácido carbónico. Las sódicas son muy ricas en materia orgánica soluble, y sus confervas no tienen analogía con las de las aguas sulfuradas cálcicas. Aquellas abundan en cloruros de sodio; estas en sulfato de cal.

Las aguas sulfurosas ó sulfuradas son de muy numerosas indicaciones, porque satisfacen las exigencias de las diátesis herpética, reumática y escrofulosa, así como tambien convienen á la sífilis y al mercurialismo; diátesis que casi siempre forman la base del mayor número de las enfermedades crónicas.

## RESÚMEN DE MI CLASIFICACION QUÍMICO-TERAPÉUTICA.

### 1.ª CLASE.—Acidulas.

Caractéres físicos, químicos y geológicos  
mas notables.

Propiedades terapéuticas mas  
principales

Nacen en terrenos primitivos, volcánicos y de transición, mas comunenté que en los terrenos sedimentarios inferiores, medios y superiores, aun cuando tambien se hallan en terrenos hullíferos y en los sedimentarios citados antes; pero en las regiones de volcanes apagados es donde mas abundan, y se encuentran en sus inmediaciones pórfidos, traquitos y basaltos. Cuando en un terreno hay una de estas fuentes, suelen existir várias de igual clase en un radio no muy distante.

Son transparentes, de sabor ágrío, frias ó termales, hacen espuma ó desprenden abundancia de burbujas, dan reacciones ácidas, y los demás mineralizadores están en escasa proporcion; de modo que no le quitan al ácido carbónico ni su predominio químico, ni tampoco el terapéutico.

Se emplean en las neuralgias, gastralgias y dispepsias, sobre todo en el reumatismo nervioso; y el gas carbónico se utiliza en algunos establecimientos, al salir de las aguas termales, en forma de inhalacion, deglucion, inyeccion, duchas y baños, contra las afecciones catarrales y nerviosas del aparato respiratorio, del asma, de la faringitis granulosa, de la gastralgia y del reumatismo.

2.ª CLASE.—Alcalinas.

Caractéres físicos, químicos y geológicos mas notables.

Son incoloras é inodoras, no tienen sabor, ó es térreo alcalino, á no ser que alguna cantidad de ácido carbónico les dé el sabor acedulo que le es propio. La base dominante es la sosa, comunmente en forma de bicarbonato; frias el mayor número, aun cuando tambien las hay termales, y muy pocas fuertemente calientes, son aguas de las que hay muy pocas fuentes. Dan reacciones alcalinas, emergen de los mismos terrenos que las anteriores, y por lo tanto tienen iguales caractéres geológicos.

3.ª CLASE.—Azoadas.

Escasa mineralizacion, sabor nulo, claras é inodoras, frias ó termales, fuentes muy escasas en número. Apanan una luz cuando se la sumerge en la atmósfera del ázoe que desprenden. Las reacciones que dan dependen de los otros mineralizadores. Tambien son propias de terrenos primitivos.

4.ª CLASE.—Carbonatadas.

Son aguas de escasa mineralizacion y baja temperatura, con raras excepciones, predominando el bicarbonato cálcico por lo comun, ó bien de bases mixtas, y sin que el ácido carbónico libre les dé carácter químico ni terapéutico. Son transparentes, límpidas, incoloras y sin sabor. Nacen en

Propiedades terapéuticas mas principales.

Sirven especialmente para las enfermedades del hígado, la gota, la diátesis úrica, los cálculos, las arenillas, los infartos viscerales, la dispepsia, la diabétes, los catarros de la vegiga urinaria y algunas enfermedades de la piel.

Sus indicaciones principales son en la hemoptisis, tuberculizacion pulmonar, catarros bronquiales y laríngeos, en el asma, enfermedades del hígado y en las del estómago.

Se emplean como aguas de mesa, y son útiles en las dispepsias, pirósis y acedias. Tambien en los catarros é infartos de los órganos génito-urinarios, tanto del hombre como de la mujer, y obran produciendo efectos sedativos.

**Caractéres físicos, químicos y geológicos  
mas notables.**

**Propiedades terapéuticas mas  
principales.**

los mismos terrenos que las acídulas y las bicarbonatadas sódicas. Sus reacciones son neutras, ó ligeramente alcalinas en algunas de ellas.

**5.ª CLASE.—Cloruradas.**

Son transparentes, incoloras é inodoras; algunas tienen olor sulfuroso. El sabor es salado, y en algunas amargo y salado á la vez. Otras no tienen sabor. El mayor número de ellas son templadas; pero las hay muy calientes, y tambien frías. Son las aguas mas abundantes en principios fijos, dominando el cloruro de sodio, y despues siguen los cloruros de magnesio y los bicarbonatos alcalinos y térreos. Casi todas tienen una proporcion mas ó menos sensible de hierro; muchas desprenden una cantidad de ácido carbónico, sin que sea suficiente para dar á las aguas carácter químico ni terapéutico. Suelen tener iodo y bromo, aun cuando se escapan al análisis por su exígua proporción. Abundan en confervas verdes. Emergen de terrenos secundarios, terciarios y modernos, y de todos aquellos que revelan la existencia de grandes depósitos de sal gema, como lo son el triásico y el cretáceo.

**6.ª CLASE.—Ferruginosas.**

Son incoloras mientras no se exponen al contacto del aire; pero así que este reacciona sobre ellas, ó bien algun tiempo despues de embotelladas,

Aun cuando sus aplicaciones se fundan en la proporción de los cloruros, aquellas varían algo segun que contengan ó no ácido carbónico libre ó gas sulfhídrico. Pero en general constituyen una medicación tónica ó alterante. Tambien se buscan en ellas efectos purgantes, sobre todo en las que son frías ó ligeramente templadas. Lo mas comun es no emplearlas sino como remedio externo. Sus indicaciones están en el linfatismo y el escrofulismo, en las enfermedades de la piel de este origen; tambien aprovechan en la plétora abdominal, en los infartos del hígado, en el reumatismo, en las parálisis y en las heridas.

En la terapéutica hidrológica no constituyen estas aguas una medicación completa, sino que mas bien son consideradas como un medicamento

Caractéres físicos, químicos y geológicos  
mas notables.

Propiedades terapéuticas mas  
principales.

depositan el hierro en todo ó en parte en estado de sesqui-óxido hidratado. Su sabor es mas ó menos estíptico, según la cantidad de hierro. En las fuentes se encuentra un óxido rojo de hierro en las paredes, en el suelo y en los conductos por donde las aguas atraviesan. Son poco mineralizadas y casi todas frias. Estan en gran número, pero el caudal de los manantiales suele ser escaso. Solamente cuando el hierro dá carácter terapéutico al agua, es cuando se la llamará ferruginosa; lo cual sucede cuando los otros mineralizadores se hallan en escaso número, en exiguas proporciones y no son de los que modifican visiblemente las funciones orgánicas. Nacen por lo comun en terrenos superiores ó modernos, y algunas en los graníticos ó de transición. Pueden establecerse tres géneros de estas aguas, bicarbonatadas, sulfatadas y crenatadas, adicionando las manganesianas por sus analogías con las ferruginosas.

**7.ª CLASE.—Sulfatadas.**

Sus principios dominantes son los sulfatos de sosa, de cal y de magnesia, aun cuando tambien las hay de otras bases, y algunas contienen gas sulfídrico y carbónico. Cuanto más modernos son los terrenos que atraviesan, más abunda en ellas el sulfato de cal. Las hay frias, templadas y calientes, y la mineralizacion está en razon inversa de la temperatura; ó lo que es lo

auxiliar para llenar indicaciones de tonicidad. Se emplean en la clorosis y cloroanemia, en neuralgias dependientes ó complicadas con aquellos estados de la sangre, y en padecimientos nerviosos del estómago del mismo origen. Son limitadas sus aplicaciones terapéuticas, á causa de no estar bien estudiadas sus acciones fisiológicas.

Si el sulfato dominante es de base alcalina, y ademas contienen bicarbonatos de sosa, sus acciones terapéuticas se aproximan á las de las aguas de la clase 2.ª Cuando esto no sucede, sus propiedades son sedativas, y producen buenos resultados en estados neuropáticos, en los catarros vesicales, en infartos dolorosos de la matriz, en el reumatismo nervioso; y tambien

Caractéres físicos, químicos y geológicos  
mas notables.

mismo, cuanto más baja tiene la temperatura un agua de esta clase, mas fuerte es su mineralizacion. Nacen de sedimentos superiores y medios por lo comun, y las sales que contienen les comunican un sabor soso ó amargo.

8.ª CLASE.—Sulfurosas.

Sus mineralizadores principales son los sulfuros de sodio ó de calcio, con desprendimiento primitivo ó secundario del gas sulfhídrico. Casi todas son transparentes, pero algunas se enturbian despues de su contacto con el aire. Su olor es mas ó menos pronunciado á huevos podridos, y el sabor participa de esa cualidad. Las templadas y calientes son untuosas al tacto.

Estas aguas difieren en muchas cosas, segun que sean sulfurosas sódicas ó sulfurosas cálcicas. Las sódicas nacen en terrenos primitivos, la sulfuracion la traen desde su origen, no adquieren el olor á huevos podridos hasta que se ponen en contacto con el aire atmosférico; son por lo comun termales y muy calientes; algunas las hay, sin embargo, frias; están menos fuertemente mineralizadas que las cálcicas; predomina en ellas el cloruro de sodio entre los mineralizadores adjuntos á los sulfuros; á su salida de los manantiales desprenden ázoe puro ó casi puro, y gas sulfhídrico; son muy abundantes en materia orgánica soluble, y sus confervas no

Propiedades terapéuticas mas  
principales.

suelen convenir en algunas dermatosis y en infartos viscerales, sobre todo cuando, ademas de usarlas en baño, se administran al interior en dosis purgantes.

Son las que tienen mayor número de aplicaciones, y constituyen la medicacion más extensa en la hidrologia mineral. Se emplean en las diátesis herpética, reumática y escrofulosa, tanto contra las diátesis mismas como contra sus multiplicadas manifestaciones; en los catarros del aparato respiratorio; en la sífilis y en el mercurialismo; en la clorosis, amenorreas, leucorreas, metritis crónicas, catarros de las vias urinarias, en las dispepsias y gastralgias por metástasis herpética; en las enfermedades de la piel y en muchas de las llamadas quirúrgicas, como úlceras, cicatrices con ó sin retracciones, enfermedades de los huesos, cáries y necrosis, etc. Conviene tambien, cuando son de temperatura elevada y con poco gas sulfhídrico, en las hemiplegias y paraplegias, aunque dependan de hemorragias en los centros nerviosos.

Caractéres físicos, químicos y geológicos  
mas notables.

Propiedades terapéuticas mas  
principales.

tienen analogía con las de las sulfurosas cálcicas.

Hay tambien aguas sulfhídricas primitivas sin sulfuros, que desde el punto de origen y de su mineralizacion tienen ya el gas sulfhídrico debido á fenómenos plutónicos ó de volcanismo. Tanto estas como las anteriores, aunque termales en su origen, pueden llegar frias á la superficie de la tierra por los largos rodeos que dán antes de su salida, y de ellas hay muchas en España. Algunas, tanto de las frias como de las calientes, además del ázoe suelen contener ácido carbónico, pero en mucha menor proporcion que las cálcicas.

Estas últimas nacen en terrenos de transición ó moderno; no son sulfaradas desde su origen, sino que esta cualidad la adquieren en su trayecto por algunos terrenos, en los que los sulfatos se trasforman en sulfuros. Comunmente son frias, y muy pocas termales. Están mas cargadas de minerales que las sódicas, predominando los sulfatos de cal entre los principios fijos; si desprenden ázoe, está mezclado con ácido carbónico en abundancia.

Unas y otras se descoponen fácilmente por la accion del oxígeno del aire atmosférico. Los sulfuros ó el gas sulfhídrico han de ser los que den carácter terapéutico á estas aguas para que las coloquemos en la referida clase.

...the ... of the ...

## CAPÍTULO IV.

---

**Estudio de los fenómenos fisiológicos de las varias clases de aguas minerales, deducidos de las observaciones clínicas, ó sea de los que presentan los enfermos que las usan.—Indicaciones principales que satisface cada clase de aguas.—Síntesis de las medicaciones que constituyen.—Criterio terapéutico.**

Aun cuando algunos de los mineralizadores que contienen las aguas explican, hasta cierto punto, sus acciones curativas, es también evidente que cualquiera de ellos, administrado solo, bajo alguna de las formas farmacológicas ordinarias, produce acciones fisiológico-terapéuticas muy distintas de las que desenvuelve cuando se halla mezclado á otros principios en las aguas minerales. Así es que de la composición química no pueden deducirse más que conjeturas sobre las virtudes medicinales de un agua. Es indudable que del conjunto de los mineralizadores que se hallan asociados en las aguas, de su termalidad y de las acciones eléctricas que son susceptibles de determinar en el organismo, han de depender sus efectos fisiológicos y terapéuticos; y de aquí que no sea posible elaborar aguas artificiales con esas mismas propiedades, por bien imitadas que se hagan en cuanto al número de los principios químicos y á sus proporciones. Los que se han dedicado á verificar el estudio de las acciones de las aguas minerales sobre el organismo, han comenzado por querer apreciar los efectos fisiológicos de las mismas, consignando algunos hechos importantes; pero que no son todos los que deben constituir la verdadera patogenia de este agente terapéutico.

Así, por ejemplo, al ocuparse de las aguas SULFUROSAS, se ha dicho que son escitantes, que estimulan la membrana mucosa

gastro-intestinal, que aceleran el pulso y ocasionan un sentimiento de ardor interior, con insomnio y una agitacion nerviosa que se parece á la que se desarrolla por el café.

En efecto, tales fenómenos se producen, y existen esas acciones escitadoras en las aguas sulfurosas, así como otras provocan distintas modificaciones orgánicas, y por lo tanto compondiaremos lo que sobre sus efectos fisiológicos se ha recogido en las observaciones hechas al lado de los manantiales en los enfermos que han hecho uso de ellas.

## I.

### AGUAS SULFUROSAS.

#### **Fenómenos fisiológicos observados en los enfermos bajo la influencia de las aguas minerales.—Algunas indicaciones que satisfacen.**

Provocan la escitacion gastro-intestinal y de los sistemas circulatorio y nervioso; determinan un aumento de apetito y otras veces la inapetencia, así como el estreñimiento ó la diarrea, segun sea su mineralizacion fuerte ó débil, y con arreglo á la idiosincrásia de los sugetos que las beben. Despues de esa escitacion general, aparece una traspiracion cutánea ó exantemas en la piel, y otras veces un aumento en la secrecion de orina, que por lo comun suelen servir de medio eliminatorio ó de movimientos criticos para la curación de las enfermedades crónicas que se someten á estas aguas. Su actividad es mayor usadas interior que esteriormente; y cuando se las emplea en baño reblandecen la piel, calman su eretismo, restablecen la traspiracion y activan las funciones cutáneas, obrando de un modo especial sobre los sistemas tegumentario y linfático. Suscitan ademas una fluxion irritativa en ciertos órganos importantes, particularmente en el pulmon, en el cerebro y en los órganos

génito-urinarios de ambos sexos. En los sujetos biliosos y linfáticos es mas frecuente que se produzca el estreñimiento por el uso interno de estas aguas, mientras que en los nerviosos se suscita con mas facilidad la diarrea; pero esto no sucede sino despues de algunos dias, durante los que las funciones digestivas se hallan algo entorpecidas. Tambien suelen provocar un movimiento febril, que es favorable cuando no pasa de ciertos limites. En algunos sujetos muy susceptibles se produce dolor de cabeza, que por lo general desaparece pronto. De manera que, reasumiendo las modificaciones orgánicas que producen en los enfermos estas aguas, resulta: que en el *tubo digestivo* se manifiestan por boca pastosa, inapetencia, digestiones lentas y estreñimiento, cuyos síntomas desaparecen al cabo de unos ocho dias; y si las aguas son muy activas, ocasionan una sensacion molesta de peso en la region epigástrica con inapetencia y náuseas. Las cámaras son negruzcas ó verdoso-oscuras; y, como ya digimos, los de temperamento sanguineo ó bilioso y de constitucion robusta, son mas propensos al estreñimiento que los linfáticos y los nerviosos. Si se prolonga el empleo en bebida, se determina una irritacion en el tubo intestinal, que se manifiesta por un aumento de secrecion mucosa, de jugos gástricos y de bilis, con calor en la region epigástrica, y á veces produccion de fiebre. En el *aparato circulatorio* se advierte aceleracion de pulso mas ó menos marcada segun las condiciones de cada individuo, calor general aumentado, pesadez de cabeza, insomnio, ó disposicion al sueño, escitacion general de la circulacion capilar, y por consiguiente coloracion roja ligera de la piel, con facilidad para exhudar sangre por ella cuando se halla denudada de su epidermis, ó existen cicatrices poco consolidadas. Los movimientos del corazon adquieren mayor fuerza y frecuencia, con palpitaciones á veces, que suelen acompañarse de calor y rubicundez del rostro, fenómenos que exigen la suspension del tratamiento, ó una disminucion en las dosis del agua, lo mismo que cuando aparece el movimiento febril. En el *aparato respiratorio* se observa la misma escitacion, y la respiracion es mas activa y mas estensa con sentimiento de bien

estar y mayor sonoridad en el pecho á la percusion; pero en algunos sugetos aparece fatigosa y hasta se verifica con dolor cuando estan afectados de ciertos padecimientos de la tráquea, de los bronquios ó de las pleuras. La espectoracion es mas abundante y mas fácil, y alguna que otra vez sanguinolenta, debido á circunstancias de los sugetos, á la fuerte sulfuracion de las aguas ó á las dosis escesivas que se emplean. *En el sistema nervioso* se observa, como ya dijimos, que el sueño es interrumpido, ligero, penoso con pesadillas, y necesidad de hacer movimientos, sueños eróticos á veces; y ademas irritabilidad general, agitacion y algunos espasmos. Estos sintomas se presentan al principio del tratamiento; pero si las aguas estan indicadas, se calman muy pronto, y hay muchos sugetos en los que no aparecen, ó son apenas sensibles tales fenómenos. En el *aparato génito-urinario* se determina un aumento en la secrecion renal, y las orinas son abundantes y sedimentosas; habiendo tambien escitacion en los órganos sexuales, y en la muger una congestion uterina que favorece la presentacion de sus reglas. En la *piel* suele advertirse un ligero prurito y un aumento en la secrecion cutánea. Con algunas de estas aguas se pone la piel suave y como untuosa cuando se emplean en baño, y provocan, lo mismo administradas al interior que aplicadas esteriormente, el desarrollo de erupciones miliars muy importantes, aunque no siempre necesarias, para la curacion. Unas veces se presentan dichas erupciones durante el tratamiento, y otras en el periodo cuarentenario.

Todos estos fenómenos se han comprendido bajo la denominacion de accion escitante de estas aguas, que se localizan muy especialmente en las membranas mucosas y en la piel; pero que se extiende á todo el organismo.

#### AGUAS SULFATADAS.

Segun la base que las caracterice, así variarán los efectos fisiológicos que produzcan. Las sódicas y magnesianas que acarrean movimientos laxantes y purgantes, determinan en el apa-

*rato digestivo* una estimulacion y mayor actividad en sus funciones; y si son muy mineralizadas, aumentan la secrecion intestinal y provocan cámaras mas ó menos abundantes. Igual estimulacion llevan al hígado, cuyas secreciones se aumentan igualmente. Bajo la accion de estas aguas se escita la sed, se reaniman las funciones gástricas y nutritivas, se modifican y regularizan muchas secreciones y escreciones, siendo por lo tanto las membranas mucosas y el sistema glandular los puntos sobre los que primitiva y mas directamente producen sus efectos finológicos. En el *aparato circulatorio* se observa en un principio aceleracion de pulso, que muy pronto se cambia por una disminucion en su fuerza y en su frecuencia, haciéndose á veces irregular; pero luego que pasan los efectos primitivos del agua, vuelve la circulacion á su estado normal. En ocasiones puede presentarse una fluxion hemorroidal por la accion irritadora sobre la porcion inferior del intestino. En el *aparato respiratorio* se nota mas facilidad para la expectoracion, y mas libertad en los movimientos torácicos; pero á veces sucede que con estos fenómenos coincide una notable sequedad de la piel, lo que no suele ser de buen agüero en las enfermedades que se tratan por estas aguas. El *sistema nervioso* se impresiona de un modo simpático, por la irritacion gastro-intestinal que las aguas provocan; pero esta agitacion nerviosa dura pocos dias, á no ser que se haya abusado del remedio. En el *aparato genito-urinario* obran de muy diferente manera segun la clase de los sulfatos que dominan en ellas; asi es, que hay unas que no producen modificacion sensible en la secrecion de orinas, como no sea el aumento debido á la cantidad de agua que se bebe, mientras que otras, de base alcalina, activan la secrecion renal é imprimen modificaciones quimicas en el liquido segregado. Por lo comun no determinan en los órganos sexuales modificaciones apreciables, como no sea alguna accion sedante sobre ellos, especialmente en el aparato uterino, por cuya razon son estas aguas muy útiles en varios padecimientos de la matriz. En la *piel* se advierte cuando se usan en baño, y aun cuando solo se empleen en bebida, que regularizan las secreciones de este te-

gumento, provocando á veces erupciones cutáneas análogas á las que se observan por la influencia de las aguas sulfurosas; mas para esto es necesario que sean de mineralizacion fuerte, pues las débiles, sobre todo si son de bases alcalinas, dirigen su accion mas bien hácia los riñones que sobre la piel.

Del conjunto de fenómenos que suscitan las aguas de que nos ocupamos se deduce, que determinan un movimiento molecular en la célula orgánica, produciendo una derivacion hácia la membrana mucosa del tubo intestinal, y alguna vez hácia la piel ó el aparato urinario, con lo que se cambia el curso, la forma y el sitio de muchos padecimientos, restableciéndose funciones suprimidas, y favoreciendo la resolucion de varios infartos linfáticos y viscerales, reasumiéndose sus acciones en la que, en el antiguo lenguaje médico, se ha llamado medicacion resolutive y derivativa.

#### AGUAS FERRUGINOSAS.

Han sido calificadas estas aguas, bajo el punto de vista terapéutico, como tónicas y reconstituyentes, ya por la actividad que suscitan en todos los tejidos, ya tambien porque prestan un elemento importante para la formacion de los glóbulos rojos de la sangre; así es que este líquido adquiere por su influencia mas plasticidad, irradiándose semejante cambio á todo el organismo, y especialmente á las funciones asimilatriees y á las fuerzas musculares. Sobre el *aparato digestivo* obran aumentando la secrecion de los jugos gastricos, escitan el apetito y facilitan las digestiones, dando á las sustancias alimenticias mejores condiciones para su asimilacion. Si el agua es muy mineralizada, ó se usa en dósis crecidas, puede producir sensacion de peso y de dolor en la region epigástrica, y tambien cefalalgia y síntomas de hiperemia cerebral. Además, se presenta un estreñimiento pertinaz, ó bien diarrea con dolores intestinales, siendo los sugetos sanguineos los mas propensos á estos accidentes. Por lo comun las cámaras adquieren un tinte negruzco cuando las aguas son muy fer-

ruginosas, en cuyo caso suelen provocar alguna evacuación sanguinolenta. En *el sistema circulatorio*, además de la modificación de la sangre, que adquiere mayor plasticidad como hemos dicho, se observa que el corazón y las arterias laten con más fuerza y velocidad, haciéndose por lo tanto el pulso más vigoroso y más lleno, cuya actividad se extiende á los vasos capilares, participando todo el organismo de esta sobreactividad de la circulación. El calor general se aumenta, y se regularizan y activan todas las funciones, desapareciendo gradualmente la estancación sanguínea que existiera por atonía de algunos órganos. Es de advertir, sin embargo, que hay personas de constitución tan tórpida, que no experimentan ningún fenómeno de circulación con el uso de estas aguas. En *el aparato respiratorio* aparecen también modificaciones simpáticas y secundarias, que se revelan por una mayor escitabilidad en el órgano pulmonar, cuyos movimientos son más estensos, admitiendo por lo tanto mayor cantidad de aire en cada inspiración, descomponiéndose con más prontitud y facilidad dicho fluido, y de aquí una sanguificación más perfecta y saludable. En *el sistema nervioso* no puede menos de espermentarse un cambio consecutivo á las condiciones que adquiere la sangre bajo la acción de estas aguas; así es que hay un aumento en la contractilidad y en la sensibilidad latente, fenómenos importantes, no solo para la mejor asimilación nutritiva, sino también para el cambio celular indispensable en la curación de muchas enfermedades. En *el aparato génito-urinario* se observan los mismos fenómenos de actividad; la fuerza contractil de la vejiga y de la matriz adquiere mayor energía; los órganos sexuales tienen más actividad para las funciones generatrices, y hay un aumento en la secreción urinaria, sobre todo cuando el hierro va unido á principios alcalinos, observándose que las orinas toman un tinte negruzco si se vierte en ellas una infusión de nuez de agallas. En *la piel* se nota mayor coloración, por efecto de la actividad en la circulación capilar; pero no hay grandes cambios en este órgano, aun cuando las aguas se usan en baños; y únicamente parece que la traspiración disminuye y está más seca la piel,

sin que se provoquen erupciones, como sucede con otras aguas. Sin embargo, á veces se determinan pústulas en la cara, parecidas al acné, y tambien en el pecho y en la espalda.

Son, pues, las acciones que tales aguas determinan tónicas y reconstituyentes, obrando con predileccion en el sistema circulatorio y en la composicion de la sangre, irradiándose luego esa actividad por todo el organismo, modificando la proliferacion celular, con lo que han de poder curarse muchas enfermedades. En estas modificaciones influye el grado de mineralizacion, su termalidad, las dósís á que se administren y la manera de emplearlas.

Hemós visto en otro lugar que el manganeso puede hallarse unido al hierro en algunas aguas ferruginosas, y que hay otras manganesianas que no contienen hierro. En uno y en otro caso sus efectos fisiológicos son muy análogos á los que acabamos de describir. Unas y otras escitan el estómago, aumentan el apetito, activan la circulacion y la respiracion, modifican la composicion de la sangre haciéndola mas plástica, y por lo tanto determinando una mayor asimilacion en todos los tejidos; de donde resultan movimientos musculares mas enérgicos, lo mismo que en todas las funciones una mayor regularidad y actividad.

#### AGUAS CLORURADAS.

**Diferentes acciones dependientes del uso interno y externo, y de la variable termalidad, propias de todas las aguas, aunque concretamente su estudio á las cloruradas.**

Los fenómenos fisiológicos varían en todas las aguas, segun que se usen frias ó calientes; y como las cloruradas son de las que mas se emplean á diversos grados de calor, nos fijaremos en la diferencia de esos efectos fisiológicos, segun que se administren en bebida fria ó en bebida caliente, y segun que los baños se prescriban de una ú otra manera. Cuando las aguas clo-

uradas se usan frias al interior, producen en *el aparato digestivo* una sensacion agradable de frescura, que parece irradiarse á todo el organismo; diluyen las mucosidades que encuentran en el estómago y en el tubo intestinal, facilitando su espulsion por cámaras; pero no escitan estos organos, sino que mas bien obran como sedantes; así es que, aun cuando determinen efectos laxantes, lo hacen de un modo suave y sin molestias. En *el aparato circulatorio* no se nota ningun cambio, á no ser que el agua tenga una temperatura muy baja, en cuyo caso disminuye el calor general, el pulso se hace mas pequeño y menos fuerte. En *el sistema nervioso* tampoco se advierten cambios sensibles como efectos primitivos del agua mineral, pues los que aparecen mas tarde pertenecen á los secundarios ó terapéuticos. En *el aparato urinario* hay mayor actividad, obrando tales aguas como diuréticas, y arrastrando las orinas mayor cantidad de mucosidades. De manera que cuando solo se emplean al interior, no hay otros fenómenos que los correspondientes á las acciones laxante y diurética, á parte de los que se verifican en la composicion de la sangre, por la propiedad que tiene el cloruro sódico de proteger la formacion y conservacion de los glóbulos, con lo cual estas aguas ejercen acciones que corresponden tambien á las tónicas, y aun á las reconstituyentes. Cuando se emplean en bebida caliente, la sensacion que se experimenta en el estómago pertenece á la temperatura; y ademas de los efectos laxantes, se provoca con facilidad el sudor, escitándose tambien el sistema circulatorio, al paso que son menos marcados sus efectos en la secrecion de la orina, porque como la accion eliminativa se concentra mas en la piel que en cualquier otro órgano, son menos marcados estos fenómenos en el tubo intestinal y en los riñones.

Quando se emplean tales aguas en baños tibios producen efectos calmantes; disminuyen el eretismo de la piel y del sistema nervioso; el pulso pierde de su frecuencia tanto cuanto mas prolongado sea el baño, la respiracion es tambien mas lenta porque sigue la misma marcha que la circulacion. Si los baños son calientes, entonces obran como estimulantes, aceleran la circulacion y la respiracion, se congestionan los capila-

res cutáneos, y la piel se cubre de un sudor abundante. A estos fenómenos se unen la sequedad de la boca y de la garganta, sed intensa, disminucion de las exhalaciones intestinales, estreñimiento, menos secrecion de orina, cuyo liquido adquiere coloracion mas fuerte que en el estado normal. Además pueden presentarse, cuando el baño ha sido muy caliente, vértigos, opresion á la region cardiaca, hiperemia cerebral y hasta la apoplegia. Si los baños se usan frios, como sucede con los de mar, que pertenecen á la medicacion clorurada de las aguas minerales, se experimenta una impresion viva y sin estremecimiento que puede llegar hasta el temblor de todos los músculos; la piel se contrae, tomando el aspecto que se ha comparado á la carne de gallina, adquiere mayor rubicundez por la escitacion y congestion de sus capilares; la respiracion es ámplia, pero forzada y como angustiada, y se presenta la necesidad de orinar. Si se hacen movimientos dentro del baño, desaparecen pronto todos estos fenómenos, y vienen los de reaccion, lo mismo que sucede cuando se sale de él, adquiriendo la piel su color natural, aumentándose la temperatura de todo el cuerpo, y experimentando un bienestar general y mayor actividad en todas las funciones.

De manera que, á parte de las modificaciones que en los efectos fisiológicos introduce la temperatura del agua, las cloruradas obran determinando la regularidad de las funciones digestivas, aumentando el apetito, y ocasionando fenómenos laxantes, que no van acompañados de incomodidad, á no ser que se abuse del agua. Pero si esta se emplea unicamente en baño fresco ó ligeramente tibio, no hay fluxiones intestinales, y hasta es mas comun que se presente el estreñimiento. Las aguas cloruradas obran sobre la sangre, manteniendo la integridad de su composicion química, y evitando que disminuya la hematoplasia. Así es que de un modo indirecto activan tambien la circulacion, la caloricidad y las funciones asimilatrices. A la laxitud orgánica que suele presentarse en los primeros dias, sigue luego una marcada energia en la inervacion, que se estiende á todos los órganos y funciones, incluso á los genito-urinarios; y