

Chile. Las materias arenáceas donde se encuentran estas tres sustancias reunidas frecuentemente en el mismo lugar, llevan en el Brasil el nombre de *casalho*; están formadas de cantos rodados, cuarzosos, unidos entre sí por una materia arcillo-ferruginosa, arenosa, mas ó menos abundante, y que contiene hierro oligisto, óxido de hierro magnético, dioritas granitoides, compactas y esquistosas, etc. Se extienden en grandes espacios, y en todas partes se hallan enteramente al descubierto, lo cual es causa de la incertidumbre que hay respecto á su edad.

Sustancias de los criaderos metalíferos. Con estas sustancias sucede lo mismo que con las que se hallan diseminadas; algunas se hallan en casi todos los criaderos metalíferos; otras forman depósitos particulares, de donde se sigue que se hallan constantemente juntas, y nunca muy rara vez reunidas con otras. Los criaderos de minerales de plata, son en general aquellos en que se encuentran los arseniuros y arseniados de cobalto, á los cuales se hallan siempre asociados, el arseniato de cal; el arseniuro y arseniato de níquel, y también con frecuencia, el arsénico, el bismuto, el antimonio y el arseniuro de plata; algunas veces se encuentran también sustancias cobálticas en las minas de cobre piritoso, ya de los terrenos antiguos, ya de los esquistos bituminosos de la calcárea peneña.

Los depósitos de *galena* (sulfuro de plomo), son los criaderos especiales de los carbonatos, sulfatos y fosfatos de plomo; con estos minerales se encuentra también particularmente la *blenda* (sulfuro de zinc), muchas veces en cantidad considerable que se explota hoy ventajosamente para la preparación del zinc, destinado en la actualidad á muchos usos á que se aplicaba el plomo. La mayor parte de los minerales de plomo, son argentíferos encontrándose en ellos diferentes sustancias argentíferas como el sulfuro, el antimonio, el arseniuro y el sulfo-antimonio de plata. El sulfuro de antimonio, la burnonita, y muchos sulfuros dobles que deben constituir diferentes especies, se encuentra en ellos igualmente. Por último, en estos depósitos, se encuentran los carbonatos de barita y de estroncia, y frecuentemente también el *espato fluor*, aunque se le encuentra en otros diferentes depósitos, y notablemente en los de estaño.

Los depósitos de *cobre piritoso* además de los minerales de cobalto que contienen en diferentes localidades, presentan también todas las materias en que el cobre es uno de los principios, como el carbonato, fosfato y arseniato de este metal: el *cobre metálico*, el *proto-óxido de cobre* el *sulfuro* y las diferentes materias cuprosas que se han confundido con el nombre de *cobre gris*.

Los depósitos de *óxido de estaño* contienen particularmente los *tungstos de hierro*, de *cal*, de *plomo*, el *arseniuro*, y sobre todo, el *arseniato de hierro*, que es característico de estos depósitos, el *sulfuro de estaño* y de *cobre*, los *fosfatos de urano* y de *cal*, y frecuentemente el *topacio*.

Los depósitos de *minerales de hierro* son los mas pobres de todos; se encuentran en ellos pocas sustancias, y quizá no las hay que puedan citarse como si les fueran particulares. Se encuentra en ellos accidentalmente el *carbonato de hierro cristalizado*, el *aragonito*, algunas estalacticas de óxido de manganeso, la *datolita* y el *corindon*. El óxido de manganeso es la sustancia que se encuentra mas constantemente asociada á ellos.

Sustancias en disolución en las aguas. Las aguas que se encuentran en la superficie del globo y que manan en diferentes terrenos, ofrecen aun otro depósito á ciertas sustancias minerales que tienen en disolución. De este modo es según hemos dicho ya como la sal comun se halla en disolución en los ma-

res y en las aguas de muchos lagos que abundan en nuestros continentes. Lo que hay en esto de notable es, que siempre dichos lagos ó los charcos de agua salada se hallan en la inmediación de los terrenos salíferos, y por lo comun puede creerse, que el agua ha tomado de dicho terreno las materias salinas. Otras muchas sustancias, como el sulfato y el carbonato de cal, y aun la sílice aunque muy difícilmente soluble, son disueltas por las aguas que las atraviesan. En los países calcáreos, la mayor parte de las aguas contienen carbonato de cal que depositan en la superficie de la tierra ó en las cavidades subterráneas bajo la forma de estalacticas; parece que en otro tiempo estas aguas calcáreas eran muy abundantes porque han formado en diferentes puntos depósitos muy considerables, y generalmente mas sólidos que puedan hacerlo hoy.

Pero además de estas materias que se hallan en depósitos mas ó menos considerables en el seno de la tierra de donde se puede suponer hasta cierto punto, que han sido extraídos por las aguas, hay otras muchas que nunca se encuentran mas que en disolución tales son los *cloruros de calcio* y de *magnesio*, los *nitrosos de cal*, *magnesia*, de *potasa* y *sosa*, los *carbonatos* y *sulfatos de sosa*, el *sulfato de magnesia*, el *ácido bórico* y los *boratos de sosa*, etc., que se hallan en las aguas de los mares ó de los lagos, en las que manan del seno de la tierra que constituyen las diferentes aguas minerales. Las cuatro primeras sales que son muy delicuescentes, no se solidifican nunca; las otras forman frecuentemente en el fondo de las aguas, cristalizaciones mas ó menos gruesas. El carbonato y el sulfato de sosa, se efflorescen en las orillas de los lagos ó en su fondo cuando se desecan durante los calores del estío.

Los cloruros de sodio (sal comun) de calcio y de magnesio, los carbonatos y sulfatos de sosa, se hallan casi siempre juntos en las aguas de los lagos y en las aguas minerales; únicamente sucede, que unas veces domina el cloruro de sodio, y otras por el contrario, el carbonato de sosa que se puede entonces explotar para el comercio, y que durante los grandes calores que evaporan las aguas se efflorescen en la superficie de las llanuras.

El sulfato de sosa existe muchas veces solo en varias aguas minerales, y también en las galerías de las minas y en las excavaciones de los depósitos salíferos. Lo mismo sucede al sulfato de magnesia, cuya abundancia en algunas localidades hace muy productiva su extracción.

Los nitrosos de sosa, de potasa, de cal y de magnesia, que van siempre juntos, se encuentran en lagos distintos de los primeros; pero también en las llanuras arenosas de todas las partes de nuestros continentes, y en las aguas de los pozos abiertos en estos terrenos en las grandes ciudades. El nitroso de potasa, se effloresce en la superficie de estas llanuras, en las paredes viejas, en las de las caballerizas y corrales, y en la superficie de las colinas calcáreo-arenosas.

El nitroso de sosa, ha sido particularmente hallado en capas muy delgadas, muy estensas, muy cerca de la superficie del suelo, y cubierto únicamente por depósitos limosos muy modernos, con los cuales se halla mezclado.

El ácido bórico y el borato de sosa, son también sustancias que se hallan en lagos particulares. El ácido bórico ha sido observado en las lagunas de las cercanías de Siena en Toscana, en las cuales cristaliza en masas pequeñas compuestas de pajitas brillantes. El borato de sosa, se encuentra en disolución de las aguas de ciertos lagos de la India á quince días de marcha de Teschulumbu ó de las montañas del Tibet en el canton de Sumbul. Se asegura, que cristaliza algunas veces en el fondo de estos lagos, lo cual puede explicar su presencia en otros puntos del Tibet

bajo la forma de capas pequeñas cristalinas á la profundidad de algunos pies. También se le cita en Ceilan, provincia de Purbarth, en Persia, en la Tartaria meridional y en China; se asegura que existe en abundancia en las minas de Viquintipa y de Escapa en el Potosí.

Es muy difícil saber cuál es el origen de estas diferentes sales que se encuentran en las aguas sin conocer sus depósitos en la serie de las formaciones minerales. En este punto no puede haber mas que ciertas probabilidades, relativas sobre todo á algunas de ellas. Berthollet despues de haber visitado el valle de los lagos de Natron en Egipto, despues de haber observado que en todos los lugares bastante conocidos el carbonato de sosa va acompañado de sal comun, y se halla en la inmediación de los depósitos calcáreos, ha creído que esta sal procedía de la descomposición de la sal comun por el carbonato de cal, y que esta descomposición se facilitaba por la facultad de efflorescense que posee el carbonato de sosa.

La presencia del sulfato de sosa, se atribuye también á una descomposición de la sal comun, y entonces por el intermedio del sulfato de magnesia, sobre todo á temperaturas bajas, porque en el invierno es cuando el sulfato de sosa se halla en mayor cantidad en los lagos; pero hay que convenir en que esta explicación no hace mas que separar un poco las dificultades, porque ante todo se necesita tener sulfato de magnesia, y es difícil determinar su origen.

El origen de los nitrosos no es menos difícil de explicar que el de las otras materias salinas; pero hablaremos de esto mas adelante.

Sustancias que se forman diariamente. La mayor parte de las sustancias minerales que observamos, se han formado en los diferentes yacimientos en épocas muy distantes de nosotros, y no podemos formar mas que conjeturas acerca de su origen; pero las grandes operaciones que han podido formarlas, no se han interrumpido aun del todo en la superficie del globo, y todavía vemos algunas materias formarse, por decirlo así, á nuestra vista, lo cual puede darnos al menos algunas ideas acerca de lo que ha pasado en la serie de los siglos.

Las formaciones diarias mas importantes, son las que se verifican en los volcanes; las lavas no son otra cosa sino aglomeraciones de silicatos de diferentes clases que resultan necesariamente de las reacciones químicas de las diferentes materias que contienen las masas fundidas expelidas del seno de la tierra en estas grandes operaciones de la naturaleza. En efecto, las lavas se hallan en estado líquido en el momento de salir del volcan, y solo por enfriamiento se ven aparecer en ellas cristales de diferentes naturalezas; todo prueba también, que la duración del enfriamiento influye mucho en la naturaleza y numero de las materias que se forman, permitiendo sin duda á los elementos unirse en tales ó cuales proporciones. Cuando las materias liquidadas se han enfriado súbitamente, resulta una masa homogénea que por lo comun no presenta en la análisis mas que proporciones indeterminadas, y en la cual apenas se descubren algunos vestigios de metales diseminados. Esto es lo que se verifica por ejemplo en las porciones de materias fundidas que se recogen á la salida del volcan en moldes donde se les hace tomar diferentes configuraciones; entonces no se ve mas que una materia tanto mas homogénea, cuanto mas líquida se ha recogido, y algunos rudimentos de cristales de anfigena, augita, etc., cuando se recoge en estado mas ó menos pastoso. La superficie de las corrientes, las materias escoriáceas lanzadas al aire, se hallan frecuentemente en el mismo caso: son materias homogéneas, vídriosas ó pétreas que no ofrecen relación alguna entre las proporciones de sus principios constitutivos. Por el contrario, en el centro de las cor-

rientes donde las materias se solidifican poco á poco, se forman una multitud de combinaciones que cristalizan cada cual á su manera, y cuyo conjunto forma una roca compuesta de una ó otra especie.

Las sustancias que se forman así, son el *silicato albita*, los *silicatos arcillo-ferruginosos* mal conocidos que constituyen las mas veces la parte de la roca, la *anfigena*, las *piroxenas*, las *anfíboles* de diversas clases, las *micas* que se refieren también á diversas especies, los *peridotos*, algunas veces el *silicato orthosa*, la *nefelina* y un gran número de otros silicatos que son mal conocidos, que se encuentran en cristales, en filamentos capilares, en las hendiduras de las lavas. Debemos citar también el *silicato zircon*, el *corindon*, el *aluminato espinela*, un *aluminato ciomorfo* á base de bióxido de hierro, y muchas otras sustancias que se han encontrado rara vez y en pequeña cantidad. Algunas veces se ha supuesto, que estas diversas sustancias eran extrañas á las lavas, y que existían primitivamente en las rocas sobre las que los volcanes habian ejercido su actividad ó su acción, y que habian quedado diseminadas sin alteración en las materias que habian sido fundidas; mas aunque algunos sabios por otra parte de gran merito, han adoptado esta opinión y la han defendido asimismo con empeño, no es posible admitirla sino como una aberración del espíritu humano. En efecto, por una parte la materia de las lavas, existe en el estado de fusión bien distinta en los volcanes, y la mayor parte de los cristales que se observan luego que se ha solidificado, se habrian fundido evidentemente á aquella temperatura como los vemos fundirse al fuego de nuestros hornos; por otra parte, examinando atentamente las lavas, se ve que los cristales de las diferentes sustancias que se pueden distinguir en ellas, se hallan entremezclados y se penetran mutuamente de todas maneras y que sucede bastante frecuentemente que envuelvan las partes de la materia que forma la base general de la lava, lo cual indudablemente no puede verificarse sino siendo los cristales de una formación contemporánea de la de la pasta que los contiene. Finalmente, no hay razon para suponer que en las masas líquidas por el fuego de los volcanes, deje de suceder lo mismo que en las mezclas terrosas que hacemos fundir en nuestros laboratorios; ahora bien, en estas fusiones artificiales, vemos perfectamente á las materias cristalizar, y lo que es mas, sabemos formar á nuestro antojo piroxenas, anfíbol, peridoto, etc. Añadamos, que las escorias de nuestros hornos nos presentan también diferentes sustancias semejantes á las que observamos en las diferentes formaciones minerales: en ellas se encuentran peridoto, mica, piroxena, idocrasa, etc.; es pues evidente, que lo que se forma de todas maneras en nuestros hornos, debe asimismo formarse en los volcanes.

Las *solfatargas* ó minas de azufre que se hallan inmediatas á nuestros volcanes que existen con bastante frecuencia en sus cráteres durante los tiempos de calma; pero que se observan también en los depósitos traquíticos, dan lugar asimismo á la formación de diferentes sustancias. El azufre en ellas se desprende comunmente de las diferentes hendiduras de las lavas, se deposita en diferentes puntos sobre sus paredes, ó entra en combustión y da origen á los ácidos sulfuroso y sulfúrico, el primero de los cuales sobre todo se desprende siempre en abundancia. Estos ácidos en vapores, obran con fuerza sobre las rocas inmediatas, las descomponen, ponen en descubierto cuerpos en otro tiempo combinados, y dan origen á una multitud de productos nuevos. La sílice de los silicatos que constituyen los productos volcánicos hallándose en libertad, queda en estado de hidrato (ópalo) que arrastrado por el agua se deposita en pequeñas capas sobre todas las materias como el carbonato de cal de las aguas que manan en los terrenos

calcáreos. La *alúmina*, la *cal*, la *potasa*, los *óxidos de hierro*, de *manganeso*, etc., que forman la base de estos silicatos, se combinan entonces con el ácido sulfúrico, y resultan sulfatos de estas diferentes bases.

El *sulfato de cal*, el *sub-sulfato de peróxido de hierro*, quedan aislados y se depositan en varios puntos; pero el *sulfato de alúmina* que algunas veces se deposita solo, se combina también con el sulfato de potasa, resultando ya el *alumbre*, que es como todos saben una sal soluble, y á la *alunita* que es un sulfato insoluble á base de alúmina y potasa. Es muy probable que del mismo modo se hayan formado los depósitos de alúmina que se encuentran en tantos lugares diferentes en medio de los detritus, de los terrenos traquíticos. Los vapores ácidos son también algunas veces condensados por las aguas y este es el origen de ciertas aguas acidulas sulfurosas que se observan en algunas localidades.

Después de estos focos de producción diaria de diferentes sustancias minerales, es preciso dirigirse á los criaderos metalíferos para encontrar otras. En ellos las diferentes materias que se encuentran en presencia unas de otras expuestas á la humedad que reina casi siempre en estas cavidades subterráneas, obran unas sobre otras, se descomponen y dan origen á nuevos cuerpos que se combinan de todas maneras. Los sulfuros de hierro, se descomponen diariamente y de ellos resultan, ácido sulfúrico y óxidos de hierro, que se combinan inmediatamente; por una parte se forma proto-sulfato de hierro que casi siempre es arrastrado en disolución por las aguas, y por la otra sub-sulfatos de peróxido que se depositan frecuentemente en el interior de las minas bajo la forma de materias pulverulentas de un amarillo parduzco ó bajo la forma de estalactitas. El sulfato de cobre, se produce también frecuentemente sin duda por la descomposición de los dobles sulfuros de cobre y de hierro. Lo mismo sucede con los sulfatos de níquel y de cobalto; pero como estas dos sustancias proceden sin duda de la descomposición de los arseniuros y sulfoarseniuros, sucede también que se forman arseniados de níquel y de cobalto, y aun arseniados de hierro que se mezclan frecuentemente con los sub-sulfatos. También vemos formarse á nuestra vista, carbonato azul de cobre, que se deposita en forma pulverulenta, en las laderas de las montañas, en la inmediación de las minas de cobre. Finalmente en los trabajos antiguos de las minas, se encuentran sobre las paredes de las galerías, un gran número de sales simples ó dobles que la mayor parte son, sulfatos de hierro, de manganeso de cobre, de magnesia, de alúmina, etc.

Es también muy probable que un gran número de sustancias que se encuentran en cortísimas cantidades en los filones cuyas diferentes cavidades tapizan con sus pequeños cristales y que cubren diferentes materias con penachos fibrosos, sean debidos también á formaciones diarias; tales son los arseniados, fosfatos y carbonatos de cobre, comunmente los sulfatos y carbonatos de plomo, el oxi-sulfuro de antimonio ó kermes, que procede indudablemente de la descomposición del sulfuro, y aun muchos sulfuros dobles que no se conocen sino en pequeños cristales, y que no forman la parte esencial de los criaderos metalíferos. En efecto, se pueden citar muchas de estas sustancias que se forman sobre las paredes de las antiguas galerías y aun en los artesonados.

No podemos saber positivamente cómo se forman estas diversas materias en la naturaleza, y podrían hacerse en este punto investigaciones interesantes en las minas, mas es probable que suceda alguna cosa análoga á la que M. Becquerel ha observado en los bellos experimentos sobre la formación artificial de muchas materias, aun insolubles, que ha obtenido

en cristales pequeños bien distintos. Es decir, que son fenómenos electro-químicos.

El principio general descubierto por Becquerel, y que le ha servido para formar todos sus productos, es este; cuando una sustancia ácida se combina con una sustancia alcalina, ó bien cuando se hace obrar una disolución saturada, sobre una que no lo está, la primera toma siempre la electricidad positiva, y la segunda la electricidad negativa. Estasson las dos electricidades, de que se ha apoderado por medio de un tercer cuerpo convenientemente elegido, capaz de ejercer acciones químicas interpuesto entre los dos primeros que hacen uno el papel de ácido y otro el de álcali, para formar una pila cuya acción lenta subsiste todo el tiempo que dura la acción química, y da sucesivamente origen á productos cristalizados, solubles ó insolubles, cuya naturaleza varia con la intensidad de la pila. Así se ve, que poniendo en contacto, en un tubo cerrado por un extremo, deuto-óxido de cobre, una disolución de nitrato de cobre, por ejemplo, y después una lámina de cobre, que forma el tercer cuerpo de que hemos hablado, se forma una pila, en razón de la acción química de la disolución salina sobre el deuto-óxido de cobre, que pone en contacto dos disoluciones, saturadas á diferente grado; porque una parte del nitrato pierde su ácido, para formar sub-nitrato. La parte de la lámina situada fuera del deuto-óxido, y que se halla dentro de la disolución saturada, forma el polo negativo de la pila, mientras que la que toca al deuto-óxido, forma el polo positivo. Ahora bien: la acción química, es un principio sumamente débil, y la sal de cobre en disolución, experimenta una descomposición tal, que su óxido, sin cambiar de estado, se dirige al polo negativo de la pila. Al poco tiempo, aumentando la energía de la pila, este óxido se descompone en parte, y se forma proto-óxido de cobre, que cristaliza en la parte negativa de la lámina, precisamente como cristaliza en la naturaleza. Creciendo aun mas la acción, el óxido de la sal, experimenta una descomposición completa, y el cobre cristaliza puro. Estos fenómenos duran hasta que el deuto-óxido, colocado en el fondo del tubo se ha transformado enteramente en sub-sal; pero cuando la cantidad de este deuto-óxido, es mayor de lo que se necesita para dar lugar á la descomposición completa de la sal cuprosa, se forma nitrato de amoniaco que se deposita en largos cristales prismáticos por efecto de la descomposición simultánea del agua y del ácido nítrico.

Este solo ejemplo demuestra cómo se pueden separar los óxidos de sus combinaciones con los ácidos, desoxigenarlos en todo ó en parte y obtenerlos cristalizados, así como al metal que les sirve de base. Modificando este procedimiento, Becquerel ha hecho cristalizar los proto-óxidos de plomo de zinc y de manganeso. Una precaución que hay que tomar, es usar en lo posible láminas de metal que entra en la sal, porque la atracción de un metal determinado, sobre el mismo metal ó sobre sus óxidos, parece mayor que sobre un metal diferente.

Becquerel ha obtenido el cloruro de plata por el mismo procedimiento. Pone en un tubo ácido hidrocórico, é introduce en él una lámina de plata, colocando luego en el fondo del tubo, carbon expuesto previamente á una temperatura elevada para hacerle conductor de la electricidad. El carbon es aquí el tercer cuerpo que se apodera de la electricidad desarrollada por el contacto de los otros dos, y se forma una pila en que la parte de la lámina de plata que no toca al carbon, se vuelve positiva, atrae el cloro, y se combina con él. De esto resulta, cloruro de plata, que cristaliza y que tiene todos los caracteres del de la naturaleza. Del mismo modo se obtiene cloruro de cobre en hermosos octaedros, etc.

Se pueden asimismo obtener otros cuerpos por un procedimiento diferente. Cuando una combinación

de dos cuerpos se halla en circunstancias tales, que un líquido en contacto con ella pueda obrar con mas fuerza sobre uno de los componentes que sobre el otro, de modo que ocasione una descomposición muy lenta, la sustancia que no ha sido atacada por el líquido, se separa inmediatamente de la combinación, cristalizando. De aquí resulta que un cuerpo para cristalizar, no siempre necesita estar disuelto en un líquido. Así es, por ejemplo, que exponiendo los sulfuros dobles de plata y potasio, de cobre y de potasio, de antimonio y de potasio, de hierro y de potasio, de estaño y de potasio, etc., á acciones eléctricas muy débiles que ocasionan su descomposición, se forman sulfuros de plata, de cobre, de antimonio, de hierro, de estaño, etc., que cristalizan, y cuyo aspecto es el mismo que los que se encuentran en la naturaleza. Del mismo modo se obtienen seleniuros, algunos de los cuales se encuentran en la naturaleza, yoduros, bromuros, etc., que se encontrarán quizá un día entre las sustancias minerales y que todos son compuestos insolubles.

Para obtener las dobles combinaciones de que acabamos de hablar y por cuyo medio se forman sulfuros seleniuros, etc., se usa el aparato siguiente que aplicamos para tomar un ejemplo, á la formación del sulfuro de plata. Se toman dos tubos de cristal, abiertos por ambos extremos; se llena su parte inferior hasta cierta altura de arcilla muy fina, ligeramente humedecida por un líquido conductor de la electricidad; se vierte en la parte superior del uno, una disolución de nitrato de plata, y en la del otro una disolución de hidro-sulfato de potasa, descompuesta ya en parte por la acción del aire, porque de otro modo la acción sería demasiado viva. Se establece en seguida la comunicación de un tubo á otro por la parte superior, por medio de una lámina de plata, y se colocan los dos tubos por la parte inferior en otro tubo que contiene un líquido destinado á establecer una comunicación que será necesariamente muy lenta, entre las dos disoluciones de nitrato de plata y de hidro-sulfato de potasa.

Veamos lo que pasa en este aparato. La extremidad de la lámina de plata, que se halla en contacto con la disolución de nitrato, forma el polo negativo de una pila, y la otra forma el polo positivo; desde este momento el nitrato se descompone: el oxígeno solo se dirige al polo positivo y se combina con el hidrógeno del ácido hidro-sulfúrico, mientras que el azufre que queda aislado, se combina con una porción de lámina de plata que se halla junto á él. Este sulfuro de plata en estado naciente, se combina con una porción de sulfuro de potasio, formado por la descomposición del hidro-sulfato, y resulta un doble sulfuro de plata y de potasio que cristaliza en hermosos prismas.

Tales son los fenómenos que pasan en el primer momento, pero el ácido nítrico, del nitrato de plata descompuesto, empieza pronto á llegar también al polo positivo; su acción se dirige naturalmente sobre el sulfuro de potasio, y produce así la descomposición del doble sulfuro que en un principio se habia formado; desde entonces se forma por una parte sulfato de potasa, y por otra sulfuro de plata, que abandonado muy lentamente cristaliza sobre la lámina de plata porque nada turba los movimientos que las partículas se ven obligadas á hacer para agruparse regularmente.

Este procedimiento puede emplearse siempre que se quieren formar dobles combinaciones en que uno de los componentes es insoluble y obtenerlas cristalizadas; no hay mas que sustituir disoluciones convenientes, á las que hemos citado.

Debe parecer ya muy probable que se verifiquen fenómenos análogos á los que hemos descrito, en el interior de las cavidades subterráneas, y que sea así como se forman diariamente en los depósitos metalí-

feros, las diferentes combinaciones que vemos esparcidas en la superficie de los minerales que constituyen la masa principal de estos depósitos; no es dudoso que si alguno, poseyendo bien toda esta teoría electro-química, recorriera hoy las minas mas ricas en producciones que parecen bastante modernas descubriría la marcha que sigue la naturaleza para formar todos los dias estas diferentes sustancias. Ya vemos claramente cómo han podido operarse diferentes cristalizaciones que se han observado en algunas circunstancias particulares. John Davy se ha proporcionado en Corfú un casco antiguo de bronce hallado en el mar y que estaba cubierto de una costra caliza. Esta costra después de separada ha dejado ver en la superficie del bronce, cristales de cobre puro, de proto-óxido de cobre y de sub-cloruro del mismo metal, circunstancia enteramente semejante á lo que podría suceder en los aparatos que hemos descrito. Medallas de cobre encontradas en un sepulcro antiguo han presentado en su superficie cristales de cobre puro, de proto-óxido de cobre, y de carbonato de este metal.

Así la naturaleza ha hecho en estas circunstancias todo lo que nosotros podemos hacer artificialmente.

CAPITULO V.

DE LAS MATERIAS AERIFORMES Y LIQUIDAS.

Todas las observaciones que hemos mencionado hasta ahora, no tienen relacion sino con los cuerpos sólidos, pero muchas sustancias aeriformes ó líquidas reclaman también nuestra atención en este punto. Sin hablar del aire atmosférico, que rodea la tierra por todas partes, tenemos el gas ácido carbónico, el gas hidrógeno-carbonado, que parecen tener depósitos determinados á veces de gran interés. Entre los líquidos el agua tiene demasiada importancia para ser pasada en silencio.

El *gas ácido carbónico* en estado libre se halla particularmente en las cavernas de los países volcánicos, y en algunas de las de los terrenos secundarios; también existe en el fondo de los pozos y en el de las minas; algunas veces llena enteramente estas cavidades; pero comunmente por efecto de su peso, mayor que el del aire, no ocupa mas que la parte inferior hasta la altura de un pie ó dos, así que los animales pequeños no pueden entrar en estas cavernas sin ser asfixiados, mientras el hombre las recorre sin peligro alguno. Sin embargo es muy prudente no aventurarse nunca en las cavidades subterráneas, donde no se ha entrado en mucho tiempo, y sobre todo en los pozos de las minas, sin haber echado en ellas un cuerpo inflamado para saber sin arde, y por consiguiente si se podrá respirar.

Entre las grutas mas conocidas que contienen siempre gas ácido carbónico, deben citarse, *la gruta del Perro*, á orillas del lago de Agnano, cerca de Nápoles; muchas cavernas de las cercanías de Bolsena; la gruta de Thyphon en Cilicia, en el Asia Meor; la gruta de Auenas en el departamento del Ardeche en Francia; la gruta de la antigua abadía de Laach, á orillas del Rhin, etc., etc. El suelo de estas cavernas parece algunas veces retener el gas en sus pozos y debajo de sí, é impedirle escaparse á la superficie; en efecto, basta en algunos puntos remover la tierra ó cavar á algunos pies para que se desprenda en abundancia.

El *gas ácido carbónico* se halla también en estado de disolución en el agua, y constituye las aguas acidulas gaseosas, de que existen un gran número de manantiales en todos los terrenos primitivos, intermedios, secundarios ó de origen ígneo.

El *gas hidrógeno carbonado* abunda mas que el anterior en la naturaleza, y sobre todo presenta fenómenos mucho mas notables. En primer lugar se despren-

de durante los tiempos calorosos, de las aguas estancadas, en cuyo fondo se encuentran materias orgánicas en descomposición ó materias terrosas que la desecación de los pantanos deja en descubierto durante el verano. Pero también se desprende en abundancia del interior mismo de la tierra y sin que pueda entonces tenerse idea alguna positiva acerca de su origen. Existe en gran cantidad en el interior de las minas de ulla, donde se renueva continuamente y suele producir por su inflamación accidentes funestos; se desprende habitualmente de la masa del combustible y hay capas ó masas donde es tan abundante que basta abrir un agujero con la sonda para que salga un chorro violento que en algunos puntos los mineros tienen siempre encendido. Se ha creído observar que en el mismo depósito todas las capas de ulla no eran susceptibles de producirla igualmente; que se desprendía en mayor cantidad de unas que de otras, y aun hay depósitos enteros que no producen nada. Se ignora absolutamente cuál sea la causa del desprendimiento habitual de este gas, ¿es un resultado de la descomposición que experimentan diariamente en el seno de la tierra las materias orgánicas, cuya acumulación ha dado origen á las capas de ulla? ¿ó bien como se ha creído algunas veces, está formado desde hace mucho tiempo y retenido, comprimido, en los poros del combustible donde no espera mas que una salida para desprenderse con una fuerza proporcionada á su elasticidad? Sobre esto no puede haber todavía una opinión definitiva; hay razones en pró y en contra de estas dos maneras de ver que quizá no son una ni otra verdaderas.

Pero además de esta especie de depósito, el gas hidrógeno carbonado se desprende de gran número de puntos de la tierra, y casi siempre de terrenos arcillo-arenosos fangosos en su profundidad. Sale inmediatamente al través de las arenas, cuando el terreno está seco, ó bien atravesando el agua de los pantanos que las cubren y llega á su superficie, produciendo burbujas mas ó menos voluminosas, ó bien se desprende por las hendiduras de ciertas rocas sólidas. Unas veces este gas existe solo, y no manifiesta su presencia mas que por un olor particular que depende de que no está puro; otras veces está mezclado con petróleo mas ó menos espeso. En muchas circunstancias se desprende también del seno de la tierra con una gran cantidad de materias terrosas disueltas por el agua y muchas veces impregnadas de sal común; hay algunos de estos manantiales que vomitan ó han vomitado en diversas épocas una cantidad considerable de estas sustancias. No se sabe todavía positivamente en qué especie de terreno nace este gas; mas todo concurre á probar, que proviene las mas veces de los últimos depósitos intermediarios, de donde jamás se le ve salir inmediatamente. La presencia de la sal en las materias terrosas que arrastra consigo ó que impele á la superficie de la tierra, conduce naturalmente á buscar su origen en los terrenos, donde se encuentra la sal ordinariamente, y por consiguiente en la parte media de los terrenos secundarios, ó en su parte inferior en la inmediación del terreno ullífero. La presencia del betún puede también conducir en parte al mismo resultado; pero podría igualmente producir la idea de su formación en los terrenos terciarios, porque el betún se encuentra en ellos en muy gran cantidad. Por lo demás, es posible que se forme en muchas especies de terrenos.

Cuando estos surtidores de gas se inflaman, lo cual sucede casi siempre accidentalmente por haberse acercado un cuerpo en ignición, da lugar á lo que se llama terrenos ardientes, fuentes ardientes, fuentes inflamables, fuegos naturales, etc., que algunas veces se han confundido equivocadamente con los efectos volcánicos, con los cuales no tienen relación alguna. La inflamación, se verifica sin detonación,

pero las llamas son algo ruidosas en el primer momento; producen un calor bastante fuerte para calcinar el terreno sobre que arden, y dejan así varios espacios áridos é incapaces de vegetación. Estas porciones de terrenos calcinados, son las que hacen descubrir el sitio de los fuegos durante el día, porque las llamas no son ordinariamente visibles sino de noche; de día son eclipsadas por la luz del sol. El calor que se desprende se hace sentir á alguna distancia, así como cierto olor particular sobre todo cuando el viento le trae. Estos fuegos una vez encendidos continúan ardiendo mas ó menos tiempo, hasta que los apagadas las grandes lluvias ó los vientos fuertes; las lluvias menudas parecen mas bien animarlos que debilitarlos, probablemente porque disminuyen la compacidad del terreno que se opone á la libre salida del gas, por la misma razón se aumenta la intensidad de los fuegos, escarbando la superficie del suelo ó abriendo surcos en él.

Estos manantiales gaseosos son bastante abundantes en la superficie de la tierra, y se citan en todas las partes del mundo. La Italia es la localidad mas notable; en ella existen una gran cantidad de manantiales de esta especie, en la pendiente septentrional de los Apeninos, formados en gran parte de depósitos arenosos, en el Parmesano, el Modenés, el Bolonés, etc., allí es donde se encuentran los fuegos de Velleja, de Pietra-Mala, de Barigazzo, etc. Saliendo de estas comarcas, hay que llegar á las orillas del Mar Caspio, cerca de Baku, para encontrar los mismos fenómenos, el gas se desprende allí en abundancia, con vapores de nafta y de betún de las aberturas de una tierra rojiza y margosa que reposa sobre un terreno calizo. Se citan también en diversas partes de Europa, un gran número de manantiales, que al mismo tiempo que agua, dan también gas inflamable; pero según parece, en muchos casos, son manantiales de agua sulfurosa, de los cuales se desprende gas hidrógeno sulfurado.

El agua que hace un papel tan importante en la superficie del globo, se encuentra en estado sólido, en estado líquido, y aun en el de fluido aeriforme.

El agua en estado sólido, se forma donde quiera que la temperatura se halla bajo cero; permanece constantemente en este estado en todos los lugares en que la temperatura media, se halla hácia este límite ó mas bajo. En los polos existen masas de hielos perpetuos al nivel mismo de los mares; pero bajo los diferentes paralelos, solo se encuentran á cierta elevación sobre las montañas en que las nieves se acumulan sucesivamente. Las alturas donde empiezan estos depósitos aumentan rápidamente yendo de los polos al ecuador, y la observación directa ha dado en este punto los resultados siguientes:

Hácia los 70° de latitud.	540 toesas.
— 65°	770
— 45°	1500
— 20°	2400
el ecuador—	2500

En las regiones ecuatoriales, la temperatura media en el límite de las nieves es, 1°, 5: en las regiones templadas esta temperatura es, —3°, 7: en las regiones glaciales es, —6°. Por esta observación se puede calcular aproximadamente el límite inferior de las nieves á todas las latitudes; basta buscar en la zona tórrida á qué altura, la temperatura de la atmósfera es, 1°, 5; en la zona templada á qué altura es, —3°, 7, y en la glacial á qué altura es, —6° á tal ó cual latitud. Pues bien, partiendo todavía de la observación, se ve que para la primera zona, la altura media á que es preciso elevarse para hallar una disminución de 1° de calor, es de 95 toesas; que en la zona templada es de 89, y en la glacial de 85. Así, pues, conociendo la temperatura media del nivel de

los mares á la latitud dada, basta disminuirla 1°—5 ó aumentarla 3°, 7 ó 6, según la zona, y multiplicar en el primer caso por 95 toesas, en el segundo por 89 toesas, y en el tercero, en fin, por 85, para tener el límite que se busca.

Por ejemplo: hácia el ecuador, la temperatura media es poco mas ó menos 27°: así pues la altura de las nieves es $27 \times 95 = 2422$ toesas. Hácia los 20° de latitud, la temperatura media al nivel de los mares es poco mas ó menos de 26°; el límite de las nieves perpétuas es, pues, $26 \times 95 = 2,327$ toesas. Hácia los 45° la temperatura es de 13 á 14°; límite de las nieves es $17 \times 89 \text{ ó } 18 \times 89 = 1,513 \text{ ó } 1,602$ toesas. En las regiones glaciales hácia los 70° la temperatura media es 0°; la altura de las nieves es, pues, $6 \times 85 = 510$ toesas etc. Estos resultados se aproximan suficientemente por una simple evaluación á los de la observación directa: pero no se les debe suponer exactitud; solo se puede apelar hoy á la observación para conocer las variaciones que una multitud de circunstancias pueden reanimar en las diferentes localidades. Estas masas de nieves eternas acumuladas en la cumbre de las montañas ó caídas de golpe en las cuencas y valles profundos inmediatos, constituyen lo que se llama neveras. Las que proceden de las nieves, caídas inmediatamente de la atmósfera, empiezan en todos los climas en el límite de las nieves eternas, y por consecuencia á 1,500 ó 1,600 toesas en la zona templada; pero las que proceden de las avalanchas, cuyas materias se han acumulado sucesivamente en los valles, se hallan mucho mas bajas y descienden á nuestros climas hasta 700 toesas sobre el nivel del mar en medio de los prados y de las tierras labradas de estas montañas. La masa de las primeras es casi invariable; pero las segundas varían continuamente; unas veces su masa disminuye, y otras aumenta, según el grado de calor de los veranos que las derriten en mayor ó menor cantidad; á veces disminuyen durante algunos años seguidos, y aumentan lo mismo. Estas son las neveras accidentales que se han visitado algunas veces, y que en efecto presentan circunstancias notables; los hielos en efecto se encuentran en ellas en montones acumulados unos sobre otros, y presentan el aspecto del mayor desorden; la masa se halla dividida irregularmente en grietas profundas, y llena de pozos en que caen con estrépito los arroyos que se forman por el deshielo diario; pedazos de hielo, tallados en forma de pirámides agudas como una especie de torres gigantescas, prontas á derrumbarse, cubren por todas partes la superficie del depósito y detienen á cada paso al viajero temerario conducido por la curiosidad. Estos son los mayores y mas terribles espectáculos de la naturaleza; algunas veces se les ha comparado con un mar agitado por la mas terrible tormenta y que se hubiera de repente congelado en el momento que sus aguas espumosas parecían amenazar la tierra con un trastorno universal; pero cualquier pintura que se pudiera hacer, quedaria siempre muy inferior á la realidad. Algunas veces sin embargo la superficie está mucho mas unida; se puede viajar por ella con seguridad tomando las precauciones necesarias para atravesar las grietas, hacer pasar por ella rebaños y bestias de carga durante el estío, abreviando de este modo el camino que habria necesidad de hacer para ir de un sitio á otro.

En nuestros climas, las neveras de alguna importancia, se hallan en montañas muy elevadas, especialmente en los Alpes, existen muchas alrededor del Monte-Blanco, que es el mas alto de Europa: su parte superior á una altura de 1,000 á 1,200 toesas, se halla perpétuamente cubierta de nieve, y los profundos valles inmediatos, se han llenado por los desmoronamientos sucesivos; en la vertiente Norte, encima de Chamouny, se encuentra una gran nevera llamada Mar de hielo, que tiene cinco leguas de largo y una

de ancho en su parte superior, la nevera de Argenticres, la de Bossons, que son mucho mas pequeñas; en la vertiente Sur, se encuentra la nevera de Miage, en la parte alta del valle de Cormayeur, etc. Al Noroeste de San Gotard, se presentan aun varias neveras, entre las cuales debe notarse la inmensa nevera del Ródano, donde este gran río puede decirse que toma su origen; las neveras de Grindenwald, y un gran número de otras alrededor de las montañas designadas bajo los nombres de Rothhorn, Jungfrau, Blumli-salp, etc.

Los Pirineos nos ofrecen también neveras, pero menos considerables que las de los Alpes; pertenecen todas á la primera especie de las que hemos citado; también existen en todas las cordilleras de montañas que son bastante elevadas, respecto á la latitud en que se encuentran.

También existe el agua en estado de hielo en ciertas cavernas, que por esta razón se llaman neveras naturales, donde se conservan todas las estaciones, y aun parece ser mas abundante en verano que en invierno. En unas las masas de hielo son resultado de la acumulación de la nieve durante el invierno, y que no se derrite sino muy avanzado el estío, por la dificultad con que se renueva el aire en aquellas cavidades ó adquiere la temperatura del exterior. En otras podría suceder que el hielo fuera el resultado de la evaporación rápida del agua, causada por las corrientes del aire. En estas cavernas se encuentra particularmente el hielo en estalactitas tan numerosas á veces, y dispuestas de una manera tan pintoresca, como el carbonato de cal en las grutas calcáreas.

Las neveras naturales conocidas, son poco numerosas; la mas considerable existe en Francia, en la parroquia de Chaux, á seis leguas al Este de Besançon, cerca de la abadía de la Gracia de Dios; está á 300 toesas de altura en la calcárea del Jura; otras tres existen en la misma comarca, pero mas pequeñas. Una se encuentra en Hungría, cerca de la aldea de Szilitze, á orillas del Torna, en el condado de este nombre, y que parece haberse formado en las últimas calcáreas intermediarias.

Agua líquida. No nos detendremos á describir minuciosamente los depósitos de agua en estado líquido, y haremos solamente notar que los rios que riegan nuestros continentes, nacen ya de las neveras, ya de ciertos lagos alimentados de diferente modo, y en fin, que por lo general son el resultado de los diferentes hilos de agua que se filtran de las montañas y se reúnen sucesivamente. Pero también existen arroyos y rios subterráneos que están ocultos en una gran parte de su curso, y que vemos en seguida salir inmediatamente de la roca, ya lateral, ya verticalmente, con un volumen de agua bastante considerable para poder sostener inmediatamente un bote, si su lecho no estuviera por lo general cubierto de rocas; se encuentran principalmente en los países de calcáreas secundarias.

Respecto á los lagos, haremos notar que se encuentran á todas las alturas en la cumbre de las montañas, como en medio de las llanuras: en el primer caso son ordinariamente de poca extensión, y sus aguas son bastante puras; en el segundo la extensión suele ser considerable, y las aguas están frecuentemente cargadas de sales de diferentes especies; en las llanuras mas bajas es donde se encuentran especialmente los lagos salados y los lagos de natron. Los lagos de las montañas se encuentran en todos los terrenos; pero son mucho mas comunes en las montañas de calcárea intermedia, que en los terrenos graníticos; se encuentran también en los países volcánicos, y en algunos casos se supone que son antiguos cráteres.

Los manantiales se hallan en todas partes al pié de las colinas ó de las montañas, al través de las cuales pueden filtrar las aguas superiores; son tanto mas

abundantes, cuanto las montañas son mas elevadas ó mas pobladas de árboles, lo cual ocasiona la conservación de los vapores que los vientos transportan á nuestra atmósfera. Se nota frecuentemente en los países de capas horizontales, que los manantiales del mismo canton salen todos al mismo nivel, lo cual procede de que las aguas filtran siempre hasta que han llegado á una capa impermeable, y á la altura de esta, sale al exterior; la misma regla se observa en los pozos, y se suele dar el nombre de tabla de agua á este nivel general. En las comarcas de tabla de agua á las capas. En los países en que la masa del terreno no se halle sensiblemente dividida en capas, como en los países de pórfido y de granito, los manantiales salen indiferentemente de todos lados y á todas las alturas, probablemente siguiendo las hendiduras.

Los diferentes manantiales salinos, acídulos ó hepáticos, no son tan comunes como los manantiales ordinarios: pero no tienen en general otros depósitos; salen de toda clase de rocas, desde el granito hasta los últimos depósitos terciarios. Lo mismo sucede con las aguas termales ó aguas minerales calientes; parece solamente que no se encuentran mas allá de los terrenos secundarios, y que en general en estos terrenos tienen una temperatura menos elevada que en los terrenos mas antiguos.

El calor de las aguas termales, ha dado lugar á muchas hipótesis. Algunas veces se ha pensado, que era debido á la acción de los volcanes; pero como estas aguas se encuentran en todos los terrenos, generalmente muy lejos de las comarcas volcánicas, ha sido necesario recurrir á otra explicación, que no es mejor, y que se ha creído hallar en la descomposición del sulfuro de hierro. Hoy día, se admiten en este punto otras ideas: se ha observado que la temperatura aumenta á medida que se profundiza en el interior de la tierra, en un grado próximamente por cada 20 ó 30 metros de profundidad. Según esto, basta suponer, que las aguas vienen de tal ó cual profundidad, para explicar la temperatura á que se encuentran; así, para las aguas hirvientes ó á la temperatura de 80°, basta suponer que vienen de una profundidad de 2 á 3,000 metros.

Aguas ascendentes ó saltadores. Hay manantiales que salen lenta y tranquilamente de la tierra, y otros que saltan á cierta altura. Los mas notables entre estos últimos, son los del valle de Rikum, al Nordeste

de Skalhot, en Islandia; son en bastante gran número, y llevan el nombre de *geyser*, que según unos se deriva de la palabra *geysa*, saltar, en el antiguo dialecto escandinavo, y según otros significa *furioso*; arrojan por intervalos columnas de agua hirviendo, á veces considerables; se cita uno cuya columna tiene 17 piés de diámetro, y se eleva algunas veces á 150 piés de altura.

Fuentes intermitentes. Estos manantiales de agua hirviendo son intermitentes, es decir, que solo por intervalos lanzan los surtidores de que acabamos de hablar. Pero hay tambien muchos manantiales ordinarios intermitentes; hay algunos que corren consecutivamente mas ó menos tiempo, y cuyo fondo queda despues seco, algunas horas, algunos dias, ó algunos meses. Otros no tienen mas que movimientos de elevación y descenso, que se repiten por intervalos mas ó menos largos; finalmente, hay algunos que están sin correr durante algunos años, y en seguida corren uno ó mas meses.

En muchas localidades, se pueden producir surtidores de agua, que entonces son continuos, horadando el terreno con una sonda á mayor ó menor profundidad: esto es lo que se llaman *pozos artesianos* ó *pozos taladrados*. La teoría de estas aguas, no está aun perfectamente establecida en todos sus detalles; pero parece que la condicion esencial para obtenerla, es la existencia de una capa porosa, susceptible de ser penetrada por el agua entre dos capas impermeables, de las cuales la superior sea sólida. Desde el momento en que se horada esta última, el agua se eleva en el agujero de la sonda, y viene ordinariamente á saltar á la superficie del terreno.

El agua en vapor á la temperatura ordinaria, está siempre mezclada con aire atmosférico; pero se verifica por las hendiduras de diversas rocas un desprendimiento perpétuo de vapor á 100°, con una fuerza considerable y un ruido que se oye á veces á media legua. Estas salidas de vapores, conocidas con el nombre de *fumarolas*, se efectúan, ya en los terrenos calcáreos, ya en los de origen ígneo, antiguos ó modernos; van acompañadas de vapor de ácido hidrocórico, sulfuroso ó hidrosulfúrico. Las aguas que se condensan, contienen ácido bórico, y muchas especies de sales.

Esta evaporación del agua y de las diferentes materias que la acompañan, debe atribuirse á la misma causa, que da el calor á las aguas termales.

PARTE QUINTA.

Uso de las sustancias minerales.

La curiosidad, el deseo de conocer todas las bellezas de la naturaleza, de descubrir algunas de las leyes que presiden á este admirable conjunto de cosas, son sin duda suficientes para determinar á algunos hombres á entregarse al estudio de la Historia Natural; pero ¿qué importan sus descubrimientos á la multitud, si no dan lugar á aplicaciones de utilidad general? Parece que para el mayor número las ciencias no tienen realmente por objeto mas que el adelantamiento de las artes, y que su fin es mejorar la existencia humana.

El reino mineral, es quizá el que ofrece á los usos de la vida mas aplicaciones útiles, que ofrece mas recursos á la industria, emplea mas hombres en los estados civilizados, y produce en ellos mas riquezas.

El arte de la construcción, toma de él la mayor parte de los materiales para las construcciones esenciales, como para el adorno de los edificios; la agricultura, encuentra en él recursos para el abono de las tierras, las artes mecánicas, sacan de él los metales, y un gran número de materias brutas de diferentes clases; las artes químicas, encuentran en él las materias primeras para los diferentes géneros de fabricación; los objetos mismos de lujo, absorben diariamente un gran número.

USOS EN EL ARTE DE LA CONSTRUCCION.

Todas las materias bastante abundantes en la superficie de la tierra, cuya explotación es fácil, pue-

den usarse en la construcción; así se ve usar en lo general para las construcciones, toda especie de materiales, dando únicamente la preferencia á los que son mas indestructibles, mas fáciles de trabajar groseramente, mas susceptibles de unirse por el cemento, etc. Las piedras esquistoides, tales como ciertas calcáreas, el cuarzo esquistoso, ciertos micascuistos y esquistos arcillosos, ciertas lavas esquistosas (fonolitos), son particularmente buscadas porque los fragmentos en que se dividen, presentan siempre dos caras anchas, y son por lo tanto mas fáciles de unir; se aprecian sobre todo, para las construcciones llamadas mampostería de piedras secas, que se usan particularmente para cercar las propiedades rurales; en ciertas localidades, estas piedras esquistosas, talladas groseramente en una anchura de 12 á 15 pulgadas y un espesor de 3 ó 4, se clavan simplemente en tierra como empalizadas, y forman cercas duraderas y poco costosas. En cuanto á las piedras porosas que son propias para tomar el cemento, apenas se encuentran sino entre las producciones volcánicas, que son tanto mas ventajosas, cuanto son mas ligeras: entre ciertas tobas calcáreas, que son cavernosas como las lavas, y en fin, en lo que se designa con el nombre de *piedra molar*. Esta es una de las piedras mas indestructibles, que resiste lo mismo á la humedad que á la sequedad; se emplea con ventaja en todas las construcciones en que se busca mas bien la solidez que la delicadeza de las formas; sin embargo, da á los edificios un aspecto severo, que no carece de cierto encanto, y que muchas veces se procura imitar en los revocados.

Si se pueden emplear de este modo casi todas las clases de piedras en la construcción, no es lo mismo que en lo que realmente se puede llamar arquitectura; es preciso en este caso que las materias sean bastante finas para recibir la escultura; que puedan tallarse fácilmente sin saltar con la punta ó el cincel; que puedan conservar las molduras; que tengan bastante tenacidad, para que las partes inferiores del edificio no se aplasten bajo el peso de las superiores, y que sin embargo tengan cierta ligereza. Es indispensable además que las variaciones atmosféricas no puedan tener sobre ellas una influencia destructora; que el agua no solo no les disuelva con el tiempo, sino que ni aun las penetre, ó mas bien no pueda permanecer en su interior hasta la época de las heladas, en la cual convirtiéndose en hielo, cuyo volumen es mayor, ocasione la ruptura; es preciso en fin, que estas materias se hallen en capas gruesas homogéneas, sin hendiduras que se puedan explotar regularmente, para sacar de ellas piedras de todas dimensiones.

Todas estas cualidades que exige imperiosamente la arquitectura, excluye de este género de trabajo la mayor parte de las materias que constituyen grandes masas en la superficie del globo, y apenas se usan mas que cuatro especies, con un gran número de variedades, á saber: las *piedras calcáreas*, los *grés*, los productos volcánicos, y las rocas graníticas.

Piedras calcáreas. Estas son las que se usan con mas frecuencia, no solo porque son mas abundantes, sino porque tienen en general la ventaja de dejarse tallar mas fácilmente que todas las demás, y de tener sin embargo bastante tenacidad para resistir á la presión, para conservar las aristas, las molduras, etc.

Sin embargo no todas las variedades se usan indiferentemente; unas tienen demasiado poca coherencia, como por ejemplo la creta, en la mayor parte de sus variedades, varias piedras calcáreas granosas, simples ó micáceas, de los terrenos primitivos ó intermedios, que no resisten á la presión. Otras, aunque tienen bastante agregación, son demasiado frágiles, demasiado secas, según el término expresivo de los trabajadores; tales son las piedras calcáreas muy compactas, de granos muy finos, y de fractura

conchoidea ó escamosa; estas variedades se hallan por otra parte muchas veces, llenas de hendiduras que disminuyen su solidez, ya estén abiertas, ya llenas y unidas por el espato calizo, que tiene muy poca resistencia.

Las piedras calizas que convienen mas á la arquitectura, son en general, las variedades compactas de fractura desigual, plana ó irregular; mate ó de un brillo terroso, y las que están formadas de conchas, unidas entre si por un cemento semicristalino, semiterroso. Estas variedades abundan sobre todo en los terrenos secundarios ó terciarios, en depósitos análogos á los del Jura.

Estas formaciones son: las que han suministrado los materiales para la mayor parte del mundo civilizado, y las piedras que de ellas se extraen son llevadas con frecuencia á grandes distancias; las mejores casas de Amsterdam están construidas con piedras de Schamburg en Hesse; se asegura que las mezquitas de Constantinopla están embalsadas con losas de las canteras de Pæpenhein en Baviera, etc.

En muchos lugares se emplean tambien los depósitos calcáreos ó tobas que se refieren á formaciones modernas; hay algunas de excelente calidad. Entre estas puede citarse principalmente el *travertin*, usado en Italia, del cual están formados todos los templos antiguos y la mayor parte de los monumentos modernos; es una piedra blanquecina ó amarillenta de que existen grandes canteras cerca de Tívoli y en diferentes partes de la Toscana.

Es de notar que la mayor parte de las piedras calcáreas deben usarse en los edificios de manera que se hallen en la misma posición que tenían en la cantera de que han sido sacados; esto consiste en que la mayor parte de las que se encuentran en capas mas ó menos gruesas, están formadas de lechos apenas sensibles, pero que hacen exfoliar y abrirse verticalmente las masas, cuando están colocadas en sentido contrario, que se llama á *contralecho* ó *de canto*. Solo las piedras de estructura muy compacta, muy homogéneas que forman capas de gran espesor, se pueden colocar indistintamente en todos sentidos.

Piedras de grés. Las materias arenosas ó grés se usan mucho menos en arquitectura, que las piedras calcáreas; sin embargo hay algunas especies que presentan bastante solidez, y se usan ventajosamente en muchas comarcas en que faltan las piedras calizas. Se usa, 1.º el grés rojo, que pertenece á la parte inferior de los depósitos secundarios; 2.º las partes sólidas del grés ullífero; 3.º los grés inmediatos al lias, tales como el *quadersandstein*; roca arenácea blanquecina ó amarillenta, que forma montañas elevadas en el Riesengebirge entre la Boemia y el condado de Glatz y que se usa en la construcción en Dresde y á orillas del Elba; 4.º diferentes grés de los terrenos terciarios á saber: la *molasa* usada ventajosamente en Suiza y algunos puntos de Francia; los grés de las partes superiores de las formaciones de las cercanías de París; pero que se reservan mas particularmente para el piso á causa de lo difícil que es tallarlos con regularidad.

Piedras volcánicas. No todos los productos volcánicos pueden usarse indiferentemente para la arquitectura; unos son demasiado duros, ó demasiado compactos para ser tallados; otros comunmente celulares, no tienen bastante solidez; pero todos los que son ligeramente porosos, tienen la tenacidad necesaria para hacer de ellos piedras de cantería, y pueden tener salida bajo todas las formas. Las lavas porosas de algunos volcanes apagados, y las de los volcanes en actividad, se usan mucho, y aun son exportadas á grandes distancias; todas presentan una gran solidez y tienen la grande ventaja de tomar perfectamente el cemento.

Se emplea igualmente el basalto, cuyas columela