

cies, y sus resultados son con frecuencia confirmados por el análisis.

Este es el que corona á veces la obra, y ha surtido perfectamente en las combinaciones metálicas y en las sustancias acidíferas, exceptuando algunas gradaciones, que se encuentran en las proporciones de ciertas especies. Así que, ha sido logrado disponer estas clases de minerales en órdenes, en géneros, y en especies rigurosamente definidas, y aplicarles una nomenclatura análoga á la de los químicos, é indicativa de su composición.

Pero las piedras duras, llamadas *silíceas*, las magnésicas, y tambien la mayor parte de las que han sido reunidas con las rocas, distan mucho todavia de ser bien conocidas. Sus análisis hechos por diferentes autores, no se asemejan; y sobre todo en esta clase el mismo químico encuentra á veces, segun hemos dicho, en un segundo análisis, un principio importante que no habia notado en el primero. Así es que Klaproth acaba de descubrir el ácido fluórico en el topacio, donde no lo habia encontrado primeramente; y así es como Vauquelin, repitiendo el experimento, lo encontró aun en mucha mayor cantidad (1).

(1) *Annales de Chimie* de 1807.

Interin pues se llega por medio de esta especie de análisis á métodos mas seguros, esas piedras juntas sin formar de ellas géneros propiamente dichos, aislándolas segun sus propiedades físicas mas esenciales, y dándolas nombres arbitrarios sacados de algunas de dichas propiedades.

Tal es la marcha actual de la mineralogía, marcha que no ha sido enteramente adoptada hasta el período de que damos cuenta, y segun la cual el catálogo de los minerales ha sido no solo mejor ordenado, sino tambien singularmente enriquecido (1).

Ha sido preciso insertar primero todos los nuevos elementos metálicos y térreos reconocidos por la química, así como sus diversas combinaciones. Como ya hemos hablado de ellos anteriormente, es inútil estendernos mas sobre el particular.

Hánsele agregado muchas combinaciones cu-

(1) Véase la enumeracion de todos esos descubrimientos, con la indicacion de sus autores y de las Memorias donde las han consignado, en el *Tratado de Mineralogía* de Haüy, Paris, 1800, 4 vol en 8°. y un atlas; y en los suplementos añadidos por monsieur Lucas hijo, al compendio que ha publicado de esta obra. Consúltense tambien los diferentes volúmenes del *Journal des Mines*.

yos elementos eran conocidos, pero de los cuales no se sabia antes que existiesen reunidos en la naturaleza. Así el fosfato de cal, que desde mucho tiempo sabíamos que formaba la materia terrea de los huesos, se ha encontrado formando montañas enteras en España y en Hungría, y cristales aislados en muchos parages. Proust, Klaproth y Vauquelin lo han observado sucesivamente. Esa misma cal ha sido descubierta por Selb, unida al ácido del arsénico y formando una piedra venenosa.

Entre los espejuelos ó sulfatos de cal se ha encontrado uno que no tiene agua de cristalización, y cuyas calidades físicas difieren del espejuelo comun. El abate Poda lo habia indicado; Klaproth empezó su analisis, y Vauquelin lo concluyó.

La barita unida al ácido carbónico es otra piedra ponzoñosa; el Dr. Withering la descubrió en el Lancashire (Inglaterra).

Ciertos cristales casi cúbicos, bastante duros, de las cercanías de Luneburgo, han sido reconocidos por Westrumb y Vauquelin, como un compuesto de magnesia y de ácido borácico. La combinacion de la cal y sílice con el mismo ácido ha sido descubierta en Noruega por Esmark, y analizada por Klaproth. Hase encontrado en Groelandia la alúmina combinada con el áci-

do fluórico; Abildgaard la ha dado á conocer.

Entre las combinaciones metálicas, el cobre unido con el ácido arcénico, forma en Inglaterra riquísimas minas. En los países de Nassau se le ha encontrado unido al ácido fosfórico.

Lelièvre ha dado á conocer una manganesa carbonatada, y ha descubierto en la isla de Elba un óxido de hierro combinado con el de manganesa, con sílice y cal, formando un mineral que este sabio apellidó *yenita*.

El hierro y el ácido del cromo constituyen otro mineral recientemente descubierto en Francia por Pontier, y que suministra en abundancia el cromo que se ha hecho necesario á nuestras manufacturas de esmaltes y colores. Se han encontrado tambien combinaciones de hierro con el titanio y con los ácidos del arsénico y del fósforo. Fourcroy hizo el analisis de este último.

Hanse colocado en seguida en su verdadero puesto del catálogo muchos minerales que poseíamos á la verdad desde mucho tiempo, pero sobre cuya composicion no teníamos idea exacta. La química ha dado tambien bajo este sentido los mas imprevistos resultados. Así es que el corindon y la teselia, que comprenden los rubíes, los záfiro y los topacios de Oriente, no son segun esperimentos mas que cristalizaciones de alumina casi pura; segun Tennant, el esme-

ril apenas difiere de estas. El diásporo, cuyo conocimiento debemos á Lelièvre, y el análisis á Vauquelin, y la wavellita, descubierta por el Dr. Wavel en Devonshire, y analizada por Davy, son piedras muy distintas de las precedentes, y sin embargo no contienen mas que alúmina y agua; y en general, el agua ha sido reconocida en este período como un principio por lo comun de mucha influencia en la composicion mineral. La espinela, ó rubi octáedro, es tan solo alúmina unida á un poco de magnesia, y colorada por el ácido crómico. La esmeralda y el berilo se distinguen por la presencia de la glusina; los topacios de Sajonia y del Brasil, por la del ácido fluórico. El antimonio ha sido reconocido como uno de los principios de la plata roja. Se ha descubierto que el nickel era el principio colorante del prasio; el cromo, el de la esmeralda y de la mayor parte de serpentinias.

Klaproth y Vauquelin son los autores de la mayor parte de esos importantes descubrimientos (1).

(1) Las diferentes Memorias analíticas de Vauquelin ocupan el *Journal des Mines* y los *Annal. de Chimie*. Las de Klaproth han sido recogidas y reunidas en alemán; Berlin, 1807; 4 vol. en 8°. y Mr. Tassaert acaba de publicar una traduccion francesa de esta obra. Paris, 1807; en 8°.

Por último, hanse determinado los caracteres de muchos minerales cuyas propiedades físicas ó la presencia de algun elemento particular exigen su separacion, aunque sean de la clase de aquellos cuyo análisis químico no es todavía enteramente satisfactorio. No citaremos de ellos mas que un corto número: la euclasia, traída del Perú por Dombey, es una gema análoga á la esmeralda en color y composicion, pero que se rompe con demasiada facilidad para ser labrada. La gadolinita se encuentra en ciertas rocas de Suecia, y es la que ha dado la nueva tierra llamada *yttria*, etc.

A favor de esas adiciones sucesivas el número de las especies minerales, que no pasaba de ciento en tiempo de Cronstedt y Bergman, ha llegado á cerca de ciento y sesenta, sin hablar de las innumerables variedades de las mezclas, y de las especies todavía inciertas: aquí las variedades son frecuentemente de grande importancia, y nos vemos en la precision de enumerarlas todas en el catálogo, puesto que por ellas se determina el uso de las sustancias petrosas. La creta, la piedra de sillería, el alabastro, los espátos calizos, por ejemplo, no son mas que variedades del carbonato calcáreo, y ¡para cuantos usos diferentes es esclusivamente propia cada una de esas variedades!

No es menos necesario conocer, clasificar y caracterizar las diversas mezclas. Estas hacen que tal arcilla no sea buena sino para margar, tal otra para fabricar ladrillos ó vidriado comun, al paso que una mezcla mas pura da la bella porcelana. El que quisiera emplear indiferentemente las variedades de esquita se espondría á las mas terribles equivocaciones. Fuerza es por consiguiente que se hallen todas bien determinadas en los libros.

Las variedades de forma, por su parte, presentan grande interés científico; siendo por cierto de admirar esa prodigiosa multitud de combinaciones de donde resultan todas esas facetas tan simétricamente dispuestas. Haüy pues ha prestado un verdadero servicio á la filosofía natural, atendiendo á todas las diferencias dichas, y analizándolas segun las leyes de su teoría. Así es como ha dado á la mineralogía un carácter enteramente nuevo que la aproxima mucho á la exactitud de las ciencias matemáticas.

Esto es cabalmente lo que se admira en su importante tratado sobre esta ciencia, magnífico monumento de los progresos hechos en estos últimos años, y á los cuales el autor ha contribuido mas que otro alguno (1).

(1) Paris, 1800; 4 vol. en 8°. , y un atlas.

La obra que Brongniart ha redactado por órden del Gobierno para uso de los liceos, ha dado una atencion mas seguida á las variedades no cristalinas que determinan los usos, y bajo tal aspecto, es tan útil á las artes como á la instruccion pública (1).

Geología.

Pero la formacion y ordenacion de ese gran catálogo de los minerales, y aun la esposicion mas completa de las propiedades de cada uno de ellos, no forman mas que una parte de su historia: fáltanos todavía el conocimiento de su posicion respectiva y de su distribucion en la de las capas del globo que podemos penetrar.

Tal es el objeto de la geología positiva y de la geografía fisica. Esta es una especie de geología particular, base de la geología general. En ella se examinan á fondo la estructura mineral de un pais determinado y la naturaleza de las piedras, ó de los otros minerales que componen sus montañas, sus colinas y sus llanuras, así como su posicion relativa; es una ciencia por decirlo así completamente moderna. Pallas ha dado hermo-

(1) *Traité élémentaire de Minéralogie*; Paris, 1807; 2 vol. en 8°.

esos ejemplos de la misma para la Rusia (1), Sausure para los Alpes (2), Deluc para ciertas regiones de Holanda y de Westfalia (3). La escuela de Werner ha hecho sobre el particular las mas bellas investigaciones en Sajonia y en otras muchas comarcas de Alemania y de los paises contiguos (4). Los territorios de las minas han sido examinados, segun era de esperar, con mayor cuidado que los demas: así lo exigia el interés inmediato; y los de Sajonia y de Hungría, donde

(1) En sus observaciones sobre la formacion de las montañas, *Academia de Petersburgo*, 1777, y en sus viajes.

(2) *Voyages dans les Alpes*; Neufchâtel, 1779-96; 4 vol. en 4°.

(3) *Cartas á la reina de Inglaterra sobre la historia de la tierra y del hombre*; La Haya, 1768; 6 vol. en 8°.

(4) Las obras geológicas particulares salidas de la escuela de Werner son tan numerosas como interesantes: su enumeracion, y la mas completa esposicion de sus resultados, se encuentran en la *Geognosia de Reuss*; Leipsick, 1805; 2 vol. en 8°, en aleman. Distingunense entre ellas las de Buch, Sturl, Leonhard, Lazius, Noze, Voigt, Freisleben, Wrede, etc. Inútil parece citar al mas célebre de los discipulos de Werner, al ilustre Humboldt. No será por demas consultar las obras mas antiguas de Charpentier, de Born, etc.

el arte de las minas se cultivaba desde tiempo inmemorial, han tenido los mas escelentes historiadores.

La geografia fisica de Francia no ha dejado de ser cultivada en estos últimos tiempos, con tanto ardor como la de los paises extranjeros; los cursos de Rouelle, los de Valmont de Bomare, Daubenton y Sage, á la par que sus obras elementares, han empezado á difundir en nuestra patria la aficion á la mineralogía, por largo tiempo concentrada en Alemania y en Suecia.

Hanse formado gabinetes en nuestras principales ciudades, y emprendido viajes mineralógicos en casi todas nuestras provincias. Ya antes de la época de que damos cuenta, de Gensanne y Sculavie habian descrito el Langüedoc, Besson los Vosges; nuestras minas de hierro, principal riqueza de la Francia en este género, habian sido examinadas por Dietrich (1); y Picotla-Peyrouse habia descrito las del condado de Foix (2); Polassou, y mas recientemente Ramond,

(1) *Description des gites de minerai des forges et des salines des Pyrénées*, par le B. de Dietrich: Paris, 1786; 4 vol. en 8°.

(2) *Traité sur les mines de fer et les forges du conté de Foix*; par de La Peyrouse; Toulouse, 1786; 1 vol. en 8°.

han dado á conocer los Pirineos en todos sus pormenores (1).

El consejo de minas, establecido en 1793, cuando la interrupcion de nuestras relaciones con el extranjero, dió á conocer la urgencia de sacar partido de nuestro territorio, é impulsó esta especie de investigaciones. Han estudiado la mineralogía de los diversos departamentos ingenieros enviados por dicho consejo; y las descripciones exactas de muchos de ellos, estendidas sobre todo por Dolomieu, de Gensanne, Lefebvre, Duhamel hijo, Baillet du Belloy, Héron de Villefosse, Cordier, Rosiere, Hericart de Thury, han sido consignadas en el *Journal des Mines* (2). Nuestras minas de ulla han escitado la mas viva atencion, habiéndose dedicado con feliz éxito Duhamel padre, Lefebvre, Gillet-Laumont, de Gensanne á su situacion á sus inflexiones á los padrastrós ó vetas petrosas que las interrumpen, y á todos los pormenores relativos á su explotacion y uso. Las ricas minas que

(1) *Essai sur la Minéralogie des Pyrénées*; Paris, 1781. *Observations faites dans les Pyrénées*; par Ramond; Paris, 1789; 1 vol. en 8°.

(2) Esta coleccion empezó á publicarse en vendimario año 3, y continua con feliz éxito. La Alemania cuenta otras muchas colecciones análogas, tales como las de los señores de Moll, de Hof, etc.

la suerte de las armas incorporó á la Francia en los departamentos conquistados han sido detenidamente examinadas y descritas, enriqueciendo la ciencia á la par que el imperio. En las antiguas provincias se han descubierto ó descrito diversas minas de metales útiles á las artes, desde el mercurio y el cobre hasta el cromo y manganesa, y numerosas canteras de piedras propias para toda clase de construcciones, desde los mármoles y pórfidos que enriquecen nuestros palacios, hasta los ladrillos insumersibles con los cuales se fabrican los hornos de vasijas; y en medio de todas esas investigaciones se han encontrado un sin número de minerales que, aun cuando todavía no sean de utilidad inmediata, pertenecen sin embargo al gran sistema de nuestra geografía física, y suministran preciosos materiales á las investigaciones de la química.

Así es que la esmeralda se encontró cerca de Limoges por Lelièvre; la pinita, en Puy-de-Dôme, por Cock; el antimonio nativo y oxidado, en Allemont, por Schreiber; el uranio oxidado, en Semur, por Champeaux, y en Chanteloup junto á Limoges. Otro de los mas interesantes de estos descubrimientos (1) es el de una mina de hierro

(1) Estas y otras muchas memorias se encontrarán en el *Journal des mines*.

cromatado en el departamento del Var, por Pontier, y de que ya hemos hablado.

Estas descripciones mineralógicas de las diversas comarcas, aproximadas y comparadas, ofrecen muchos puntos de analogía cuya conformidad debe referirse de un modo esencial á la estructura de la costra del globo. La serie de esos resultados comunes, que se encuentran casi iguales por toda la tierra, constituye propiamente la ciencia de la geología positiva ó general, la cual asignando las leyes de posición respectiva de los diversos minerales, es de la mas alta importancia para guiarnos en su averiguación.

El interés fue, cual comunmente, el que dió los primeros rasgos del cuadro. Estudiáronse primero las montañas ricas en vetas metálicas, y distinguióselas de aquellas cuyas capas horizontales son por lo comun pobres en metales; hasta aquí se habia llegado á mediados del siglo XVIII; muy luego se percibió que las rocas, de vetas se refieren muy de cerca á las rocas, mas compactas todavía, que componen las cordilleras de las montañas muy elevadas; que unas y otras están desprovistas de esos desechos de cuerpos organizados de que están cuajadas capas ordinarias; por último, que estas, descansando sobre los costados de las primeras, deben haber sido formadas despues de ellas. De aquí esa dis-

tingción, fundamental en geología, de los terrenos primitivos que se suponen anteriores á la organización, y de los terrenos secundarios depositados sobre los otros por las aguas y que abundan en despojos de sus producciones orgánicas.

Parece que Lehman y Rouelle fueron los primeros que clasificaron con exactitud los terrenos bajo estas ideas (1). Pero faltaba todavía desenvolverlas: los mismos terrenos primitivos son de muchas especies, y probablemente de muchas edades, pudiéndose desconocer todavía menos en los secundarios una larga sucesión. El granito y las rocas análogas forman el macizo que sostiene todos los demas terrenos, y que los atraviesa para levantarse en agujas, en crestas ó en mesetas, en la línea media de las mas altas cordilleras; sobre sus costados se ven los gneiss, las esquitas y demas rocas que se dividen en hojas ó láminas, receptáculos ordinarios de las venas metálicas, que cubren ó entre las cuales se mezclan los diversos mármoles salinos. Las capas de todas estas sustancias están quebradas, realzadas y desordenadas de mil modos.

Esto es lo que anunció Pallas en cuanto á las

(1) Puédense consultar sobre la historia de la geología, principalmente del siglo XVIII, diferentes artículos del *Diccionario de geografía física de la Enciclopedia metódica* de Mr. Desmarests.

montañas de Rusia, y lo que fue confirmado por Saussure y Dolomieu tocante á las de Europa, y completamente desenvuelto por Deluc.

Los Pirineos formaban al parecer una escepcion de la regla; pero Ramond ha manifestado que tal escepcion no es mas que aparente, y depende tan solo de que las esquitas y las calizas, por la parte de España, son mas elevadas que la cresta granítica media (1).

Werner y sus discípulos han dado pormenores mucho mas satisfactorios relativamente á la superposicion de esos terrenos primitivos; pero quizás han multiplicado en demasía las clases para que sus observaciones sean totalmente aplicables á paises diferentes de los observados. Werner ha dado tambien en su teoría de las vetas una coleccion interesante de observaciones sobre la marcha de esas singulares hendiduras, y ha tratado de determinar de un modo exacto la edad de los metales por la manera con que se cortan las venas. Pues si, segun parece, las vetas no son mas que hendiduras rellenas, las que atraviesan las otras deben ser posteriores á estas (2).

(1) *Voyage au Mont perdu*. Paris, 1801; 1 volumen en 8°.

(2) *Nouvelle théorie de la formation des filons*, etc. traducida del aleman al francés por Mr. Daubuisson. Paris, 1802.

Los terrenos secundarios son menos fáciles de observar que los primitivos: siendo mas generalmente horizontales, es mas raro encontrarlos en capas verticales algo considerables, y sus diversos arreglos no guardan de mucho tanta uniformidad. Nótase, sin embargo, alguna en los que presentan cierto orden de superposicion. Las calizas duras cuajadas de cuernos de amon, las esquitas y los carbones de tierra señalados con impresiones de helechos ó de palmeras, las cretas llenas de pedernal vaciadas en esquinós ó de belemnitas espáticas, y las calizas groseras compuestas de conchas mas parecidas á las de nuestros mares, se suceden siguiendo ciertas leyes. Margas, arenas, espejuelos las cubren acá y acullá encubriendo revueltas conchas arrolladas y huesos de cuadrúpedos, ó impresiones de peces.

Esos inmensos depósitos, surcados por los ríos, interrumpidos por rastras de lavas ó de otros productos volcánicos, completadas ú orilladas por terrenos de aluvion ó de acarreo, cubiertos en muchos parajes de guijarros ó cantos rodados, llevando acá y acullá señales infalibles de grandes revoluciones, constituyen la parte mas considerable de nuestros continentes.

Una multitud de pormenores atraen en este gran conjunto las miradas y reflexiones del observador.

Enormes grupos de piedras primitivas, tales como de granito, se encuentran esparcidos por los terrenos secundarios cual si hubiesen sido allí lanzados, y parecen indicar grandes erupciones. Deluc se ha apoyado mucho en este hecho; Buch ha observado recientemente que los grupos del norte de Alemania se parecen mucho á las rocas de Suecia y de Laponia y parecen proceder de esa region.

Considerables montones de cantos rodados ocupan la salida de los dilatados valles y parecen anunciar grandes rompimientos. De Saussure se ha esmerado en citar de este hecho varios ejemplos.

Algunas capas de esos cantos ó guijarros unidos en almendrilla están enderezadas: prueba de los trastornos posteriores á algunos de aquellos rompimientos. Hasta en Siberia se ven ejemplos de lo que llevamos indicado. Patrin ha descrito algunos; Humboldt los ha observado en crecido número en la vasta llanura bañada por el rio de las Amazonas.

En general los terrenos secundarios, que se han debido suponer formados tranquilamente y por via de depósito ó de precipitación, no han conservado todos su posición primitiva: los hay inclinados, enderezados, rotos, trastornados. Cá-

bele á Deluc la gloria de haber patentizado todos estos desórdenes (1).

Los volcanes son también una causa activa de cambios en ciertos puntos de la superficie del globo: era interesante pues estudiar su acción, la naturaleza y los caracteres de sus productos, el grado de calor con que salen estos del cráter, y hasta conjeturar la profundidad del foco de donde emanan, las causas que pueden ocasionar y alimentar allí la inflamación, y las que mantienen la fusión de las lavas.

Dolomieu (2) y Spallanzani son los que en estos últimos tiempos mas detenidamente se han dedicado á este género de averiguaciones: ambos han recogido y descrito con prolijo esmero los

(1) Las *Cartas de Mr. Deluc á Mr. de La Métherie*, consignadas en el *Journal de physique*, años 1789, 1790, 1791, y las *Cartas geológicas* del mismo autor á Mr. Blumenbach, Paris, 1798; 1 vol. en 8°. contienen la esposición de sus ideas particulares sobre la teoría de la tierra.

(2) *Voyage aux iles de Lipari*, 1785; *Voyage aux iles Ponces*, y *Catalogue raisonné des produits de l'Étna*, 1788; y sobre todo sus últimas Memorias insertas en los *Journaux de physique et des mines*. Añádanse á estas obras las Memorias de Mr. Fleuriau de Bellevue, las de Mr. Daubuisson, y el Ensayo de Mr. de Montloisier sobre los volcanes de Auvernia.

productos del Vesubio y del Etna. El Sr: de Humboldt, despues de haber trepado por los picos mas elevados y los volcanes mas terribles que descuellan sobre la cordillera de los Andes, ha tenido el gusto de ver de cerca la última erupcion del Vesubio. El volcan de la isla de Borbon ha suministrado preciosas observaciones á Huber y Bory-Saint-Vincent.

Uno de los hechos mas notables, que al parecer está bien averiguado, es que el fuego de los volcanes no tiene de mucho el alto grado de calor que se le atribuia. Dolomieu se ha cerciorado de este hecho examinando la accion de la lava sobre los diversos objetos que cubrió en 1798 en una aldea situada al pie del Vesubio: por ahí ha explicado el cómo pudo arrastrar sin derretirlos diversos cristales muy fusibles de los cuales está comunmente llena. Sin embargo, la lava es muy fluída; insinuáse hasta en los mas pequeños intersticios de los cuerpos; tenemos troncos de palmeras de la isla de Borbon cuyas hendiduras todas están llenas de lava (esta es otra de las observaciones de Huber). Cuando fluye, salta á borbotones y exhala á gran distancia espesos vapores: ¿inflámase acaso solo al contacto de la atmósfera, y suelta tal vez en ella alguna sustancia que mantenia la fusion en aquel moderado grãdo de calor, cual han sospechado Kirwan y Dolomieu?

La cantidad de esas lavas es enorme. Los señores Deluc han tratado de probar que toda la mole de las montañas volcánicas está formada de los mismos productos de sus erupciones; y el número de los volcanes ha sido en otro tiempo mas considerable que en el dia. Esto es lo que se ha establecido en vista de las noticias adquiridas en órden á las lavas modernas, comparándolas con las antiguas.

Desmarests fue uno de los primeros que se dedicó á esta clase de investigaciones, dando á conocer sobre todo los volcanes apagados de Auvernia; ha subido hasta sus cráteres; ha seguido las regueras de sus lavas; las ha visto henderse en pilares basálticos; y segun sus observaciones se ha atribuido un origen volcánico á todos los basaltos, piedras bastante parecidas á ciertas lavas.

Faujas ha emprendido trabajos semejantes en los volcanes estinguídos del Vivarés (1); Fortis, en los del Vicentin (2), etc.

Parece, sin embargo, que los terrenos que se

(1) *Recherches sur les volcans éteints du Vivarais et du Velay*. Paris, 1778; 1 vol. en fol. *Minéralogie des volcans*. Paris, 1 vol. en 8°.

(2) *Mémoires pour servir à l'histoire naturelle, et principalement à l'oryctographie de l'Italie*. Paris, 1802, 2 vol. en 8°.