





Biblioteca Universitaria
GRANADA

Sala B

Estante 22

Tabla _____

Número 92

BIBLIOTECA HOSPITAL REAL
GRANADA

Sala: B

Estante: 8

Número: 192

Presentada a la Biblioteca Provincial y Uni-
versitaria en cumplimiento de la Ley de Propiedad
intelectual.

Granada 26 de Setiembre de 1881.

Gracias sean dadas



APUNTES

DE

MINERALOGIA

Y

GEOLOGIA.



ESTA OBRA ES PROPIEDAD DE SU AUTOR.

R. 1242

APUNTES DE MINERALOGIA

PARA

LOS ALUMNOS DE LA REFERIDA ASIGNATURA,

PUBLICADOS

POR EL CATEDRÁTICO DE LA MISMA,

DR. EN CIENCIAS NATURALES

SERAFIN SANZ.

PRIMERA EDICION.

GRANADA:—1880.

Imprenta de LA MADRE DE FAMILIA.

Barro del Campillo, número 15.



À MIS LECTORES.

Al publicar este modesto trabajo, no me impulsa otro móvil que el facilitar á los jóvenes que han de cursar esta asignatura, los medios para su aprovechamiento en ella, pues la esperiencia me ha dado el convencimiento, de que las obras muy difusas, agobian al alumno, y las muy elementales no alcanzan á su propósito.

Si logro el fin propuesto se habrán llenado todas las aspiraciones de

El Autor.

INTRODUCCION.



Las ciencias útiles al hombre divídense en dos grandes grupos.—Abstractas las primeras, y concretas las segundas.—Habiendo necesidad ante todo de examinar lo que significa la palabra *ciencia*, y esponer algo de su historia, daremos la *definicion de la ciencia*.

Consiste esta, en los conocimientos humanos sobre lo que vemos y lo que se nos oculta á la vista.

A cuyo fin los sábios de todos los tiempos han tenido que valerse de la *observacion*, el *raciocinio* y la *esperiencia*.

Despues de la religion verdadera, es la ciencia el medio mas apropósito para civilizar al hombre, ennobleciendo la sociedad en su mayor grado, porque, ¿qué ventajas por importantes que estas sean en la posicion social del individuo pueden compararse con la posesion de la Ciencia misma?

Es muy posible que al trasluz veamos á un hombre que carece de conocimientos de la ciencia, y por este motivo tenga mucho de lo que al bruto y salvaje de los bosques corresponde.

La ciencia ha llevado siempre un sello especial del periodo á que ha correspondido por algun rasgo característico del saber, por lo mismo, la historia de las ciencias puede servirnos de medio de comprobacion á la historia general de la humanidad.

La ciencia particular que precisamente se ocupa de las consecuencias prácticas que aplicamos á la perfeccion social: porque

hemos de tener presente que cada ciencia tiene un principio que le es peculiar como la observacion diaria de los fenómenos físicos, la impenetrabilidad de los cuerpos en la mecánica, hechos simples que no reconocen otro origen ni principio, y por esto no pueden ser esplicados.

Si la ciencia no fuese sino un entretenimiento, ¿qué importancia tendria el estudio de la Entomologia, Ornitologia, Malacologia etc., y Anatomía comparada.?

Puede satisfacerse de varios modos á esta pregunta: vemos á primera vista que las cosas materiales puestas en la naturaleza y á nuestra disposicion, cuanto mayor sea el número que conozcamos, mejor llenaremos el objeto para la oportuna aplicacion en los usos de la vida. ¿De qué nos sirve la Botánica, si los primeros descubridores de las plantas útiles, como son, la quina, el café, algodón etc., nada sabian de ellas? Sin embargo, obsérvese la inmensa utilidad á la vista del número de plantas considerable que despues han sido y son útiles al hombre, que además le han enseñado ha distinguir las plantas venenosas de las que no lo son, mejorando notablemente la agricultura con el cultivo que de ellas se ha hecho, mejorando por consiguiente las condiciones de su riqueza en productos y demás.

Otra de las razones que aparece es no menos poderosa, de que el hombre que sabe, es moral, siendo muy excepcional ser ruin el hombre apellidado sábio; los fines elevados del saber colocan al hombre sobre todos los intereses pueriles y deleites efimeros que seducen el alma.

La ciencia nos revela los prodigios de la creacion, iniciando los secretos de la Providencia, haciendo formar un concepto sublime de todo, y en especial de lo que el hombre es capaz de ser adornado con el saber: vemos y tocamos sin embargo, que no todos los conocimientos humanos caminan á pasos iguales, de aquí la gran diferencia en las respectivas ciencias. Unas están en su infancia: así en toda ciencia no organizada, su paso es vacilante y cae, desanima ante todo á los que la cultivan, y es el motivo esencial de su decadencia.

Siéntase como principio importante que la *organizacion* es el elemento vital de la ciencia.

En efecto, todo conocimiento supone, *agente* que conoce, y *objeto* conocido; vemos que el conocimiento es el medio entre los dos extremos; siendo resultado de la *observacion* del objeto, lo representa y conserva en sí su imágen.

Si fuese la imágen fiel y completa de todo lo existente, ciertamente que poseeríamos la ciencia absoluta. La cual no nos es dado

penetrar, puesto que siempre desconocemos la causa primera que es Dios, pero que no obstante, la inteligencia camina para ponerse bajo esa primera causa, y cada conocimiento nos permite acercarnos mas á esa ciencia absoluta que no poseerá, jamás.

Solo se llamará la ciencia del hombre, fragmento de la imágen total de la creacion, y son tantos cuantos fragmentos, los que determinan ciencias separadas, ciencias distintas. La ciencia humana es la que determina el conjunto de los trabajos de la inteligencia aplicada á cada una de las partes que forman la ciencia absoluta; de modo, que la ignorancia absoluta es el principio, ó fué el punto de partida de la inteligencia, y el punto de llegada ó á que aspira es la ciencia que llama absoluta.

Sin embargo, aunque no hubiese ignorancia absoluta, ni se poseiese de la ciencia absoluta, la inteligencia es un medio entre estos dos extremos, progresando con movimiento continuo, engrandeciéndola imágen que se traza.

Sucede que cuando se nos presenta un objeto desconocido, vemos el conjunto que nos admira, pero mucho mas cuando por necesidad del reconocimiento miramos cada una de sus partes las que examinadas una á una nos ceden el conocimiento y formacion de grupos que constituyen las ciencias.

Sabemos que el primer ensayo en filosofia, fué el conocimiento universal, los primeros filósofos fueron, todos naturalistas, teólogos etc., lo cual era imposible de todo punto, dividiéndose en razon de las secciones que se analizaban de consuno. El primer impulso de la curiosidad es espontáneo, siguiendo la reflexion despues.

La division de la ciencia supone hechos observados; es un adelanto, una adquisicion de la inteligencia, supone un análisis practicado para desenvolver uno de los enigmas del universo.

En Grecia, la historia de cuya civilizacion abraza y formula la historia de la civilizacion general, toda la primera época de la filosofia está consagrada á traspasar la barrera de las necesidades físicas, dentro de las que no hay sino embrutecimiento, su enigma ha sido el objeto de investigacion, como lo ha sido posteriormente y en la actualidad.

Digase que entonces no habia *ciencias* pero sí *ciencia*.

La ciencia que los griegos llamaban *Sophia Philosophia*, era fácil abrazarla (estaba poco estendida) á un solo hombre, pero á medida que fué progresando, se vieron obligados como hemos dicho á multiplicar las divisiones. Los griegos se limitaron á dividirla en tres partes, como la Lógica, Física o Fisiología y Moral, mas tarde se substituyó á esta division la de las siete artes liberales como sigue; *Gramática, Dialéctica y Retórica*, que forman el trivium. La

Aritmética, Geometría, Astronomía y Música, que forman el cuadrivium.

Es ciertamente el espíritu de sistema el que ha producido un gran número de clasificaciones, que desde el trivium y cuadrivium del siglo XIII hasta nuestros días, han producido controversias entre los partidarios y los que no lo eran. Hánse dividido las ciencias en, de demostracion de observacion y racionio= en matemáticas, físicas y metafísicas= en racionales y naturales= y en puras, mistas y aplicadas. Ampere las divide en cosmológicas, zoológicas y tecuológicas, cuya division se admite por algunos naturalistas, determinando primero la diferencia que separa las cosmológicas y zoológicas de las tecnológicas; en las primeras, el objeto que se propone conocer la razon humana le consideran como un solo individuo ó pieza del conjunto del universo; mientras que *en las tecnológicas además de esto*, se ve el objeto que se estudia y se trata de aumentar el provecho que de ellas saca el hombre.

Cada una de las invenciones ante dichas, denuncia un diferente punto de vista, bajo el cual, sus respectivos autores han considerado el conjunto total de las ciencias, pero en ninguno se señala las que se dirigen á la voluntad.

La relacion del hombre con los demas seres de su especie, ocupa el punto mas culminante en las ciencias que llamamos morales y políticas, pero en las demás es mero espectador; porque las *matemáticas puras* su único móvil es la razon desnuda; las *matemáticas mistas* aplican los resultados de la demostracion ó ciertas propiedades de la materia.

Las ciencias naturales tan solo emplean la observacion en el estudio de los objetos esternos y de las producciones visibles de la naturaleza.

Puede observarse que en el *hombre físico* hay órganos que asimilan, propagan, segregan y contienen fluidos como en los vegetales: en el hombre considerado como animal hay sensaciones, memoria é instinto como en los demás animales: pero en el *hombre moral* hay lo que no hay ni en germen, ni como la mas remota semejanza en ninguna otra obra de la creacion, *hay libertad*, y como su resultado, *deberes que cumplir y derechos que concederle*. ¡Cuánto no han trabajado los naturalistas para colocar con acierto= al Genus Homo= en la armazon artificial de sus nomenclaturas! Ya han considerado su posicion erguida, ya la esfericidad del cerebro, ya la denticion, ó los puntos donde habita. Búsquesele como agente libre y se verá como el hombre no se puede en rigor clasificar. No hay género ni especie á que corresponde.

Todas las ciencias hasta aquí enumeradas, y sus cooperadoras y

auxiliares, como la Medicina legal á la ciencia del Derecho, y la Estadística á la Economía política, sacan sus materiales y emplean sus observaciones en hechos.

LAS CIENCIAS NATURALES.

La naturaleza es el gran libro escrito con caracteres universales, su estudio sublime, su campo inmenso, de manera que el hombre de mas elevado ingenio desfallezca al considerar el espacio que tiene que recorrer. Para llegar al punto que hoy ocupa, ha tenido que sujetarse á luchas y vencer obstáculos casi insuperables, y dotado de un ingenio especial segun nos afirma Buffon, acompañándole una laboriosidad particular.

Las ciencias naturales nacieron en la India, esparciéndose por Egipto, Persia y la Caldea, teniendo buen éxito desde sus aplicaciones. Los egipcios tenian conocimientos prácticos de mineralogía, botánica y zoología, pero enlazados por medio de geroglíficos desconocidos, que solo eran aseguibles á los sacerdotes iniciados en ellos.

Los griegos, unos seiscientos años antes de Jesucristo, por una notable revolucion en Egipto, se apoderaron de todas sus riquezas y escritos científicos de aquel pais: Tháles de Mileto fué el primero que dió á conocer á la Grecia la doctrina de los templos egipcios, y Pitágoras siguió su ejemplo, reinando en sus escuelas la mayor anarquía, y cuando la sofistería se apoderaba de sus inteligencias, Sócrates con su profunda sabiduría las dirigió por mejor camino: Platon su discípulo, al crear una escuela filosófica, observó la perversion de la escuela pitagórica con lo que se causaron los estragos mas lamentables. Llegamos ya al año 350 antes de Jesucristo, cuando se escribió la obra mas importante hasta entonces, y la mas seria de todas cuantas vinieron posteriores, fué la producida por el vasto y sublime ingenio de Aristóteles, el autor inmortal de la Historia de los Animales, que mereció por sus escritos el glorioso dictado de Fundador de las Ciencias, creando el verdadero método de *observacion*, y practicándole.

Memorables fueron entre los antiguos Teofrasto, Dioscorides y Plinio: diremos con Cuvier que el ingenio humano fué colocado en

la senda de una perfeccion sin límites, y sin embargo, solo Teofrasto que aplicó el método de Aristóteles á la botánica, fué su digno imitador.

Creada con posterioridad la escuela de Alejandría, nada pudieron adelantar en este periodo las ciencias naturales, apesar de hallarse incluidos en esta escuela los sábios distinguidos de la Grecia. Nótase posteriormente en los reinados de Neron y Calígula los importantes estudios de Galeno, que en todas las ciencias realizó, y los de Plinio, que como grande historiador creyó que la naturaleza era mas limitada que su génio. La invasion de los bárbaros del Norte fué funesta á las ciencias naturales y á las demás.

La decadencia de las escuelas de Alejandría, el acrecentamiento del pueblo Romano, y las revueltas habidas con la preponderancia militar, fueron la causa de que no se adelantase en las ciencias durante este periodo en que tanto se degradaron los Ptolomeos. Los bárbaros aceptaron la religion cristiana que dominaba en el imperio, á lo cual se debe la conservacion de las bibliotecas, colocadas por los sacerdotes en las iglesias.

En esta época los alquimistas, en medio de sus aberraciones, descubren la química en Oriente, y los esfuerzos de Carlo-Magno inician la restauracion de las ciencias. Siguen á este tiempo las Cruzadas que al mismo tiempo que llevan el estandarte de Jesucristo, establecen las universidades para dar unidad á los estudios, y considerados los que á ellos se dedicaban facilitando los progresos de las ciencias y las letras.

Memorables descubrimientos, entre ellos el espíritu de vino para la conservacion de los seres zoológicos, de cuyo auxiliar se vieron privados los antiguos, y no solo esto; (nos hallamos en el siglo XV) sino que la toma de Constantinopla, y luego el descubrimiento del Cabo de Buena Esperanza, demostró la comunicacion con el Oriente, y el de la América ofreció un nuevo campo y mundo de *objetos naturales*.

Conrado, Gesnero; Aldrovando, y Belon en el siglo XVI, caminaron aunque á grandes distancias sobre las huellas de su maestro.

En este siglo todas las ciencias fueron objetos de nuevos estudios, y al mismo tiempo que se hicieron muchos viajes se practicaron infinitas invenciones, comunicándose de unos á otros puntos los conocimientos adquiridos.

En el siglo XVII aparecen talentos estraordinarios como el de Bacon con sus trabajos científicos y filosóficos; Galileo con el estudio de los cuerpos graves; el matemático Descartes; Torricelli con su barómetro y la gravitacion ó sus leyes fijadas por Newton practicando la descomposicion de la luz, figura de la tierra y velo-

ciudad del sonido: Leibnitz su rival esclarecido abrazó en sus estudios la naturaleza entera, descendia de los principios generales á los hechos particulares. Bacon, Galileo y Descartes han dado tanta celebridad al siglo XII por sus estudios como por sus descubrimientos.

Las ciencias naturales se habian visto hasta entonces detenidas en su progreso por el olvido del método experimental. Pero los esfuerzos de los sábios no salieron fallidos al advenimiento de los reyes de Francia, Suecia, Inglaterra y la Holanda, pues en Francia Luis XIII estableció el jardin botánico de París, y Luis XIV la Academia de ciencias, observatorio astronómico y museo de historia natural, y la Holanda con su comercio abrió ancho campo á las observaciones de los naturalistas.

Las ciencias naturales, ricas ya en hechos, ocupaban todavia un lugar secundario.

En química no se conocia el uso de la balanza.

En mineralogia no se tenia en cuenta la constitucion molecular de los cuerpos.

No habia un sistema riguroso en zoologia.

Solo en botánica es donde se habian hecho verdaderos progresos, como lo demuestran por los notables trabajos practicados por Cesalpino, Bauhinio, Rondelet, Linneo, Buffon, Daubenton, Lamark, Cuvier y los dos Geoffroy, Saint-Hilaire, los Jussieu, los Decandolle y otros muchos sábios posteriores hasta la época actual.

Con los antecedentes luminosos del siglo XVII pudieron practicar los sábios citados notables adelantos (en el siglo XVIII.) Así que *Buffon* hizo popular con sus elegantes é instructivos discursos la historia natural, siendo muy notable la esactitud de sus descripciones.

Linneo dió un giro á la botánica y zoologia con su nomenclatura y clasificacion, escitando la veneracion mas profunda en nuestros dias.

Bonnet estudió las relaciones de la historia natural con la metafisica.

En el siglo actual las ciencias naturales señalan sus triunfos con nuevas conquistas; véanse á este fin á *Cuvier* en su zoologia; *Decandolle* en su botánica, *Mitscherlich* en su mineralogia.

La observacion y la esperiencia son la base de los métodos modernos, y la division del trabajo en los estudios, su sello dominante, por eso vemos las monografias y estudios particulares de *Mirbel* en sus frutos, *Juillet* en su fisiologia vegetal, *Roullin* en las razas humanas, *D'Orbigni* en sus aves, *Valencien* en los peces, *Deshayes* en los moluscos, *Walkenaer* en las arañas, *Milne-Edwards* en los anelidos y

zoofitos, como otros trabajos análogos de diferentes naturalistas.

Esta breve reseña nos manifiesta de un modo general, por el estado de las diferentes épocas las fases distintas porque ha pasado la historia natural en su progreso y desarrollo, y los grandes sucesos que han contribuido á sus adelantos.

Espongamos la principal importancia que su estudio nos ofrece.

Las ciencias naturales se relacionan estrechamente con todos los ramos del saber, ejerciendo su influencia poderosa.

El *moralista* se eleva al conocimiento de Dios, fuente de la verdad; dan al *ingeniero* los materiales indispensables para la construccion, esplican al *geógrafo* todos los objetos que le rodean, ponen de manifiesto al *minero* las riquezas de los diversos terrenos, y abriendo las entrañas de la tierra, explota ávido los metales que contiene, la *industria* su prodigioso desarrollo, su apoyo principal la *medicina*, y su existencia la *farmacia*. Esta, para llenar su mision, aplica la historia natural y la química la *reunion, preparacion y conservacion* de los agentes que nos sirven para recobrar la salud.

La agricultura recurre á las ciencias naturales para romper las trabas que el empirismo o pone á su desenvolvimiento, aprecia las circunstancias en que viven los vegetales, averigua los principios de su nutricion y desarrollo, conoce la naturaleza de los terrenos y la manera de restablecer su equilibrio acrecentando sus producciones con menores dispendios y en tiempo mucho menor.

Los tegidos de lana, algodón y lino con que nos cubrimos, los alimentos con que las pérdidas de la economía se reparan, los agentes por medio de los que nos restituimos al estado normal, los metales y joyas que atesoran los poderosos de la tierra, objetos son que la industria recoge en el campo de la naturaleza.

Las ciencias naturales hacen mas, elevan nuestra alma á las mas sublimes concepciones, y los conocimientos que por su estudio adquirimos, dan un poderoso vigor y cultura á la inteligencia.

¿Habrá todavía quien cerrando los ojos á la luz, y los oídos á la razón, atribuya tantas maravillas de la naturaleza á la casualidad? ¿podrá ponerse en duda siquiera un solo momento la existencia de un Ser Supremo que rige el universo con admirable sabiduría? El Autor de la naturaleza ha procurado con la sabiduría escelsa á todos los seres su organizacion especial, de manera que al habitante del Polo le ha cubierto de un pelo finísimo muy tupido y muy espeso, como el oso de Siberia; á los que débiles por su constitucion como el *erizo* y *puerco-espín*. que no podrían evadirse de la persecucion de los otros animales, los rodea de punzantes espinas; á los herbívoros que no tienen fuertes garras ni dientes como los carnívoros les ha concedido otras armas vigorosas; lijereza á la *ardilia*.

¿Y quién ha dado al castor ese instinto social por escelencia, que le asocia con gran número de sus compañeros?

¿Quién á matizado el plumage de las aves tropicales, con colores que no puede fabricar el artista mas aventajado? ¿y qué espectáculo mas sublime puede presentarse á los ojos del hombre pensador, como dice Virey, que la contemplacion de seres tan diminutos como la hormiga laboriosa, el amor de la abeja á su colmena, y el gusano de seda con su sorprendente industria?

En los insectos que nos presentan un mundo nuevo, es donde se admira de modo mas sublime lo grandioso de la creacion. ¿Cómo se ha podido hallar bastante espacio y lugar, en un mosquito y en otros mas diminutos para la colocacion de sus órganos respectivos? Pero no salgamos del hombre; que figura como el primer ser de la creacion, habitante de todos los paises y ciudadano de todas las repúblicas, somete á cálculo la velocidad del sonido y de la luz, mide el espacio, calcula el tiempo, y haciendo uso del hidrógeno se remonta á las elevadas regiones de la atmósfera, analizando los átomos de la materia, ejerciendo un imperio legítimo sobre el mundo, porque este imperio está representando el triunfo del pensamiento sobre la materia.

Vemos pues, que las ciencias naturales desarrollan la industria, ensanchan los dominios del comercio, ennoblecen el alma, y son el arsenal abundante á que se puede acudir para aniquilar los funestos errores de los materialistas y las doctrinas de los ateos. Salomon recurria á ellas para encontrar la sabiduría. Newton decia que cuanto mas profundo es el naturalista, tanto mas siente las verdades de la religion; y el inmortal Linneo, que floreciendo la historia natural las supersticiones se marchitan y secan: y por último, proclamaremos en alta voz con Virey que la naturaleza es un templo sagrado, donde vemos de una manera muy clara la Divinidad.

La historia natural es de las mas positivas y que mayores atractivos presenta al hombre. Debiendo manifestar las ideas que en particular puedan convenir; manifestaremos lo que á nuestro objeto conduce, ocupándonos de la mineralogia ó geologia, cuestion principal de nuestros apuntes.

La primera parte se ocupa de la Geología, que por decirlo de una vez, contiene dentro de sí misma á la segunda, que lo es la Minerología la que á su vez se descarta de la primera en cierto modo por formar cuerpo de doctrina.

LA GEOLOGIA—DE=GEOS=TIERRA Y LOGOS=DISCURSO

Es ciencia que tiene por objeto como sabemos, el estudio de los materiales que constituyen el globo terrestre; se ocupa de las diferentes rocas de que se compone, de la forma de la creacion, de la posicion de los terrenos que forman estas rocas, y traza la historia de las revoluciones que ha experimentado el globo por efecto de las inundaciones, de los temblores de tierra y de las erupciones volcánicas.

De manera que le formacion y órden del gran catálogo de minerales, así como la esposicion mas completa de las propiedades de cada uno de ellos, no son todavía mas que una parte de su historia: es necesario conocer tambien su posicion respectiva y su distribucion en capas: este es el objeto de la geologia positiva.

La Geología es una ciencia que puede considerarse la mas moderna de la historia natural; pero cuyas aplicaciones y descubrimientos figuran muy á la cabeza de las mejoras y recursos con que la sociedad moderna ha enriquecido los medios de accion, y los placeres y goces que ignoraron completamente las generaciones que nos precedieron.

Tháles, entre los antiguos atribuye al agua la formacion del mundo. Puede considerarse como el verdadero fundador de la geologia Bernardo Palisy, el cual combate que los fósiles sean simples juegos de la naturaleza, sostuvo el primero que las conchas halladas en las cumbres de las montañas, son de los restos de los animales, y que los mares han cubierto en cierta época los continentes.

En el siglo XIX Tomás Burnet, Juan Ray y Leibnitz emitieron muchas hipótesis sobre el origen de la tierra. Guetard fué el primero que se ocupó de las cartas geológicas destinadas á representar la naturaleza de los terrenos.

La Teoría de la Tierra publicada por Huton en 1785, dá una grande idea sobre la geologia: este sábio rechaza una parte de la hipótesis que atribuye á las aguas, la formacion ú origen de ciertas rocas, y nos esplica por la accion de un fuego central la reunion de

una multitud de rocas y de minerales, así como la formación de nuestros continentes.

Él fué el jefe ó caudillo de la escuela de los vulcanistas.

El racional cultivo de esta parte de la ciencia solo puede contarse desde los últimos años del siglo XVIII en que el distinguido talento de Werner, ejercitado en las profundas minas de Sajonia, reuniendo á sus observaciones, otras muchas oscurecidas y mezcladas con teorías absurdas, formó un cuerpo de doctrina en que se veian los hechos y su aplicacion ligados de tal modo, con claridad y armonia, que llamando la atencion y mereciendo la aprobacion universal, concurren de diversos puntos á oír sus lecciones, y España mandó á los aventajados Elhuyares y Larrañagas para que le escuchasen y aprendiesen las luminosas doctrinas de la ciencia.

Sus lecciones publicaron una teoría que causó una revolucion en la ciencia; distinguia los terrenos en varias épocas, *terrenos primitivos* ó de filones, á los que llamaba terrenos graníticos; *secundarios* ó de capas á los terrenos estratificados de origen mas reciente y que presentaban restos orgánicos: *intermediarios* ó de transicion á los depósitos intercalados entre los citados, pero que cae en la exageracion opuesta á la de Hutton, atribuyendo un origen acueo á todos los terrenos, de aquí el nombre de Neptunistas dado á sus discípulos.

Saussure y Pallas contribuyeron con sus numerosas observaciones á los progresos geológicos, Pallas en los estudios practicados en Rusia sobre la formación de las montañas y Saussure por los practicados en sus viajes á los Alpes. Los naturalistas que se dedicaron á este estudio en las épocas que precedieron al último tercio del siglo XVIII, aunque contaban con elementos en el portentoso desarrollo de las demás ciencias auxiliares, no consiguieron elevar la Geología á verdadera ciencia, porque como solo dirigian sus reconocimientos y estudios esclusivamente á las montañas elevadas y á las localidades donde jugaban el principal papel las rocas cristalinas, y donde el trastorno de las capas sedimentarias habia sido mas notable, no podian comprender estas trasformaciones, estas irregularidades, cuya esplicacion fué luego tan fácil cuando aquellos lechos se estendieron primero en su natural posicion horizontal en las llanuras, y fueron despues observados en los diversos tránsitos á que fueron sucesivamente sometidos, y en la Fauna y Flora que acompañaren su aparicion.

Tal es el origen y base de la Geología moderna que como dice el ilustre colaborador de la misma Vizconde D'Archiac, se estiende á todos los ramos de nuestros conocimientos, que se ocupan de los cuerpos orgánicos é inorgánicos, y es donde vienen á reflejarse á

su vez, la historia de la vida en la superficie del globo, y la de sus revoluciones físicas.

A últimos del siglo XVIII la formación verdadera de cada especie de terreno comienza á ser conocida.

En 1811, Escipion de Breislak publica con el título de Introducción á la Geología, el primer tratado regular que apareció escrito sobre esta ciencia, no declarándose esclusivamente ni Neptunista ni Plutonista.

Peró desde luego admite el estado ígneo del globo en un principio como causa de su estado esferoidal, despues el concurso del agua en los fenómenos de que ha sido teatro su superficie. Este modo de ver ha sido confirmado por las investigaciones mas recientes de los geólogos.

La ciencia moderna debe importantes trabajos á M. de Buch.—Elic-de-Beaumont-Lyell Dufrenoy y otros sobre el metamorfismo de las rocas estratificadas de origen Neptúnico; en rocas cristalinas de apariencia Plutónica; á M. Agassis sobre los glaciales—á M. M. D'Omalius, D'Halloy-Lyell-Murchison sobre el origen de los valles—á Buckland de La-Beche, Bronguiart y otros, sobre clasificación de las rocas, cantos erratinos, cavernas huesosas.

Y los descubrimientos de Cuvier sobre la Paleontología; han contribuido de un modo notable á sus muchos adelantos.

Presentándose los importantes trabajos de La-Beche—Lyell—D'Omalius etc.,—D'Huot-de-Constan-Prevost y otros titulados elementales de Beudant, D'Orbigni, y en nuestra Península, el único hasta el presente, el escrito por nuestro distinguido geólogo el Dr. Vilanova que procura ser conciso en la parte que se dan noticias de lo relativo á la historia física de la tierra y de las aplicaciones que de su estudio puede hacer el hombre para mejorar las condiciones sociales.

Trazando como introduccion del mismo, la historia del origen probable del globo con sus importantes vicisitudes porque ha pasado en el curso de su formación etc.

Ahora; reanudando nuestra série interrumpida, y volviendo á Werner, á quien no se le puede negar el nombre de fundador ó á lo menos de regenerador de la ciencia.—Vienen los trabajos de Humboldt—Cuvier—Brochi—Smith—Bronguiart—Lyell—Murchison y otros no menos dignos, á quienes debe la ciencia el notable engrandecimiento que ha alcanzado en poco tiempo sobre medio siglo, no perdonando para conseguirlo gastos, fatigas ni penalidades que son consiguientes, á costa de las que no quedó comarca de mas ó menos importancia que no fuese examinada del modo mas escrupuloso, no solo en Europa, si es en las apartadas regiones de Siberia, la India,

Africa y América, no siendo impedimento los hielos de unos ni el abrasado clima de otras.

De un modo semejante, se ha conseguido describir del modo mas racional y metódico las masas minerales que determinan la cubierta é interior de nuestro planeta, la superposicion, época de aparicion y causas de su formacion, con los tránsitos y perturbaciones de que ha sido objeto. Estas perturbaciones llevan en pos de sí, cambios completos en la orografía é hidrologia del mundo, como en la vida de los seres orgánicos, á la par dejando grabadas huellas indelebles de su realizacion, suministrando caracteres importantes que nos hacen fijar la cronología de hechos tan notorios.

Prescindiendo de las teorías mas ó menos opuestas al Génesis, las cuales rechazamos de veras, espondremos algunas observaciones acerca de la historia física del globo que habitamos, las cuales nos parecen admitidas dentro de los dos primeros versículos del Sagrado Texto.

Siendo el Génesis uno de los libros escritos por inspiracion divina, consideraremos siempre sus bellas páginas como la antorcha mas brillante que puede alumbrar al geólogo en sus difíciles y aventuradas investigaciones, y pondremos á los que no tengan la fortuna de pensar como nosotros, el siguiente dilema que el sábio Amper dirigió á los geólogos, naturalistas y ateos.

Ó Moises tenia en las ciencias una instruccion tan profunda como la de nuestro siglo, ó era inspirado.

Así, que para explicar la actual figura de la tierra, admitimos la hipótesis de un estado pastoso ó fluidez ignea, y de este modo cediendo á las leyes de la gravitacion universal, y moviéndose en el espacio al rededor del sol, y sobre su eje adquirió su forma esferoidal, cuya es la admision actual de la ciencia.

Desde que este estado fluido de la materia, que todavía se conserva en el interior del globo, cesó en la superficie por enfriamiento y solidificacion consiguiente de su corteza exterior, comenzaron á aparecer los diversos terrenos y á verificarse los variados y numerosos fenómenos que furman el objeto de los estudios geológicos.

El enfriamiento se verificó y sigue todavía hoy por la irradiacion del calor á las capas mas inmediatas, de manera que vá poco á poco formándose la corteza de nuestro globo, objeto primordial de nuestros estudios naturales.

Desde luego que el calor primitivo debió formar al rededor de este núcleo igneo una atmósfera tan pesada y deleterea que debió contribuir á que no fuese posible entonces la vida en el globo.

Posteriormente con la desaparicion de ciertos principios nocivos, fué ya formándose una atmósfera propia, para la vida de los seres



vegetales y animales que al Señor plugo colocar sobre la faz de la tierra.

En donde primero se presentaria el agua en estado esferoidal mas ó menos, seria en las altas regiones de la atmósfera, y despues se precipitó en lluvias mas ó menos torrenciales, y como la temperatura de la tierra era todavia elevada se volvió á evaporar robándole una cantidad de calor que contribuiria sin duda al enfriamiento de su corteza, debiéndose por entonces formar los primitivos oceanos, despues de cuyo periodo aparece sin duda la vida orgánica. La caída de las aguas de la atmósfera en los diversos periodos, determina algunas alturas y depresiones que darian lugar á los *mares* y á los *continentes* y tambien á su vez secundada su accion por la de otros agentes, se produjo la descomposicion de las rocas endurecidas, dando lugar á los primeros depósitos neptúnicos ó estratificados en capas ó lechos.

Pudo ser muy bien que muchos de los seres vivientes en este periodo, fuesen arrastrados y colocados entre estas capas ó lechos dejando señales indelebles de la historia fisica del globo; seguía se á esto la lucha del interior con el exterior del globo, y superando los gases del interior, determinando eminencias mas ó menos importantes que desalojaban las aguas y se aumentaban los continentes ó estos en parte se cambiaban en mares ó vice-versa. De este modo se iba engrosando la cubierta del globo y ademas por sus capas interiores acumuladas por sucesivo desarrollo de enfriamiento.

Estemecanismo de aumento de la cubierta, fué general en su principio, pero mas tarde se hizo local ó estuvo circunscrito, aunque repitiéndose gran número de veces y dando análogos resultados, mejor cuidóse la vida de los diversos seres en las funciones y detalles de su organizacion fisica, á medida que mejoraban las condiciones de su existencia.

Manifestaremos no obstante que la tierra no ha llegado ni mucho menos al término de su historia, hoy continúa su accion de un modo lento, casi imperceptible á la consideracion humana: solo se puede ver mas manifiesta en los puntos próximos á los terrenos donde las aguas y el fuego presentan al inteligente naturalista nuevos objetos que cubren la superficie del suelo, y que conocemos ademas por cuanto vemos en los estratos, seres orgánicos en puntos donde hoy estamos lejos de imaginar que existan.

Siendo relativamente reciente la época en que Dios creó al hombre para entregarle el dominio de la tierra, no ha sido posible á este, presenciar las vicisitudes que han carecterizado la historia fisica del globo, pero que sin embargo no faltan hechos para que interpretados de un modo conveniente y razonable, ilustran al débil

entendimiento humano, y le enseñan á admirar la omnipotencia del Hacedor de todo lo creado.

Desde la aparicion del hombre, puede decirse que las cosas se suceden en el mismo órden que anteriormente, si bien con mayor lentitud: pero el dia en que los gases interiores redoblen su actividad por la oclusion de los volcanes en actividad y mayor enfriamiento del globo, deberán aparecer en el fondo del océano, cordilleras de montañas que segun todas las probabilidades serán volcánicas, experimentado tal vez profundas conmociones nuestro estado actual.

La lijera reseña de la historia fisica de la tierra, además de iniciarnos en las bellezas de su estudio, nos ofrecen un campo útil bajo todos conceptos, visto lo que de un modo natural sucede en el globo, podemos observar ligeramente la formacion de estos terrenos característicos en las diversas épocas como lo haremos en el texto.

La geologia tiene una relacion muy íntima con las demás ciencias, con las que mutuamente se ayuda en el campo de sus investigaciones: la aplicacion á la agricultura y á casi todas las industrias conocidas (cuyos datos presentaremos) produce resultados benéficos que todos los gobiernos con rarísimas escepciones se han interesado en su útil aplicacion formando sus mapas geológicos.

Siempre que la geologia sirve de guia al agricultor, desde luego puede apropiarse á cada terreno las cosechas mas útiles y de lucro, atendidas la composicion del suelo, hidrológicas y climatológicas. Nos enseña á elegir las mejores tierras para el cultivo, segun la proporcion en que se hallan sus tres elementos, como son los óxidos minerales, *cal*, *alumina* y *silice*, modificándola cuando alguno predomina en los diferentes casos; nos manifiesta la existencia de las rocas *alcalinas*, *feldespáticas* y *micáceas*, con otras muchas que tan directamente influyen en la vegetacion, lo que compensan los productos volcánicos el daño que los mismos causan al salir por el cráter; por ella encontramos bases seguras para proporcionar manantiales necesarios en todo cultivo ya con *pozos artesianos* ó *fuentes* etc., con la disposicion de los pantanos, segun las ventajas del suelo: su empleo útil en las artes industriales desde luego se concibe, obteniendo sus mas importantes sustancias del reino mineral.

Los *metales* necesarios en las transacciones comerciales, ó los significativos útiles del lujo combinados por hábiles artistas, luego hasta el metal mas humilde y que no por esto disfruta de menos valor, puesto que la industria tiene en el precioso combustible su mas poderoso auxiliar. En las formaciones geológicas encuentra el hierro, que utilizándose por tantos individuos á la vez (hasta para

dirimir cuestiones sociales entre los Estados), fertiliza tierras, lleva á cabo obras de utilidad reconocida, medios de transporte nunca concebidos, gigantescos buques, con sus poderosas máquinas de vapor, puentes ni casi imaginados por lo atrevidos, y edificios en los que se ha suprimido la madera como un inconveniente ó estorbo para su vida mas que secular y seguridad contra incendios.

Los mármoles y broncees para el laborioso escultor que nos deja las medallas de los héroes de las naciones para que los admire la posteridad. La porcelana que el fabricante obtiene de las rocas descompuestas y que á su vez hallamos para el constructor los cementos hidráulicos que le sirven para fundar muros inmensos dentro de las aguas.

Pero por la brevedad de estos apuntes nos vemos en la necesidad de pasar á la segunda parte de la ciencia que lo es la

MINERALOGIA.

Ciencia que se ocupa de la descripción y clasificación de los cuerpos inorgánicos esparcidos en la superficie del globo como en el interior ó seno de la corteza de la tierra. Estudia los cuerpos segun están en la naturaleza considerando en ello los caracteres por los que impresionan nuestros sentidos, su composición química, circunstancia de yacimiento, el objeto que representan en la constitución del globo, sus propiedades y usos. Es una ciencia en íntima relación con la geología é inseparable á nuestros días. En la mineralogía como en los demás ramos de la historia natural se reúnen los minerales en grúpos que forman *clases, familias, géneros, especies y variedades*.

El mineralogista debe ejercitarse para conocer al primer golpe de vista los minerales, ó con la ayuda de cualquier ensayo sencillo ó fácil de ejecutar, y luego con la práctica que nos presenta Cor-

dier de los caractères mas precisos podemos sin grande sacrificios reconocer en su mayoría los minerales—un soplete—algunos ácidos—un martillo—aguja imantada—un carbon, todo lo cual debe componer el menaje para los viajes de observacion y reconocimiento como así lo espondremos en las siguientes páginas de nuestros apuntes.

El estudio de los cuerpos inorgánicos se remontan á los primeros tiempos de la sociedad, pero aquí como en todas partes la práctica tiene de poco precedente la ciencia, ya el minero conoce los minerales útiles—bien antes que se piense en determinarles metódicamente sus caractères y antes que se les clasifique. Teofrasto nos ha dejado un libro sobre las piedras, que es el primer tratado que se ha conocido sobre esta materia.

La parte mineralógica de la historia natural de Plinio, un buen número de hechos que interesan á la tecnologia y á la historia de las bellas artes. Esto no obstante, para que en realidad comience á formarse la ciencia en los tiempos modernos.

El primero que se ocupó de mineralogia própiamente dicha, fué el alemán Bauer, conocido mas bien por el nombre de Agrícola, escribiendo hácia los años de 1548 al 60 próximamente, cuya obra sobre la naturaleza de los fósiles (que es el modo de designar los minerales) fué largo tiempo la única seguida; desde luego, puramente descriptiva y empírica, la Mineralogia tomó hácia la mitad del siglo XVIII un carácter sistemático gracias á Linneo, que introdujo en la clasificacion de los minerales el sistema cristalino, importante consideracion.

En 1758, Cronstad hizo uso de la composicion elemental de los minerales, siendo seguido en esta senda por Bergman, Kassten, Kirwan.

En 1774, Werner (que nació en 1750) fundador de la escuela de Freyberg, trató de establecer en principios regulares la determinacion empírica de las especies minerales, y definió los caractères minerales con una precision desconocida hasta él.

Hácia el mismo tiempo, Rome de L'Isle publica su ensayo de cristalografia, en el que establece el principio de la constancia de los ángulos en los cristales, y aquello de la dependencia mútua de las formas cristalinas en la misma especie. Despues de él, Haüy, el verdadero fundador de la cristalografia, le dá un nuevo giro, por el descubrimiento y aplicacion de la ley de simetría en los cristales.

Despues de Haüy, los progresos del análisis químico permitieron perfeccionar la clasificacion mineralógica fundados á la vez sobre los caratères cristalográficos, y en la composicion química de los

minerales. Por último, ha llegado á un punto tal el conocimiento de los minerales, que se han reproducido la mayoría á voluntad.

Hall y Berthier han abierto este nuevo camino en el que se han señalado sobre todos M. Bequerell que por medio de acciones lentas ha formado la mayor parte de los compuestos que se hallan en los terrenos de cedimentos: M. Ebelmen que por la fusion ignea ha obtenido muchas piedras preciosas; así como la Espinela, Rubí rojo y otras.

M. Senarmont que con ayuda de los agentes químicos y una fuerte presion ha reproducido los sulfuros, sulfatos hierro oligisto; y M. Fremy, que analizando los sulfuros sobre todo, ha logrado explicar la formacion de la mayor parte de las aguas minerales y obteniendo el cuarzo, el corindon y otros.

Pueden citarse como obras de la mayor importancia respecto de esta parte de la ciencia, las del abate Haüy de M. Bronguiart Beudant y Dufrenoy; pero la que se reputa mas en armonia con el método, y mas filosófica á la vez, es la importante obra de M. Delafosse que procuraremos seguir paso á paso en la mayor parte de las lecciones de nuestros apuntes, siendo la mas natural hoy de cuantas se conocen.

Manifiestas algunas consideraciones generales, relativas á la historia de la ciencia, podemos ya enunciar lo correspondiente al estudio mas detallado de las mas importantes cuestiones que en ella nos proponemos resolver.

A la vista, y por todos (sin querer muchas veces) observado lo maravilloso y grande de la creacion, que proporciona conquistas magnánimas al hombre, este ser, el primero de la creacion, aparece por cierto bien pequeño, pues tiene un campo muy limitado á sus investigaciones y no puede á lo sumo ver sino un átomo de este conjunto por que su existencia efimera, no puede ir mas allá de lo que su inteligencia abrazaria.

HÉ DICHO.

MINERALOGIA.

MINERALOGIA.

NOCIONES PRELIMINARES.

La historia natural própiamente dicha, es la ciencia que se propone distinguir y conocer con perfeccion los cuerpos, que se observan así en la superficie como en el interior de la corteza del globo.

Para conseguir este fin los describe y los clasifica segun sus relaciones naturales, considerando todos sus caractéres, es decir, todas sus propiedades generales ó particulares que constituyen sus analogias y diferencias.

Desde los tiempos mas remotos se han dividido los seres en tres grandes divisiones llamadas Reinos.

1.° El *Reino mineral*; comprende los seres desprovistos de vida, (como son las rocas y piedras con los fósiles.)

2.° El *Reino vegetal*; todos los seres vivientes desprovistos de sensibilidad y movimientos espontáneos, (pero que se mueven por la irritabilidad que tienen perfectamente desarrollada.)

3.° El *Reino animal*; todos los seres vivientes que sienten y mueven á su grado.

La historia natural se divide á su vez en Mineralogia, Botánica y Zoologia.

La mayor parte de los naturalistas modernos no admiten sino dos grandes clases de todos los seres naturales: 1.^a *Reino orgánico*: 2.^a *Reino inorgánico*. Tienen de comun los animales y vegetales que resultan del conjunto de cierto número de partes llamadas órganos, que son los instrumentos de la vida; unos y otros se llaman seres vivientes. Los minerales privados de vida, están por consiguiente desprovistos de órganos, son los seres brutos ó cuerpos inorgánicos.

CARACTERES DISTINTIVOS DE LOS SERES BRUTOS Y VIVOS.

Los principales caractéres que les distinguen, son el tener los vivos *una forma determinada*, en general la misma para todos los individuos de cada especie, á lo menos cuando estos individuos han llegado á todo su desarrollo y una estructura interior esencialmente heterogénea, en razon de que resulta de la combinacion de diversos órganos ó elementos orgánicos, frecuentemente distintos á simple vista, y mecánicamente separables, y el acrecentarse (ó crecer) por *intussuscepcion*, recibiendo en su masa nuevas moléculas para que se interpongan entre las primitivas, y pasando de un modo sucesivo por las fases principales de la vida de los cuerpos, como son: *nacer, crecer, reproducirse, morir*.

Nada semejante existe en los *brutos*, no tienen forma esencial determinada, varia al infinito en razon del modo de crecer y la independencia de sus partículas. No habiendo sustancias interpuestas de distinta naturaleza, su estructura es homogénea, ó mecánicamente simple, de modo que lo mismo representa una molécula, que un quintal de masa compacta. Su *origen* es diverso, como su *existencia, incremento y destruccion*.

El cuerpo organizado nace de otro cuerpo semejante á él, y

que le precede, el inorgánico no es engendrado, sino formado de partes y elementos heterogéneos, los cuales se componen por cualquiera circunstancia que determine su atracción.

El cuerpo orgánico no puede *crecer* sino por nutrición de sustancias asimilables, variando y renovando su masa; el inorgánico se aumenta al exterior solo, por *justa posición* de nuevas moléculas que no sufren otro cambio.

El cuerpo orgánico tiene su límite en el tiempo de su existencia; no existiendo este en los inorgánicos que solo cambian de forma pudiendo existir del mismo modo mientras no haya una causa externa de destrucción.

Agréguese á estos caracteres distintivos de las dos clases, que los orgánicos están compuestos químicamente de un corto número de elementos, siendo los mas generales, el *Oxígeno=Hidrògeno=Carbono=y Nitrògeno*—y que las combinaciones de estos elementos tienen poca estabilidad, mientras que en los cuerpos brutos es muy variada la composición química: son de ordinario las combinaciones de los sesenta cuerpos elementales cuya existencia se admite por los químicos modernos, y estas combinaciones son notables por su firmeza ó su resistencia á la descomposición.

DISTINTIVO ENTRE LOS CUERPOS INORGÁNICOS.

Considerándolos bajo el aspecto de su formación preséntanse diferentes: unos hay que no se producen sino en el interior de los seres vivientes y bajo la influencia inmediata de la vida, las *gomas* y *azúcares* así como las *resinas*; otros se han formado sin el concurso de los actos vitales en el seno de la naturaleza inerte; como los *metales*. Y por último, aquellos cuyo origen misto hace que procedan de sus sustancias orgánicas largo tiempo sepultadas en el suelo, y han cambiado de naturaleza por haber sufrido descomposición como sucede con los carbones fósiles.

Los indicados en la tercera seccion pertenecen en realidad á la Geologia, pero de ellos trataremos por no salir del órden hoy establecido, y por que su importancia lo requiere.

Los del segundo grupo son los mas importantes para el estudio detallado que hemos de hacer de esta parte de las ciencias naturales (la Mineralogia), son los que la naturaleza produce sin el concurso del hombre, ni de otro ser viviente; pero añádase que si la denominacion de cuerpos artificiales y naturales que se quiere aplicar aquí, quiere decir algo, no se crea de un modo tan perfecto y absoluto el de los llamados *artificiales*, porque el hombre si presta su concurso para la determinacion de un cuerpo por medio de varios simples ó compuestos; sola la naturaleza es la que sigue su obra por las reacciones (que dichos cuerpos juntos) determinantes en su realizacion por los medios químicos establecidos: por esta razon, diremos que son auxiliares de esta parte de las ciencias, primero *la Fisica*, que se ocupa del conocimiento de los agentes de la naturaleza y fenómenos á que dan lugar estos en cuanto afectan al modo de estar de los cuerpos. Segundo *la química*, que estudia los fenómenos que en ellos producen los agentes naturales en cuanto afectan á su modo de ser, y las descomposiciones y combinaciones á que dan lugar los cuerpos obrando unos sobre otros: pero no pensemos que cada una de las partes del saber, sean independientes entre sí; si no que el objeto principal es el de facilitar su estudio, y despues ver la union íntima que entre dichas partes existe.— Así se dice.

El *naturalista* presenta el cuerpo, el *físico* le caracteriza en su modo de estar, el *químico* le analiza y nos esplica su modo de ser.

DEFINICION DE LA MINERALOGIA.

Antes de dar esta definicion diremos algo que nos sirva de prolegómenos al estudio que nos va á ocupar. La corteza sólida

del Globo tiene sin duda diversas sustancias minerales cuyo aspecto y composicion varian como el punto donde se observa.

Todos los elementos que la química estudia, y los que podria estudiar, se hallan, ó solos, ó combinados de diverso modo para formar lo que llamamos minerales.

Entendemos pues, por elementos, los cuerpos brutos naturales que no podemos descomponer por los medios conocidos siendo unos *gaseosos* como el Oxígeno—Hidrógeno—Nitrógeno—Cloro y Fluor.

Otros liquidos—Mercurio (con brillo metálico) y Bromo.

Como sólidos.	Metálicos.....	Aluminio—Antimonio—Arsénico—
		—Bario—Bismuto—Cadmio—Calcio—
		—Cerio—Cromo—Cobalto—Cobre—
		—Estaño—Estroncio—Glucinio—Iridio—
		—Itrio—Litrio—Magnesio—Manganeso—
		—Molibdeno—Nickel—Oro—Osmio—
		—Platino—Plata—Paladio—Plomo—
		—Potasio—Ródio—Sódio—Tántalo—
		—Teluro—Terminio—Tungsteno—Uranio—
		—Vanadio—Zinc—Zirconio.
	No metálicos..	{ Azufre—Boro—Carbono—Fósforo—
		{ Yodo—Selenio—Silicio.

No nos apresuremos sin embargo en dar el nombre de mineral, en la acepcion que le asignaremos, unas veces ya á todo cuerpo de apariencia homogénea, porque nos espondríamos mas de alguna vez á errores de consideracion, sobre todo cuando se trata de sustancias no cristalizadas. Por ejemplo, tenemos la *Creta*, sustancia blanca terrosa, y la *Marga*, igualmente terrosa, las dos parecen homogéneas, y se cree que cada una de estas sustancias constituyen un mineral particular ó una variedad de una sola especie.

Estas dos piedras examínense químicamente, y veremos que la *Creta* es un carbonato de cal, mientras que la *Marga* es una mezcla de arcilla y carbonato de cal: decimos que la segunda es una *mezcla*, porque examinando otro ejemplar de la parte inferior del mismo depósito, cuya composicion cualitativa sea

análoga, hallamos ser distintas las cantidades de arcilla y carbonato de cal y por consiguiente hay en la *Marga* dos minerales en el caso presente. Cuando varias piedras que se encuentran no tengan el aspecto homogéneo, se conoce no obstante á la vista que hay mezcla de muchas sustancias.

Ejemplo. Examinemos un granito y veremos con, ó sin lente, que existen tres sustancias diferentes y por lo regular tres minerales bien distintos.

Si les estudiamos con separacion veremos, una sustancia en láminas con brillo nacarado muy fácilmente esfoliable en una direccion é igual al mineral que llamamos *Mica*: la segunda sustancia, petreo su brillo y esfoliable en dos direcciones rectangulares, es el Feldespato: por último, la tercera sustancia de brillo un poco graso, sin esfoliacion, es idéntica al Cuarzo.

La *Marga* y el Granito son rocas y no minerales, y su estudio es de la Geología no de la Mineralogía. El carbonato de Cal—la *Mica*—el Feldespato—y el Cuarzo, elementos constitutivos de estas rocas, pertenecen, á los minerales cuyo estudio pertenece á la Mineralogía.

«La *Mineralogía*, es la ciencia que se ocupa del estado de los «minerales ó cuerpos inorgánicos estendidos en el Globo que «han sido formados naturalmente, que existen en la composicion «de la masa de la tierra y de sus dependencias inmediatas, y po «seen una individualidad diferente:» Como el oro, plata alumbre etc., caracterizándose cada uno de estos cuerpos, por su composicion particular, forma, estructura etc., y demas caracteres físicos cuyo conjunto determina la especie en Mineralogía.

Pero antes de que entremos en los detalles que son precisos á la determinacion de los minerales, hemos de dar una idea general de la parte de la ciencia donde se halla hasta cierto punto contenido el estudio de la Mineralogía própiamente dicha.

GEOLOGIA: IDEAS GENERALES SOBRE LA MISMA.

En su acepcion mas lata abraza un conjunto de conocimientos que se relacionan con el planeta que habitamos:—Discurso de la tierra.—Puede hacerse su estudio en dos partes:

1.^a La llamada elemental.

2.^a La llamada comparada.

La primera se divide en tres partes muy importantes.

La 1.^a *Geografia fisica*. Estudia la forma accidentada mas ó menos del exterior de nuestro Globo y el modo de distribuirse los fluidos que la rodean, de aquí que á su vez se divida en *Astronòmica, Orogràfica é Hidrogràfica*.

La 2.^a *Mineralogia*. Es la ciencia que se ocupa de los minerales del Globo habidos interiormente en su corteza y en el exterior, y que, desde luego pueden considerarse como los factores de la formacion total del mismo.

Esta parte como quiera que forma ya cuerpo de doctrina por los muchos individuos y especies verdaderamente caracteristicas, de aquí, que se la estudie con separacion de las demás y aun se la elimina hasta cierto punto de la agrupacion geológica que consideramos.

La 3.^a *Paleontologia*. Ciencia que se ocupa del estudio de los seres enterrados hoy y que cambiaron la sustancia que en su origen los constituia, por Epigénesis como en su lugar manifestaremos, constituyendo los seres hoy llamados fósiles. No pasamos á la descripcion de la Geologia comparada, porque poco de ella nos ha de ocupar, y por razon á la mayor importancia que la Mineralogia tiene á nuestro objeto, veamos como se dividirá en las principales ramas despues de los diversos puntos de vista bajo los cuales pueden considerarse los minerales.

1.^a *Mineralogia Física*. Donde estudiaremos los caracteres,

pudiéndose llamar la Fisiología mineral porque esta parte de la ciencia corresponde exactamente á la Anatomía y Fisiología comparadas de los animales.

Estudia efectivamente los caractéres, variaciones que pueden experimentar, y correlaciones habidas entre los mismos cuerpos.

2.^a *Mineralogia Sistemática*. Trata de los principios de clasificación de los minerales en un orden metódico, propio para poner de relieve sus analogías y diferencias.

3.^a *Mineralogia Descriptiva*. Comprende la historia de cada una de las especies de minerales conocidos, y descripción detallada de las diversas variedades de que se compone.

4.^a *Mineralogia Geognóstica*. Se ocupa de la relación que los minerales tienen entre sí en el seno de la tierra, de sus asociaciones naturales, de la forma y de la posición de las masas que ellos constituyen, de las circunstancias y épocas relativas de su formación.

5.^a y última. *Mineralogia Tecnológica*. Es aquella parte de la ciencia relativa á las aplicaciones que pueden hacerse de los minerales para nuestros usos, necesidades, caprichos etc., y para lo que generalmente se llaman las artes útiles y de embellecimiento.

MINERALES.

Llámanse minerales todos los cuerpos simples que la Química nos ha manifestado y aquellas de sus combinaciones realizadas por la naturaleza del modo libre é independiente que en ella se observa, formados por consiguiente en su *estado de pureza* por agregación de dos ó mas moléculas físicas idénticas entre sí bajo todos conceptos y por consiguiente por su forma, estructura y naturaleza química.

Molècula física. Es el último término de la divisibilidad por el calor.

Individuo. Se llama á todo mineral homogéneo, que se observa limitado naturalmente por superficies mas ó menos regulares: si nos referimos al *Tipo mineralógico* preciso será manifestar la necesidad del concurso del carácter cristalino propio en cada caso del Individuo que se considere.

Especie. Es la reunion de varios minerales compuestos de moléculas de igual naturaleza, cualquiera que sea su modo de agregacion; ó sea, la reunion de varios minerales en que las moléculas de los mismos son de idéntica naturaleza con las de los otros cuerpos. De aquí se origina por defecto el enunciado de las *variedades* puesto que no se dice si la separacion ó aproximacion de las moléculas se determina de este ó el otro modo.

Varietades. Se observan en todos los minerales de la misma especie, que difieren notablemente en la colocacion de sus moléculas, y tambien en meros accidentes de color brillo y demás propiedades, pero conservando su composicion. Un ejemplo bastará para su demostracion:

«La *Caliza* es una especie cuyas moléculas están formadas de agrupaciones de átomos de forma y composicion química bien determinadas, y que comprende gran número de *variedades* de forma, estructura y de aspecto exterior; véase la *Caliza rombocábrica*, *Caliza prismática*, caliza trasparente ó incolora (el espacio de Islandia: *Caliza sacaroidea*, *Caliza compacta* ect., y la *Creta*, cuyo aspecto á la vez tan diferente, siendo *variedades* de una misma especie. En el *Cuarzo* obsérvase algo análogo, lo cual es suficiente para demostrar hasta donde es capaz de llegar la variedad segun los caractéres exteriores en una misma sustancia.

Existe á veces mayor divergencia de *facies* en dos minerales de la misma especie que en otros dos que son realmente diferentes por no tener nada de comun sus moléculas. Para esto citaremos algunos ejemplos que podrán ilustrar lo espuesto: Ofrecen una semejanza aparente, si bien de naturaleza y especie diferentes:

La Caliza Alabastro.... y el *Yeso fibroso*.

Los Marmoles y los *Jaspes de los mismos colores*.

El Sulfato de Barita.... y el *Carbonato de plomo bacilares*.

La Caliza sacaroidea... y la *Karstenita sacaroidea*.

Tienen una tal semejanza en su exterior, que no podemos impedir el que la vista se engañe, teniendo que acudir á los caracteres físicos própiamente dichos, ó en su defecto ó los químicos para evitar una equivocacion: lo cual será objeto para que en la descripcion de los cuerpos introduzcamos una seccion que se ocupe de las analogías que pueden y de hecho existen entre los diversos minerales, y luego manifestar el medio de que nos valemos ó hemos de servir para sus diferencias.

No dejemos de manifestar la diferencia que existe entre las especies orgánicas y las inorgánicas, para que se vea cuanta importancia presenta su estudio en cada caso: estúdiase en *un animal* ó en *una planta*, su organizacion, ó lo que es igual su *forma, estructura* y la *disposicion* de sus órganos, que casi siempre se presentan á la vista; pero no nos cuidamos de su naturaleza química. En *un mineral* sucede lo contrario, atendemos á los caracteres que nos dicen la diferente naturaleza molecular que es la que figura en primera línea; la *forma, estructura* etc., hasta cierto punto no son sino los secundarios, sin embargo de ser estos los primeros y que mas sencillamente se prestan á la observacion. Esto es lo que hace en Mineralogia mas difícil su estudio de clasificacion en las especies apesar de su corto número, y lo que facilita el de las especies orgánicas á pesar de ser inmenso su número, pudiéndoseles colocar con mayor exactitud y perfeccion en un órden metódico.

Ahora bien: entre todos los caracteres inherentes á la especie mineral, dicen ser necesario colocar en *primera línea* la *composicion química*, pero sin dejar á lo menos de juntar uno de los caracteres físicos como la *forma, estructura, dureza, densidad* etc.

Si la sustancia es cristal, la composicion unida á la forma cristalizada basta: pero si no hay necesidad, por no estar la forma bien definida se deben considerar la *esfoliacion* ó la *dureza*

como otro cualquiera. Pero si hemos de ser explicitos en el modo de considerar las especies, diremos, que primero se procure aplicar el conocimiento perfecto de los caractéres físicos en sus tres modos de considerarlos, y son: *geométricos, físicos* *pròpiamente* y *exteriores*, y como complemento en todos los casos y en muchos como comprobacion en la determinacion, aplicar los *químicos* que para el mineralogista no deben ser sino aplicados en último término pues de otro modo podria atribuirse el conocimiento esclusivo al químico, y nada al sello físico que en muchos casos casi es el único que sirve en la determinacion. Y aunque respecto á determinar algunas especies oscuras hoy todavia, por corresponder á cuerpos Adelógenos ó individuos cuyos componentes se presentan ocultos respecto de sus propiedades físicas y tambien costosa su asignacion química, hoy sin embargo la disposicion laminar dada á estos cuerpos y los estudios comenzados con el microscopio, prometen antes de poco un conocimiento mas perfecto para fijarles en el lugar que les corresponde que el que se ha tenido hasta el dia.

Pero no se diga que esto se llame estar reñido con la química ni sus caracteres, pues está reconocido que desde que los caracteres físicos y químicos marchan *unados* en el estudio de la ciencia, es cuando de hecho se ha podido marcar la época de verdaderos adelantos racionales, mas aun veremos todavia en el curso de estas lecciones, como nosotros damos tambien la importancia que se merece (y tal vez quede algo menguada nuestra opinion) á los caractéres geológicos, puesto que la presencia de un mineral nos acusa la existencia de otro que es principal á que le sirve de ganga en su lecho ó formacion, tambien la posicion en los diversos suelos ó terrenos teniendo en cuenta los diversos accidentes habidos en el mismo, son otro dato que nos guia algun tanto, la diversa colocacion en los diversos puntos, de los *metales* y *metoloides*, con otro dato irrecusable que de un modo innegable nos auxilia, pero que realmente viene la química como complemento y nos confirma lo que nosotros habiamos pensado de la especie en cuestion; y

aun diré mas, en prueba de que damos la mas alta importancia á la química, el que hoy (como citaremos), el químico ó el naturalista, colocan los componentes de los diversos cuerpos, sean *pedras* ó *metales*, en condiciones oportunas, resolviendo las reacciones químicas de un modo natural, lo que suponemos ha ejecutado la naturaleza en tiempos remotos, y lo hace al presente por cuanto la química terrestre, ese gran laboratorio del universo, no cesa ni cesará jamás. Hé ahí en los *Sofonis*, en las *Solfatarás* en los *volcanes* cada uno de los productos que por ellos se nos presentan, pregúntese á la naturaleza que son, y nos contesta ser el resultado final de su química operacion, (la cual como hé dicho) va siendo adivinada y lo va siendo en sus múltiples ensayos por el físico y el químico á la par que por el naturalista—físico—químico.

ORIGEN DE LA ESPECIE.

En los reinos orgánicos, los individuos de una misma especie nacen los unos de los otros, esto no es la verdadera esencia de las especies (porque además no todas las especies nacen, pueden determinarse de otro modo) la especie consiste únicamente en un tipo de organizacion definida, bien fijada, susceptible de una determinacion rigorosa, repitiéndose del mismo modo en gran número de individuos. (Si tenemos un Tipo dado que muchos cuerpos repiten exactamente que es producido sin alteracion en sus caractéres esenciales, sea en el espacio, sea en el tiempo ó en ambos á la vez, hé aquí lo que constituye en realidad la especie.)

En Mineralogia existen especies, en razon de que las moléculas integrantes son tipos de composicion tambien determinados como los de las diferentes especies orgánicas. En el reino mineral no hay generacion própiamente dicha, por consiguiente no

puede reanudarse ó ligar la idea de la especie á un fenómeno de este género, como sucede en Botánica y en Zoología. (No se necesita sin embargo.)

En Historia natural la existencia y fijeza de tipos rigurosamente determinables son los que constituyen la esencia de las especies, y la especie es la repeticion exacta del mismo tipo en muchos cuerpos, teniendo cada uno una existencia aparte, que determina los individuos.

En cada formacion de cuerpo inorgánico, existe como quiera una especie de organizacion fija, ó á lo menos de composicion y de estructura molecular, de modo que se reproduce invariablemente: esta identidad de reproduccion es la que establece la realidad y perpetuidad de las especies en el reino mineral.

MINERALES DIVERSOS EN UNA MISMA MASA.

Las variedades pueden ser puras, ó simples, ó impuras, ó mezcladas: diremos que hay muchas agrupaciones de masas en la naturaleza que son simples (pero no en absoluto), ó formadas en todas sus partes de moléculas de la misma especie; á estas es á las que se refiere la definicion de la especie: pero á la vez se hallan otras que tienen diversas sustancias que son mas ó menos homogéneas en apariencia, aunque resulten con mezcla de moléculas diversas, que pertenecen á especies diferentes. Sucede que una sustancia domina mientras que la otra es mas débil su presencia, tomando la variedad el nombre de la predominante y figurando la otra como accidental lo cual nos conduce á un punto en el que las sustancias se igualan en sus partes atómicas y necesitamos saber á que variedad corresponde: para esto hay que tener presente todas las señales evidentes que hagan resaltar á una de las sustancias sobre la otra, apesar de sus iguales partes y despues de pesar las circunstancias especiales de cada una, decidir del lugar que á cada uno corresponde.

Pero á pesar de todo nos hallamos muchas veces masas que son simples y homógneas en apariencia, sucediendo no pertenecer á especie determinada con seguridad; y cuya formacion es debida en todo ó en parte, á la reunion mecánica de que no se puede distinguir su naturaleza: como las *Arcillas—Pizarras Trapps—Petrosilex* y otras recibiendo el nombre de *Adeólogenas*: las cuales distinguiremos de las *Fanerógenas* cuyas partes componentes pueden determinarse en todos los individuos. Y por último existen los minerales *compuestos* ó agregados que son masas minerales visiblemente heterogeneas ó en las que con facilidad se reconocen sus partes componentes, en estado de agregacion ó entremezcladas.

Rocas, serán aquellas masas *Adelogenas* como *Fanerogenas* y agregadas que resultan de la asociacion de los diversos minerales conocidos y reunidos *dos à dos, tres à tres* etc, pero que en *Historia Natural* solo fijase en sus clasificaciones sobre las que se presentan sin interrupcion en grandes estensiones así en la superficie como en el interior de la corteza del globo; cuyo caracter particular determinase con la denominacion de *Rocas*. Poco nos hemos de ocupar de ellas, puesto que el principal objeto le fundamos en los factores de estas rocas que solo mencionaremos al tratar del yacimiento de los minerales en cuya seccion necesariamente tendremos necesidad de clasificar las *Rocas* en sus diversas fases y pisos del terreno donde se encuentran, para que así queden evidentes los caracteres geológicos que ayudarán á los físicos á la mayor perfeccion de reconocimiento del reino inorgánico (pues le consideramos necesario.)

DOS ÓRDENES DE MOLÉCULAS EN UN MISMO CUERPO.

Toda molécula se compone de átomos, luego ante todo necesitamos manifestar, que llámense *Átomos*, pequeñas particillas materiales, en las que podemos dividir todos los minerales por

las diversas acciones químicas: habiendo tantas especies de átomos elementales cuantas sustancias simples encontremos.

Los átomos simples de especies diferentes en virtud de su afinidad los unos por los otros, se agrupan en diversas proporciones y de modos diversos para componer esta primera clase de moléculas que los químicos llaman *átomos compuestos* ó *moléculas químicas* y que apesar de su estado mas complejo escapan á nuestro sentido por su pequenez extrema, así como tambien los átomos simples.

El agrupamiento molecular puede fijarse á las moléculas químicas de que acabamos de hablar, y entonces la molécula química y la molécula física, son una sola y misma cosa. Puede suceder tambien un sobre-agrupamiento por el que muchas moléculas químicas semejantes se juntan para constituir esta segunda especie de molécula, llamada *molécula física*, siendo muy diferente de la química, puesto que es múltiple de la misma.

La distincion de estas dos moléculas diferentes la una física y la otra química es muy importante bajo el punto de vista mineralógico. Así, que dos cuerpos que tienen las mismas moléculas físicas, tienen por esta sola razon las moléculas químicas idénticas. Pero la inversa no es verdadera.

¿Quereis dar á entender que dos cuerpos están formados de las mismas moléculas químicas, sin determinar nada sobre la naturaleza de su molécula física? puede decirse en este caso con los químicos, que estos cuerpos tienen la misma composicion química. Si ellos tienen además una molécula semejante, diremos con los físicos, que tienen la misma constitucion física: son entonces idénticas por todos conceptos, ó mineralógicamente hablando, de la misma especie. Pero dos cuerpos, de la misma composicion química, pudiendo ser constituidos de una manera diferente, no son de la misma especie (por necesidad), bajo el punto de vista mineralógico.

COMPARACION DE DOS MINERALES

POR LA

NATURALEZA, NÚMERO Y DISPOSICION DE SUS ÁTOMOS.

Sucede que las moléculas químicas de las especies minerales, consideradas en cuanto a su composicion atómica, pueden *parecerse ó diferenciarse* entre si bajo tres aspectos diversos.

1.º Por la *naturaleza* particular de los átomos que la componen.

2.º Por el *número* particular de átomos de cada especie.

3.º Por la *disposicion* relativa de estos mismos átomos al rededor del centro de gravedad de la molécula.

Ahora bien: si en dos minerales concuerdan sus moléculas químicas bajo los tres puntos indicados, tienen una misma composicion y naturaleza química. En cuanto hay diferencia, como esta puede ser por los tres conceptos arriba espresados ó sobre parte de ellos, comprender el que halla diferentes grados de analogia ó desemejanza entre las especies minerales, respecto de su composicion química.

Isomeria. Dos minerales que se comparan, pueden convenir ó diferir por sus tres conceptos.

En el *primer caso*, su composicion química es realmente la misma; son de la misma especie, y además sus moléculas físicas se hallan constituidas de un modo semejante.

En el *segundo caso*, los dos minerales son desemejantes. Pero entre los dos extremos puede haber muchos casos intermedios, muchos grados de semejanza en los tres caractéres fundamentales de la composicion molecular. Puede suceder que las moléculas químicas de dos minerales sean compuestas de los mismos átomos *unidos* en los mismos *números* absolutos, pero dispuestos de modo diferente.

O tambien puede suceder que estas moléculas estén formadas de los mismos átomos, unidos solamente en los mismos números relativos, es decir, en número realmente diferente, pero proporcionales. En el uno y otro caso los dos minerales nos darán el mismo resultado al análisis, sin ser por esto de la misma especie, puesto que sus moléculas estarán constituidas diferentemente; tendrán solamente la misma composicion química aparente.

Dáse á los cuerpos así compuestos de las mismas *partes*, en las mismas *proporciones relativas*, y que gozan de propiedades específicas distintas, el nombre de *Isómeros*.

Falta designar dos casos de Isomeria.

1.º Que supone la igualdad en el número de átomos componentes, cuyas moléculas atómicas tienen pesos iguales.

2.º Que solo la supone en el número relativo; en cuyo caso el peso de las moléculas es diferente, pero múltiple el uno del otro.

Isomorfismo. Encuéntranse minerales cuyas moléculas difieren por la naturaleza de sus elementos, pero al parecer formadas de un número igual de átomos unidos de la misma manera; así se observa en la *sal comun*, como en el *espató fluor*; cuya composición difiere, pero el tipo de disposición molecular es igual: los dos cuerpos son Isómeros como lo es la *Galena* y otros: definición que sin perjuicio de ampliarla al tratar de los principios fundamentales de la ciencia se puede espresar.

Isómeros serán dos cuerpos que tienen distinta composición química pero que nos presentan la misma forma cristalina.

Dimorfismo. Se observa en dos cuerpos que siendo químicamente iguales, difieren en la colocacion de su molécula física, por cuyo motivo varían en la forma bajo todos los aspectos posibles de sus moléculas. El carbonato de cal presenta la especie romboédrica y el prisma exagonal mas ó menos perfectamente determinados.

Polimorfismo. Esplicase por la diversidad de formas encontradas en un cuerpo cualquiera, como sucede en el *ácido titánico* que presenta tres formas diversas, constituyendo las diferencias exteriores de los cuerpos.

1.º *Rutilo* ó *Chorlo rojo*., $\left. \begin{array}{l} \text{Acido titánico}=98,70 \\ \text{Oxido ferrico}=1,30 \end{array} \right\} =100.$

Cuya forma dominante es el prisma de doce caras (por modifi-
cacion de sus aristas que las caras sustituyentes aparecen aca-
naladas), con apuntamiento cuadruple, figura 4.ª

2.º *Anatasa* ó *chorlo azul*.—Prisma recto de base cuadrada
con apuntamiento bipiramidal agudo.

5.º *Brookita*, color gris de hierro. En dodecaedros triangu-
lares isocetes ó prismas tabulares del tipo Ortorrómico cuyos
cristales pueden confundirse con los de la plata roja de Somo-
sierra sino se va con cuidado. Volvamos á la Isomeria de que
antes nos hemos ocupado.

La Isomeria, (ó compuesto de partes iguales) se emplea
para traducir una condicion antagonista del Isomorfismo; en
virtud de *la cual* dos cuerpos de forma ó propiedades diversas
pueden no obstante ofrecer la misma sustancia: pocos cuerpos
nos presenta la naturaleza eliminados de la ley general que
quiere haya concordancia entre la sustancia y la forma. Citare-
mos algunos cuerpos en los que esto es incontestable.

Caliza espática.....	Romboedro de 105°.....	} C a C.
Aragonito.....	Prisma Ortorrómico de 106°5.....	

Rutilo.....	Prisma cuadrado.....	} Ti.
Anatasa.....	Octaedro cuadrado agudo.....	
Brookita.....	Prisma Ortorrómico de 121° 39.....	

Diamante.....	Octaedro regular.....	} C.
Grafito.....	Prisma hexagonal regular.....	

Y así de otros que pudiéramos mencionar pero que se les
considera como cuerpos *dimorfos*, propiedad que hemos dicho
determina dos formas primitivas diferentes en individuos de una
misma naturaleza.

Pues bien, *Isomeria* es mas general en concepto de manifes-
tar una misma composicion, ya se aplique á minerales que ten-
gan formas primitivas diferentes, ó sea á cuerpos que sin cris-
talizar difieren por un cierto número de las demás propiedades.

De tal modo que la *antracita* con el *diamante* son cuerpos *Isoméricos*, á causa de sus propiedades físicas que son casi todas opuestas.

Es muy notorio que los cuerpos isómeros difieren no solo bajo el concepto de las propiedades físicas, sino que, en ciertos casos relativamente, aun en sus mismas propiedades químicas. Muchos experimentos se han practicado para que un cuerpo cristalizase de dos modos diferentes, pero ningun ensayo tan notable como el del célebre Michtscherlich, haciendo evaporar el *sulfuro de carbono* que tenía el azufre en disolución, obtuvo «algunos cristales octaédricos de base rómbica como los hallados en la naturaleza; fundidos y decantados, los cristales le han presentado la forma de prismas que correspondían al tipo 5.º «sistema uni-oblicuo cristales no hallados en la naturaleza: por este concepto no hemos mencionado en la tabla anterior el azufre.

Al ocuparnos de los principios fundamentales de la ciencia, entraremos en mayores detalles de los conceptos aquí comenzados.

CARACTERES DE LOS MINERALES.

El Mineralogista ciertamente deberá buscar las propiedades ó cualidades que sirven para reconocer los minerales debiendo recordar que unas son puramente científicas, las otras por sí solas bastarán para el conocimiento directo de los minerales, (suponiendo antes de estos, cuidadosamente apuntados los datos de investigación que el químico ha debido hacer en el reconocimiento de los cuerpos: porque sabido, el químico por sí solo no los puede determinar;) el Físico-naturalista tiene necesidad de su concurso y sosteniendo cada uno la recíproca que constituyen ambas el complemento sin que la una se halle postergada á la otra.

Hagamos notar lo siguiente respecto de la investigación de la especie.

«Entre todos los caracteres inherentes á la Especie, es preciso «colocar en primer término la composicion quimica, pero reuniendo á lo menos uno de los Físicos como la *forma, esfoliacion* etc. Si la sustancia es cristalina, la composicion con la *forma geométrica* basta; pero si no hay forma bien definida se deben «considerar la *esfoliacion—dureza—densidad—etc.*»

Segun Pisani (y en mi concepto dice muy bien.) La composicion sola no basta nunca para definir una especie mineral: un ejemplo. Veáanse como pertenecer á la misma especie la Caliza espatica y el Aragonito por ser estos dos minerales correspondientes al Carbonato de cal, ó tambien el Granate con la Idocrasa porque se hallan algunos Granates y algunas Idocrasas exactamente con la misma composicion cuantitativa.

En épocas en que poco se determinaba con el análisis químico definiase una especie mineral por los caracteres físicos. Cuando las leyes de la cristalografía estubiesen bien establecidas, los caracteres físicos tomarán un incremento é importancia tal, para la distincion de los minerales y pronosticarán para algunos mineralogistas hábiles, uno de los mejores medios de investigacion.

Resultando que al objeto de investigacion necesitamos aplicar los medios que nos conducirán al término propuesto, buscando las propiedades que sirven y que hemos convenido y reconocemos ser los caracteres mineralógicos.

Los caracteres están lejos de tener todos la misma importancia, porque son mas ó menos constantes ó variables; distingúense en caracteres de primer orden, de segundo, tercero etc., cuya série estará representada por la influencia que parece se ejerce de los unos sobre los otros, al ser hallados en el mismo individuo.

Los caracteres de primer orden son los llamados dominantes, y con relacion á los primeros, llamémos á los otros caracteres subordinados. Los caracteres de los minerales pueden dividirse en tres secciones importantes:

- 1.º Caracteres físicos. (Que llámense propiedades físicas),
- 2.º Caracteres químicos. Que no pueden subdividirse como los anteriores.

5.º *Caractères Geologicos.* Que nos manifiestan el yacimiento de los minerales relacionadas las diversas especies, así como la ausencia de un mineral dada la existencia de otros y vice-versa.

PRIMER GRUPO. Entre las propiedades físicas que llamaremos de primer orden son las mas constantes y de una gran generalidad demostrada, sometiendo para ello el mineral á medidas precisas, así como una observacion atenta para poder determinar la forma fundamental llamada Cristalina; luego la densidad, dureza, calor, etc, de aquí el que siendo varios los caractères les dividimos por su importancia tal como se le reconoce: á saber:

1.º *Caractères geométricos.* Correspondientes á las propiedades físicas. Para cuyo exámen, que ha de ser minucioso, se necesitan los conocimientos que corresponden á la Geometria en su parte elemental, puesto que hay que medir los ángulos de la forma cristalina, las esfoliaciones que el cristal nos presenta y determinar la verdadera forma poliédrica.

2.º *Caractères físicos pròpiamente.* Son aquellos que afectan la esencia de la masa del mineral que sin descomponerle averiguamos por su densidad, dureza, refraccion, conductibilidad calorífica etc.

3.º *Caractères exteriores.* Son los que afectan inmediatamente á los sentidos, lo cual no presenta sérias investigaciones, así consideramos el aspecto del mineral en su forma general, color, brillo, transparencia, fractura, lo que constituye la facies del mineral.

SEGUNDO GRUPO: CARACTÉRES QUÍMICOS. Hemos dicho que no se subdividian y se limitaban para nosotros á comprobar por los medios mas sencillos la sustancia de que el mineral se halla determinado con antelacion por el químico investigador: tómake para esto una pequeña parte del mineral y siguiendo cada una de las operaciones indicadas por la química, por medio del fuego, el agua ó los diversos reactivos que mencionaremos, descomponerle, y á lo menos determinar la naturaleza de sus elementos ó sus cualidades.

TERCER GRUPO: CARACTÉRES GEOLÓGICOS. Son los que

nos dan á conocer el yacimiento de los minerales diversos en el Globo en sus diversas capas, la manera de asociarse, cuando se formaron, como se hallan distribuidos, si cambiaron de naturaleza, los hechos que esto determinaron enunciados como probables, así como el antagonismo podríamos decir de la presencia de unos minerales y ausencia de otros, lo cual puesto si se quiere delante del exámen de un mineral muchas veces nos ahorraria entrar en algunos detalles de exámen y observacion del mineral, puesto que nos dá si cabe en algunos casos este carácter la mitad del camino.

El carácter geológico nos recuerda dos cosas, una la que Werner nos manifiesta en la aplicacion que hace de la Geognosia (Geologia comparada) sea la ciencia de las rocas y terrenos, y segundo la necesidad que se tiene de ejercitar los sentidos en el estudio de los minerales, luego la necesidad imperiosa de colecciones completas lo mas posible, pues un estudio teórico tropieza con dificultades tan evidentes como ventajas prácticas tiene el libro de la naturaleza en el verdadero punto de yacimiento donde un mineral ó una roca se presentan.

Es preciso mirar-palpar-romper los minerales con objeto de impresionar los sentidos por donde adquirimos casi en todos los casos idea del objeto; difícil sino imposible será el que la memoria pueda conservar ese almacen ó depósito de caractéres formando á su vez con ellos una série no interrumpida de cuerpos que no se deben olvidar si el aprovechamiento ha de ser el resultado de vigiliass prolongadas. Conviene por consiguiente tener constantemente á la vista dibujos si otra cosa no es posible, visitar las colecciones públicas y aun tener una particular que si es posible se componga de los minerales mas difíciles en su determinacion por la utilidad evidente de semejante medio. Es una Biblioteca natural como dice Leymerie cuyos caractéres no se borran tan fácilmente.

Todas las especies minerales con sus variedades se hallan en la superficie de la tierra en mayor ó menor número, unas veces formando por sí solas montañas, cordilleras, capas, filones, diques, tífones, sábanas ó sabanillas, cuya estension á veces es

de alguna consideracion;» otras presentanse en porciones ó particillas pequeñas en depósitos tapizando sus hendeduras ó cavidades ó bien sueltas y diseminadas por toda la capa exterior llevadas en muchos casos por los torrentes de agua ó bien sacadas del interior por elevaciones ó accidentes verificados de modos diversos; el fuego y el agua determinan estos accidentes con que encontramos formados y estendidos los minerales y creo es muy racional nos ocupemos de una parte tan importante para auxiliar el estudio de los minerales.

Despues de todo podremos decir algunas palabras más sobre el Isomorfismo, Polimorfismo, Plesiomorfismo etc., principios tan importantes que despues de Haüy han dado á esta ciencia mayor amplitud natural de la que antes tenia; es decir, que nos hace aproximar mas al método tan necesario en el enunciado de los cuerpos naturales.

CUADRO SINOPTICO DE LOS CARACTERES.

Caractéres geométricos { Forma cristalina—Estructura cristalina—Esfoliacion
—Estrías en los cristales.

Caractéres físicos propios. { Densidad—Dureza—Conductibilidad—Diatermancia
—Dilatabilidad—Elasticidad—Refraccion—Polarizacion—Dicroismo—Fluorescencia—Fosforescencia—Electricidad y magnetismo.

Caractéres exteriores. { Formas accidentales—Estructuras accidentales—Fractura—Color—Brillo—Lustre—Trasparencia—Untuosidad—Apegamiento á la lengua—Sabor—Olor—Sonoridad.

Caractéres químicos. { Análisis cualitativo (ensayos por via seca y por via húmeda—Análisis cuantitativo.

Caractéres geológicos. { Yacimiento—Formacion—Relacion entre sí de los minerales terrenos—Pisos—Causas que les determinaron—Epocas característica—Lechos—Filones—Tifones—Diques.

Antes de entrar á esponer los diversos caracteres para el estudio de los minerales suponemos necesaria la manifestacion de su importancia y á quienes principalmente conviene su estudio.

1.º *El Agricultor* cuidadoso de sus tierras, así como del mejoramiento que en ellas ha de practicar, necesita conocer las sustancias de que se compone cada masa mineral con objeto de suministrar los elementos necesarios á los productos que quiere obtener, pues debe tener presente que ninguno de los abonos llamados orgánicos pueden sustituir ni con mucho al verdadero abono mineral, causa principal de las mas positivas ventajas que obtiene el agrónomo de sus campos, comprendiendo que el abono orgánico en unos casos no sirve si no de escitante, en otros de sostenedor, por consiguiente el suministrado como mineral, es el que determina y fija los elementos que nutren y hacen dar fruto al vegetal, durante mas largo tiempo por ser mas permanente su accion y mas seguros sus resultados en todos los terrenos.

2.º *Al Ingeniero ó constructor* de obras, puesto que en la eleccion de los materiales estriba principalmente la duracion, examinando las cales y demás para confeccionar los morteros, argamasas etc., para eliminar las piedras porosas deleznables y piritosas, eligiendo las compactas y de grano fino, además fijando su consideracion en la accion que sobre ellas ejerce el tiempo, que si se hubiese tenido en cuenta en la construccion del Escorial con el granito deleznable allí empleado no estarian casi destruidas como se hallan algunas de las rocas del referido edificio, observándose una cosa semejante en la caliza grosera con exceso de Miliolites que tiene en su formacion la empleada en el comenzado palacio del Sr. D. Carlos V, en la Alhambra de Granada, ruina que se manifiesta precisamente en los sillares de la base del referido edificio.

3.º *Al Minero*. Es un hecho innegable que el minero debe saber donde se encuentra por el conocimiento prévio de la forma exterior del terreno ó formacion, adivinar por la misma razon las capas subsiguientes por lo que en la superficie encontra-

se, y recordar los accidentes constantes; que así en el terreno devonico como en el Silurico se suceden á veces sin señales aparentes, por cuya causa preciso es tengan presentes los caracteres de aspecto general que hacen infructuosos trabajos, á veces de la mayor importancia; luego un conocimiento mas general de las diversas menas separando con inteligencia las producciones distintas encontradas en las fallas, tifones, filones etc, pero muy principalmente los de ciertos depósitos que aparecen en forma ó aspecto de amontonamientos de cucuruchos ya derechos ó invertidos segun el agente que haya determinado su formacion y los materiales que por tal concepto en ellos deban encontrarse.

4.º *Al Metalurgista.* El que ha de tener noticia precisa del poder refractario de las tierras empleadas para la formacion de los crisoles y materiales al caso adoptados, conocer la calidad de la mena que se ha de beneficiar y calcular sus productos, así como la ganga donde se halle el metal y los reactivos y sustancias necesarias al tratamiento de su obtencion en estado de pureza para expedirlo al comercio.

5.º *Al constructor de Pozos Artesianos é inversos.* Cuyo objeto sabemos consiste en conocer con exactitud las diversas capas que se manifiestan, los diversos y minuciosos detalles del terreno terciario (á lo menos) donde esto se practica, con las precauciones consiguientes al aproximarse la capa en contacto de los depósitos que constituyen estos preciosos veneros.

6.º *Al Orero ó lavador de arenas auríferas.* Por cuanto necesita saber la diferencia que existe entre las arenas de Pirritas y las de Oro; recordando la *densidad* muy principalmente, y luego la aplicacion de los reactivos; no se olvide de la *dureza* aplicando los principios sentados, distinguiendo por consiguiente otras sustancias además que acostumbran hallarse en los mismos yacimientos.

7.º *Al alfarero, tintorero y pintor.* Por el conocimiento de las Arcillas y demás cuerpos que utilizan y que toman en la generalidad de los casos adulterados por avaricia notoria de los vendedores.

8.º *A los farmaceuticos así como en medicina ó el arte de curar*

Cuyo principal objeto es el reconocimiento de los productos ó drogas adulteradas en general, lo cual es gravísimo muchas veces, (y siempre equivoco,) porque se consigue con un medicamento lo opuesto de lo que uno se propone con el mejor fin siempre. Esto es gravísimo y á veces de funestos resultados, dependientes tambien, por quedar al cuidado de las respectivas oficinas personas no científicas poco versadas en el conocimiento de las referidas sustancias medicamentosas.

9.º *Al Lapidario.* Para no equivocarse en el reconocimiento de las piedras preciosas en bruto, y aun despues de trabajadas, se sabe que en la actualidad se trabajan las llamadas artificiales, que se distinguen por su densidad, dureza y muy principalmente por la accion del soplete y aspecto mate que luego toman las que no son naturales.

SECCION 1.^a

§ 1.^o

CARACTÉRES GEOMÉTRICOS.

1.^o *Formas cristalinas.* Siempre para el Naturalista los caracteres geométricos serán los de mayor importancia, si bien serán los mas difíciles á determinar para el que carezca de las nociones precisas de geometría descriptiva; ó que carezcan de colecciones de cristales, los cuales son de mayor importancia, á lo menos de los mismos en general, por la falta de colecciones que deben tenerse preparadas: estudio que interesa sobre manera á los que se dedican tambien á la química, porque como dice Dufrenoy, un cuerpo inorgánico necesita para determinacion «del doble estudio de su forma geométrica y de la naturaleza «intima del mineral; haciendo aplicacion igual de estos dos estudios que se ayudan mutuamente pueden determinarse bien las especies minerales.

Los minerales deben ser considerados como una reunion de moléculas semejantes, las cuales pueden y de hecho se colocan por la naturaleza de diverso modo, constituyendo dos estados el uno el amorfo, el otro el cristalino.

2.^o *Cuerpos cristalizados.* Un cuerpo se dice cristalizado cuando sus moléculas se disponen de tal modo en su posicion

como en su distancia, que se halla simétricamente situada bajo un sistema de caras y líneas rectas. ofreciendo en su conjunto una red continua y uniforme en disposición paralelogramica ó en tresbolillo (figura 2.^a y 3.^a) que nos dan idea de las moléculas comprendidas en un mismo plano; la figura 4.^a representa el reticular de tres dimensiones (completo) y demuestra claramente, que existe en el interior de la masa, configuraciones poliédricas, que la esfoliación puede demostrar, de donde procede que un cuerpo cristalizado necesariamente debe ser esfoliado con mas ó menos facilidad en una ó varias direcciones; cuya disposición y procedimiento análogo de esfoliación sea real ó á lo menos intelectual, nos autoriza á semejante denominación (de cuerpo cristalizado).

También se entiende por *cuerpos cristalizados* los poliedros terminados por caras planas, dispuestas con arreglo á ciertas leyes, y que apesar de la variedad excesiva de aspecto que ellos presentan pueden referirse á un corto número de grupos ó sistemas cristalinos.

3.^o *Cristales*. No es lo mismo *cuerpo cristalizado* que *cristales*, todo *cristales* es un cuerpo cristalizado; pero todo cuerpo cristalizado no es cristal. Se llama *cristal* todo individuo mineralógico que bajo formas regulares ó poliédricas nos ofrece la naturaleza ó el laboratorio; sellado dos veces ó de dos maneras por la cristalización; en el interior como en el exterior de la masa, presentando casi siempre una primera configuración poliédrica siempre relacionada con la que nos revela á continuación la esfoliación en el interior, de cuyo fenómeno proceden dos cosas de la mayor importancia dependientes la una de la otra; la *estructura cristalina*, y la *forma cristalina*: las que reunidas en un mismo cuerpo constituyen el *cristal*; sino ofrece mas que la *estructura* es un cuerpo cristalizado.

4.^o *Pseudomorfois*. Atribúyese esta denominación á los falsos cristales, que presentan en el exterior una forma poliédrica sin señales evidentes de estructura regular: son realmente formas prestadas como se verá en los *Basaltos*, *Traquitas* y otros (Anfigenas.)

§ 2.º—CRISTALOGRAFÍA.

Es la ciencia ó parte de la ciencia que se ocupa del estudio de los cristales y de las leyes á que se halla sometida su estructura, así como de aquellas que rigen sus formas exteriores. Dos consideraciones emanan de aquí:

1.^a La que se refiere á la estructura cristalina.

2.^a La referente á la forma cristalina.

1.º *Estructura cristalina.*

Al pasar de un estado á otro los cuerpos inorgánicos, de líquidos á sólidos por ejemplo al enfriarse ó al separarse de la disolución que lo contiene, produce cristalizaciones mas ó menos manifiestas (ó grupos de cristales como en los hornos de cristales,) y para que esto tenga lugar es necesario *espacio, tiempo, reposo y presión* unida á la temperatura así como condiciones particulares de la cavidad donde esta se verifique: pero sucede que algunas cristalizaciones salen alteradas por causas perturbadoras de la fuerza de la cohesión molecular, esta es la causa porque se observa el predominio de los minerales amorfos como los terrosos y masas de mayor ó menor compacidad. Algo sospechó Linneo pudiese haber de regulador en la formación de los cristales, pero lo mas importante relativo á trabajos cristalográficos lo debemos á Romé de L'Isle fundador de la cristalografía tratando así mismo el primero de la forma primitiva como de la secundaria.

Para tratar de un modo ordenado las consideraciones arriba espuestas, era preciso ocuparnos de la *estructura*, puesto que la forma es un carácter á ella subordinado, y no podríamos comprender la simetría de las formas cristalinas sin tener en cuenta las condiciones particulares de estructura que los determina. Pero por no alterar la costumbre, nos ocuparemos de las formas cristalinas con todo el desarrollo que lo permitan estos apuntes: daremos sin embargo algunas noticias de la *constitución física*, de la *simetría* y de la *estructura* interior de los cristales.

2.º *Formas cristalinas, su Simetría Geométrica.*

Hemos dicho que las formas cristalinas son siempre formas regulares ó simétricas terminadas por caras planas que de ordinario se presentan tan lisas y brillantes como las de las piedras preciosas, trabajadas por el joyero. Si consideramos el caso en que los cristales se presentan poliedros convexos con ángulos salientes sin que jamás haya ángulos reentrantes al trazar una seccion por uno de sus centros y por medio de un plano pasando por dos aristas opuestas ó por el centro de dos caras opuestas; resulta de aqui que generalmente el cristal, ya en la forma, ó sino bajo el de la estructura interior, ser dividido en dos mitades semejantes; salvo los cristales (aunque rara vez,) que afectan una forma tetraédrica. Los sólidos regulares de la Geometría nos ofrecen el mas alto grado de simetría que un poliedro puede tener; cuyo carácter consiste en que cada parte terminal (cara, arista ó ángulo sólido,) se repite con frecuencia sin cambiar de valor, lo que hace que en estos poliedros no haya mas que una sola especie de *ángulos planos* «una sola especie de *ángulos diedros* ó aristas» y una sola especie de *ángulo sólido*.

No existen de este género mas que los cinco cuerpos siguientes:

1.º *Tetraedro regular*: 2.º el *cubo*: 3.º el *octaedro*: 4.º *dodecaedro*: y 5.º *Icosaedro regular*: cuyos dos primeros se hallan en los cristales, pero jamás los tres restantes.

Ahora bien, la molécula de cada cuerpo tiene un *tipo* de composición, de estructura y de forma perfectamente determinada.

Los cristalógrafos como los químicos suponen que la molécula de todo cuerpo capaz de cristalizar, es necesariamente *polyatómica*, ya sea químicamente simple ó compuesta; siendo simples todos los átomos colocados al rededor de un centro comun en un estado de equilibrio mas ó menos estable, son semejantes entre sí; desemejantes en el caso contrario. Así mismo que las moléculas físicas no se tocan en la red que constituye el cristal. Algunos han sostenido que la forma de las

moléculas era mas bien esferoidal que poliédrica, en cuyo caso deberian dejarnos espacios vacios como los meatos en las celdillas de los vegetales; y que despues por la compresion mayor ó menor establecerse los diversos estados de estructura en los minerales; por consiguiente diversos estados ó cambios de volúmen y forma, de pequeñas dilataciones ó contracciones, que sería difícil explicar, sin esta nueva condicion. De aquí procede la determinacion de la molécula física por el número y disposicion relativa de los átomos, en especial de aquellos colocados en la superficie de un grupo dado.

Cuatro átomos simples ó compuestos colocados á igual distancia los unos y los otros de un punto central; determinan en el espacio un tetraedro (figura 5.^a) que será regular, si los átomos componentes son de la misma naturaleza y tienen la misma *forma*, cambiando estas condiciones, se manifiesta la irregularidad.

Seis átomos agrupados al rededor de un centro vacio nos dan un octaedro, ó un prisma recto triangular. Tambien ocho átomos pueden formar un paralelipipedo (un cubo,) y doce, un prisma hexagonal (figura 6.^a)

3.º *Partes de un cristal.—Su simetria.*

En toda molécula se consideran (como en todo cuerpo cristalizado,) caras—aristas—ángulos sólidos—y ejes.

Cara de un cristal. Es la determinada por la última lámina plana de moléculas, que superponiéndose constituyen el macizo de la red cristalina en el exterior cuyas láminas tienen dos aspectos ó lados superior é inferior semejantes ó no, segun la disposicion de las moléculas integrantes; cuya bilateralidad de caras no hay que perder de vista porque un cristal dispuesto por la superposicion de capas, (como en la figura 7.^a) tendría sus caras opuestas en condiciones físicamente diferentes.

Aristas. Se entiende una fila de moléculas poliédricas, iguales ó desiguales, parecida á la disposicion del eje que siempre se ha definido, compuesta por la reunion de dos planos que en la misma concurren; (definicion del ángulo diedro tomado por

arista y no teniendo en cuenta la colocacion de moléculas geométricas así consideradas).

Ejes. Son una fila de moléculas poliédricas, que tiene un doble carácter de polaridad que deriva de la simetría propia á las moléculas mismas; este carácter consiste en que ellas tienen cierto número de lados iguales ó desiguales; dos estremidades ó polos terminales semejantes ó desemejantes.

La fila molecular (figura 8.^a) formada de prismas exagonales juntos por sus bases, tiene seis caras laterales, seis lados iguales «llámase *Sex-lateral* (de simetría senar.) Si es exterior en el cristal y comun á sus caras vecinas, constituye una *arista*, si pasa por el centro y termina en el centro de dos caras opuestas, ó de dos aristas, ó de dos ángulos sólidos opuestos, será un eje del cristal. Así un *eje cuadrilateral* será el representado por una línea de moléculas cúbicas ó prismas de base cuadrada de *simetría cuaternaria*, y enunciado (A^4 figura 9.^a). *Eje trilateral* ó de simetría ternaria (A^3) por una fila molecular de prismas rectos de base triangular. *Eje bilateral* (figura 10.^a) ó binario (A^2 .) Pero observamos de particular en la figura 11.^a una fila molecular de tetraedros regulares agrupados por sus aristas, con cuatro lados iguales pero alternativamente inversos; es un *eje cuadrilateral* pero de lados alternos enunciado por medio de $2A^2$ para distinguirle de A^4 que tiene tambien cuatro lados iguales y de posicion semejante.

Nótese que todas las filas mencionadas nos ofrecen dos polos, lo que se enuncia que las filas son *Isopolares*: Pero las filas constituidas por tetraedros como la (figura 12.^a) tienen sus polos desemejantes y se las llama *Heteropolares*.

Simetría. Como ya hemos dicho se caracteriza porque consideramos un centro en todo cristal situado de tal manera que toda recta que pasa por él, á terminar en la superficie exterior del cristal, se corta en el mismo centro en dos partes iguales.

En el estado normal de todo cristal se consideran las tres cosas arriba expuestas, como son, *las caras* planas de figura poligonal: las *aristas* que son rectilíneas (ó curvilíneas en el diamante etc.) se las llamará *rectangulares*, *agudas* ú *obtusas* segun

se hallen constituidas por planos cuya interseccion se manifieste del mismo modo siendo áxicas las paralelas al eje; básicas las que se hallan en la base y los ángulos—planos—diedros—sólidos... etc.. Podemos concluir que la simetría que hemos enunciado en los menos perfectos, siempre las caras y las aristas opuestas son iguales y paralelas dos á dos, menos algunas formas hemiédricas, y los ángulos sólidos opuestos iguales. Despues de lo que llevamos espuesto, veamos lo correspondiente á la forma cristalina.

4.º Forma cristalina.

El aspecto exterior peculiar en cada caso constituye la forma cristalina, pero siempre teniendo en cuenta la disposicion particular de la molécula, determinada en la simetría del modo ligero ó rápido que lo hemos indicado.

Las formas cristalinas se clasifican en

Simples. Las que consideramos mas sencillas en todo tipo cristalino, limitadas por caras homogéneas, semejantes y semejantemente dispuestas, como el *cubo*, el *octaedro regular*, el *prisma*, el *romboedro* etc.

Compuestas. Siempre determinadas por caras de distinto género, refiérese cada una á su forma particular: como quiera citaremos el *cubo-octaedro*; «llámense de combinacion por ser realmente la combinacion ó sea reunion en un solo individuo de dos ó mas formas simples; tambien llamamos en este caso á los ángulos y aristas de combinacion.»

Ahora bien, «en las formas simples determinase las llamadas *finitas*, cuyas caras limitan el espacio, el *cubo*, *tetraedro regular* etc.; las *indefinidas* limitadas por algunos lados é ilimitadas por otros y por eso se llaman *abiertas*.»

En el prisma exagonal de la esmeralda, las seis caras verticales dan por su prolongacion un prisma indefinido (abierto.)

Y que en este género de cristales (formas) pueden hallarse cabulares ó prismáticos segun haya dos caras solo en su formacion, ó mayor número, en este caso se distinguirán por la figura que su seccion nos presente, pudiendo ser un *triángulo*.—

cuadrado—rombo etc., de aquí la denominacion de *prisma equilateral—cuadrático—ròmbico*

5.º *Nomenclatura de las formas simples.*

El objeto principal de la nomenclatura es indicarnos la naturaleza de las caras, número y aun el general aspecto de la forma.

Romboedro. Será desde luego la forma terminada por rombos, iguales aplicado al mas simple de todos: *rombo-dodecaedro* igual á la figura ó poliedro terminado por doce rombos iguales.

Trapezoedro. Que se halla compuesto de trapezoides iguales. El *trapezoide* sabemos que es un cuadrilatero cuyos dos lados son iguales con sus adyacentes y no los cuatro como en el rombo. Llámase simétrico el trapezoide en el caso anterior: esto supuesto llámase *digrammico* cuando por una diagonal se parte y determinan triángulos isóceles, cuya base es igual ó comun y altura diferente con dos especies de aristas.

Trigrammico ó de tres especies de aristas, llámase irregular ó desimétrico: de la misma manera se llamará *trapezoedro* simétrico aquel sólido, en que los trapezoides seansimétricos.

Trapezoedro disimétrico, es el en que se observe la disimetría en sus trapezoides ó sea trigrammicos (Pirita comun.)

El *escalenoedro* es el sólido terminado por escalenos iguales.

El *isosceloedro* es el sólido terminado por triángulos isocelos iguales.

Si observamos esto mismo respecto al número de sus caras, siguiendo los principios de Haüy, diremos que el sólido de veinte y cuatro caras tetraedricas recibe la denominacion de *hexa-tetraedro* como si dijéramos $6 \cdot 4 = 24$, deduciendo de aquí las diversas acepciones de *tri-octaedro—hexa-diedro*.

Si tomamos en cuenta el aspecto general de la forma, citaremos al *esfenoedro* ó sólido en cuña (figura 15.^a) en ambas estremidades y tambien pudimos haber consignado en el enunciado del *octaedro*, que cada género de prismas tiene su género de *octaedro* diferente, los cuales siempre hemos de reconocer por su base, á la vez que por su inclinacion, siendo recto, oblicuo ó bi-oblicuo.

6.º *Formas compuestas.*

Es evidente que se determinan por la combinacion de las simples, manifestas por el diverso aspecto de sus caras pertenecientes á especies diversas. Las mas importantes consideradas: los *paralelipipedos* conceptuados como prismas cuadrangulares y los *octaedros*. En los primeros tenemos que considerar la *seccion* quesiendo trasversal, nos determina el *cuadrado-ròmbico* etc.

En el prisma cuadrangular oblicuángulo se llamará su *seccion principal* la ò las que pasan por el eje y por dos aristas áxicas opuestas.

Siendo rectangular, las *secciones principales* son aquellas trazadas por el eje perpendicularmente á dos planos opuestos; de aquí, el *prisma* será recto, si la base es perpendicular al eje y desde luego á las dos secciones principales.

Es *simplemente oblicuo* si la base está inclinada sobre una de las secciones principales y perpendicular sobre la otra: *doblemente oblicuo* ó *bi-oblicuo* cuando la base se halla inclinada sobre las dos secciones á la vez.

De manera que la palabra *prisma* irá acompañada de dos adjetivos; el primero indicará la seccion trasversal del prisma: el segundo la posicion recta ú oblicua de la base. Nosotros para manifestar ó designar el prisma *romboidico oblicuo*, emplearemos la palabra *klinoedro* y que Nauman llama prisma *klino-ròmbico* mas sencillo todavía; lo cual se presenta con mayores ventajas en virtud de que la etimologia de la palabra nos dice lo que queremos con ello significar. Mohs llama al paralelipèdo rectángulo *orthoedro*, «nosotros diremos *ortoromboedro* al prisma recto de base ròmbica; otra de las palabras cuya importancia por sí se manifiesta.» Tambien vemos que para otros cuerpos que los citados, existe menos precision como sucede en el *cubo-octaedro* y el *cubo-dodecaedro*, cuya significacion se manifiesta en el primero por la combinacion del cubo y el octaedro, y en el segundo por la del cubo y dodecaedro rombale.

7.º *Formas dominantes.*

Se llaman así al predominio de unas formas simples sobre

otras al hallarse combinadas en un cristal; dando un carácter general, pueden ser lo mismo la forma *primitiva* que la *secundaria*; un ejemplo de esta disposición en cada caso. Si suponemos truncados los ángulos sólidos de un cubo en un tercio de su distancia á la determinación de un octaedro será dominante, la que llamaremos primitiva ó sea el cubo, puesto que si prolongamos con el pensamiento las caras de mayor tamaño, obtendremos un cubo y solo por la truncadura se ha constituido la modificación anterior y no porque haya dos cristales unidos ó combinados, como algunos han supuesto: y si continuando la modificación referida hemos llegado á constituir una segunda forma, ésta será el octaedro, que la llamaremos *secundaria*; ó derivada por la modificación referida. De otro modo. Si tomamos un octaedro regular y cortamos (en una tercera parte) los ángulos sólidos de un modo igual, suponiendo despues la prolongación (por el pensamiento) de las caras mayores, tendremos reconstituido el octaedro regular; lo que nos dice, que la dominante en este caso es el *octaedro* y la secundaria el *cubo*, porque si se continúan las modificaciones antes iniciadas en cada uno de los ángulos sólidos llegaremos al *cubo*, forma derivada del procedimiento explicado. De modo, que si las modificaciones que hemos referido constituyen alteración en los cristales, veamos en que consisten y por quien éstas variaciones. En los casos en que la modificación no determina sino una sola faceta en ángulos ó aristas, constituye la modificación á que damos el nombre de *truncadura* (figura 14.^a) ó sean desde luego la sustitución de ángulos sólidos y aristas por un plano el cual se inclinará mas ó menos á un lado ó á otro, así como, puede estar igualmente inclinado.

Bisel (figura 15.^a) ò *biselamiento*.—Sustitución de las bases en ciertos prismas por un ángulo diedro ó cuña, dos facetas semejantes y semejantemente dispuestas, cuya arista para distinguirla de las demas se la llama arista de bisel.

Tambien el bisel se determina en las aristas áxicas ó en las básicas, sustituyéndose cada arista por dos planos oblicuos respecto de las caras que formaban la arista modificada, lo cual

deberá tenerse presente; (veáanse los cristales de barita sulfatada.)

Apuntamiento. (Figura 16.^a) Es el reemplazo practicado por varios planos en una base, determinándose un ángulo sólido, que es vértice de una pirámide mas aguda que el ángulo reemplazado en caso de determinarse en los ángulos sólidos del poliedro.

Además una faceta de truncadura se dice recta ú oblicua si se inclina igual ó desigualmente sobre las dos caras que determinan el ángulo ó arista reemplazada. *Truncadura tangente*, es la faceta de truncadura que reemplaza un ángulo sólido ó diedro, cuando tiene la misma inclinacion sobre las caras de la arista ó ángulo (lo cual es bastante raro.)

8.º *Ángulos diversos en un cristal.*

Es bastante clara su determinacion, en primer término, los *ángulos planos*, los formados por las aristas dos á dos. *Ángulos diedros*, los determinados por dos planos que se juntan y forman ó constituyen la comun interseccion. *Ángulos sólidos* terminados en punta ó pirámide cuyos vértices son los del poliedro. Sobre las partes terminales, sólidas y angulares, ó sea sobre aristas sólidas y sobre los ángulos sólidos de las formas dominantes, es donde se observan las diversas especies de modificaciones dichas, y son las Truncaduras, Viseles y Apuntamientos.

Los Apuntamientos, biseles y truncaduras reciben el nombre de modificaciones que determinan la alteracion observada en las formas de combinacion donde se ven siempre alteradas las aristas y ángulos sólidos de la forma dominante, siendo el modo que determina el tránsito gradual de una forma á otra.

9.º *Medida de los ángulos.*

Hemos visto por lo que antecede los diversos ángulos que se consideran en los poliedros, de todos los demas constancia y mayor importancia á nuestro propósito, son los *ángulos diedros*; los únicos que se necesitan medir con el mayor cuidado: dados sus valores es fácil deducir los planos por un cálculo trigonométrico cuando haya necesidad de conocerlos.

Para poder determinar los datos precisos, necesario es valerse de ciertos instrumentos llamados *Goniómetros* ó medidores

de ángulos de los poliedros geométricos, cuyas disposiciones son mas ó menos ingeniosas segun los diversos autores, pero que no apreciaremos si no los de aplicacion, que son los mas usuales; y los de reflexion, como el Wollaston, que deberá emplearse en los esperimentos mas delicados, fundado en la reflexion de la luz, así como el primero en la simple superposicion del instrumento sobre las caras del cristal; cuya medida se determina con una perfeccion admirable cuando las caras del cristal no tienen sus éstrias muy pronunciadas para poderlas aplicar con la mayor exactitud.

Para que podamos comprender el modo de practicar estas operaciones, describiremos los instrumentos citados. El Goniómetro de aplicacion, dicho de Carangeot, por ser este su descubridor, (año de 1785) un hombre importante y coloborador de Romé de L'Isle, siendo con este Goniómetro con el que Haüy practicó la mayor parte de sus ensayos.

Descripcion. Consta en primer término de dos barritas de acero (figura 17) movibles al rededor de un eje a que pueden correr la una sobre la otra por medio de unas ranuras r r, para prolongar ó acortar las partes que nos sirven para medir el ángulo: 2.º de un semicírculo graduado, unido á la barrita por uno de sus extremos, y el otro permaneciendo libre con objeto de poder doblar una parte del semicírculo por medio de la charnela que lleva el número 90. El Transportador se halla dividido en 180º cuyo diametro tiene una cavidad C (figura 18) en su centro y una parte saliente p hácia la derecha, cuyas dos partes en los antiguos goniómetros se hallaban fijas.

Operacion. Para medir el ángulo, se toma el cristal con la mano izquierda y en la derecha las alidadas, dejando una abertura próxima á la del ángulo del cristal; levántase el cristal á la altura de los ojos frente á un balcon, dirigiendo la arista del ángulo perpendicularmente al balcon, en seguida se aplican las láminas en forma de una tijera sobre las dos caras del cristal, teniendo cuidado estén bien perpendiculares á la arista, variando la abertura segun la necesidad y el ángulo opuesto por el vértice que podremos leer en el transportador nos dará con bas-

tante aproximacion, (pocas veces con la verdadera exactitud) el ángulo buscado con prontitud, lo cual nos aprovechará en general para determinar una variedad de formas en cristales ya reconocidos con los goniómetros de reflexion. Pero si se trata del exámen en especies nuevas no nos basta, y menos cuando los cristales son de pequeño tamaño, ni los que presenten sus caras con éstrias escesivamente pronunciadas, para cuyos casos necesariamente tenemos que valernos del Goniómetro de reflexion.

Goniómetro de R. Fúndase en la reflexion de la luz, y que comenzó su uso Mr. Malus, llevado al estado de mayor perfeccion por Mr. Wollaston, y que apesar del uso del goniómetro ordinario, Haüy practicaba muchas operaciones que tenian por objeto examinar un cristal y compararle con otro del cual ya tenia un conocimiento perfecto; siempre no obstante se ocupaba para ello en cristales de pequeño tamaño, y á este fin tomaba un cristal para su exámen, le situaba sobre un pedestal uniéndolo con cera, junto á este cristal otro de la misma naturaleza, ya conocido para que le sirviese de comparacion.

Para esto procuraba que las aristas tuviesen una posicion horizontal, haciendo de modo que se viese coincidir los reflejos de la luz de una bujía sobre dos de las caras correspondientes de ambos cristales, hasta el punto que la reflexion se presentase sobre la segunda cara del ángulo buscado: si coincidian de este reflejo con el de la segunda cara del cristal de comparacion, deducia la igualdad de los dos ángulos. De aqui hasta cierto punto la base fundamental de los goniómetros de reflexion y que Wollaston modificó los que anteriores á su época necesariamente habian de ser aplicados útilmente á las operaciones mineralógicas. Apesar de todos los diversos autores han creido introducir algunas modificaciones porque el modo de obrar presentaba errores que era menester tener en cuenta. El Dr. Kupffer es quien por medio del cálculo ha tratado de demostrar estos errores y evitar en lo posible los que sin duda pueden influir sobre el resultado final. Para mayor ilustracion seria necesario esponer el procedimiento de Wollaston y el del Dr. Kup-

ffer, para poder apreciar esta diferencia, pero no es del caso en unos apuntes-programa, (con este objeto para mayores detalles puede el lector consultar las obras de Haüy, Delafosse y Beudant). No obstante manifestaremos que el método Kupffer exige la repetición de la operación muchas veces para entre ellas aproximarse lo mas al resultado mas perfecto (con aproximación de un minuto por la teoría de las repeticiones) lo cual demuestra que esta diferencia de un minuto, es mas bien la que existe entre los diferentes cristales de la misma especie por disposición mas ó menos anormal, habida en la cristalización de los diversos individuos; no tratando de buscar por consiguiente mayor exactitud en las operaciones que la obtenida por el sistema indicado con el goniómetro de Wollaston.

Además M. Kupffer nos presenta otra ventaja con su método puesto que si Wollaston y otros, disponen dos líneas como punto de mira ó una línea; Kupffer no se sirve sino de un solo punto, y hace que su imagen reflejada por las caras del cristal coincida con el punto de intersección de dos hilos cruzados en el interior de un anteojo.

El Goniómetro de Kupffer, se halla con tres tornillos en su pié, con objeto de situarle sujeto á su pié (figura 19.^a), está colocado sobre una mesa ó lámina triangular que en uno de sus ángulos tiene una columna que sostiene el anteojo de modo que sea paralelo al círculo, y se le dá á este una posición tal que su plano suficientemente prolongado vaya á pasar por el objeto. Colócase sobre el platino el pequeño vidrio plano de caras paralelas, (cuyo uso se indica en los métodos anteriores), y por medio de los tornillos del pié, se calza el instrumento de tal modo, que la imagen del objeto reflejado sucesivamente por una y otra cara de esta lámina coincida con la cruz del anteojo. Hecho esto se quita el pequeño vidrio plano, para poner en su lugar el cristal, cuyo ángulo se quiere medir. Para este modo de operar se puede tomar un punto de mira muy alejado como un astro luminoso ó una veleta de una montaña.

Todavía existe el de Babinett más sencillo si cabe que los anteriores, pero que también ofrece sus inconvenientes entre

los que podemos citar la pérdida de luz que el empleo de los cristales gruesos disminuye la limpieza de las imágenes y se perciben por consiguiente con mayor dificultad, siendo casi imposible hacer nada, si los cristales son diminutos y sus caras poco transparentes; tiene también la ventaja de bastarse á sí mismo, en todos los lugares, y á todas las horas que se le quiera emplear. De todas maneras hay que recurrir en los casos mineralógicos al de Wollaston por estar ajustado á las necesidades más apremiantes, aún de los cristales más diminutos determinando por los referidos conceptos ser el de mayor utilidad práctica.

Observaciones. Cuando se tienen muchas medianas obtenidas por las diversas operaciones como las habladas por los tres Goniómetros de que nos hemos ocupado, ó lo que es lo mismo con el mismo instrumento dispuesto sucesivamente á la medida de diferentes ángulos, pero que dependen los unos de los otros, no puede ceñirse á tomar una mediana aritmética entre sus resultados, como se hace por la serie de repeticiones que se obtienen con el mismo instrumento y obrando siempre de la misma manera, por cuanto por esto no se tendría cuenta del grado mayor ó menor de exactitud de los diversos géneros de observaciones.

El cálculo de las probabilidades nos enseña, que en este caso, se debe hacer concurrir al resultado final cada resultado *medio* particular, proporcionalmente á una cierta cantidad que se llama *peso del resultado*, y que mide de algun modo el grado de confianza que se puede tener en el. Se multiplicará por consiguiente cada resultado *medio* por su *peso*, y se dividirá la suma de los productos así obtenidos por la suma de los *pesos*. En cuanto á la regla que se sigue, para obtener el *peso* del resultado de una serie particular de observaciones; consiste en tomar la diferencia entre cada observacion simple y el resultado mediano, hacer la suma de los cuadrados de estas diferencias, y dividir por el doble de esta suma el cuadrado del número de observaciones. (El físico Kupffer ha calculado una tabla por medio de la cual conociendo el *peso* de un resultado, se puede

saber la probabilidad que el error de este resultado está comprendido entre los límites de un minuto ó de medio en más ó en menos.)

9.º *Constancia de los ángulos.*

Este principio establecido por Romé de L' Isle fija como norma que en todo cristal de una misma especie, las caras homólogas, deben rigurosamente formar los mismos ángulos; sobre cuyo principio se apoya toda la ciencia Cristalográfica. Si tomamos un cristal de Cuarzo en el prisma bipiramidado, hallaremos que en todas las comarcas donde estos cristales se hallen tienen la identidad más perfecta. Pero si pasamos de una especie á otra no se observa esta identidad. En los cristales del Cuarzo la inclinacion de una de las caras de la pirámide sobre la adyacente es de $141.^\circ 46'$. Mientras en el Apatito se observan formas análogas y nos ofrecen en las caras que acabamos de citar un ángulos de $130.^\circ$. Estos resultados inalterables en millares de cristales pertenecientes á la misma especie, suministran otro carácter de la mayor importancia y es el que las formas cristalinas no son accidentales, están determinadas por leyes generales que expondremos; y además de la naturaleza propia del cuerpo que cristaliza: debemos advertir que esta constancia en los ángulos de los cristales se halla modificada por la temperatura aún en los de composicion idéntica.

El primero que ha llamado la atencion sobre esta cuestion ha sido Mitscherlich que dice, por efecto de la desigual dilatacion de los cristales, varian en sus diversas posiciones alargándose sus ejes: En un romboedro de Carbonato de Cal, la inclinacion de las caras hacia cada uno de los ángulos sólidos regulares, es de $105^\circ 5'$ á la temperatura ordinaria de 10° centigrados; si trasportado á 110° vemos una dilatacion en el sentido de un eje vertical, acortándose sus ejes horizontales; cuyas operaciones, repetidas y multiplicadas por Mitscherlich de las cuales ha tomado la mediana, han probado para esta diferencia de 100° que el ángulo diedro obtuso disminuia 3 minutos y medio: cuya causa no siempre se puede apreciar con la delicadeza del químico aludido, en razon que no tiene la naturaleza un laboratorio apar-

te en cada uno de los yacimientos de las diversas especies para poder determinar estas diferencias.

No sucede lo mismo cuando la causa de alteracion en los ángulos depende de las mezclas accidentales que en los cristales encontramos, cuya diferencia es más notable. Y aún sucede que estas mezclas cuando solo tienen lugar en el interior por interponerse dichas moléculas en los intersticios, la alteracion es muy escasa, sucede además que un mineral se haya consolidado en depósitos líquidos ó pastosos así como pulverulentos, aquí sucede que diseminadas las moléculas con más ó menos irregularidad apenas afectan en lo más mínimo la forma del mineral: Beudant ha dado el nombre de *Mezclas groseras* ó mecánicas. Obsérvase este fenómeno en las areniscas de Fontainebleau, cuyos cristales romboédricos de Caliza, se han formado en medio de las arenas de las forestas de dicha localidad, se le dá por esto la denominacion de Grés romboidal de Fontainebleau; se alteró su brillo y transparencia cristalina pero no afectó en los ángulos del cristal.

Importa conocer sin embargo otro modo de considerar los cristales, por efecto de sus mezclas, las cuales desde luego llaman la atencion por no alterar en nada la forma, lo cual resuelto con perfeccion al dèscubrir el *Isomorfismo* el Químico Mitscherlich determinó la formacion de los cristales mistos.

11.º *Cristales mistos.*

Son todos los minerales que se hallan formados por el curso de moléculas de diversa naturaleza: las cuales han pertenecido á una misma disolucion, y por tener la propiedad de cristalizar de la misma manera, se han colocado unas próximas á otras, determinando el conjunto cristalino. Esto como es consiguiente no lo pueden determinar sino moléculas que apesar de su diversa naturaleza, cristaliza dentro del mismo tipo y sistema cristalino; teniendo el mismo tipo de composicion y sin duda la misma forma cristalina.

Resulta de este hecho particular, que sin ser químicamente idénticas, son físicamente equivalentes, pudiendo emplear una ú otra molécula, que se sustituyen mútuamente en el acto de

la cristalización. Haüy desconocía esto á pesar de ser el fundador de la Cristalografía francesa; cuyo descubrimiento ha cambiado de un modo notable y ventajoso el estudio de esta ciencia.

Beudant llama *mezclas químicas* por tener lugar estas cristalizaciones por disolución química, pareciendo una sustancia disuelta accidentalmente en su estado molecular en la sustancia principal. Caracterizándose estas, por que el resultado de sus disoluciones químicas no alteran ni el brillo ni la transparencia que se observa en las diversas piedras preciosas, cuyos colores son variados y en nada alteran su aspecto; y las mezclas mecánicas ó groseras hacen desaparecer el brillo, transparencia etc.

Recuérdese lo que hemos dicho del Isomorfismo, que consiste en que cuerpos de naturaleza química diferente pueden afectar formas análogas, y sino idénticas, á lo menos muy próximas por el valor de los ángulos, cuando se hallan compuesto de igual número de átomos semejantemente dispuestos. Estos cuerpos tienen una composición atómica no idéntica, pero análoga, susceptible sin embargo para ser representada por una misma fórmula general. Analogía de composición con diferencia de naturaleza elemental, determina una semejanza notoria en las formas cristalinas que siendo del mismo género, difieren apenas por los ángulos. También ha dado Mitscherlich el nombre de Isomorfos á estos cuerpos que toman al cristalizar formas casi idénticas. Son de ordinario sales compuestas de un ácido comun á todos y bases diferentes, de modo que en cada uno habia los mismos átomos ó moléculas de base y ácido.

En los carbonatos formados de un átomo de *ácido carbónico* (\ddot{C}) y un átomo de base (r) con un solo átomo de oxígeno (El punto \cdot) sobre la letra significa siguiendo á Berzelius la cantidad de oxígeno.)

Vemos que tienen la misma composición atómica $\ddot{C}r$ y no se diferencian más que por su naturaleza química del radical r . Todos estos carbonatos cristalizan en romboedros semejantes al del espato de Islandia ó carbonato de cal ordinario, bastando para determinar de un modo completo una forma semejante,

de hacer conocer uno solo de los ángulos diedros, como el de los ángulos culminantes.

	Fórmula atomística.	Ángulos en los aristas culminantes.
Caliza espática.....	Ĉ Ca	105° 5'
Giobertita.....	Ĉ Mg	107° 55'
Siderossa.....	Ĉ Fe	107° 6' }
Dialógita.....	Ĉ Mu	106° 51' }

No solamente los compuestos de este género tienen la propiedad de cristalizar casi de la misma manera, cuando se hallan aislados; pero que todavía ellos poseen otro muy notable, el de cristalizar juntos, cuando sus moléculas existen confusamente en el mismo disolvente; pero cristalizar al mismo tiempo, no formando cristales separados y unidos por justa-posición, sino reuniéndose y mezclándose en todas proporciones en un cristal único, para cuyo fin prestan las dos sustancias el material común. Tal es el origen de estos cristales mistos de que hemos hablado antes.

12.º Ley de Beudant.

En este caso los ángulos del cristal misto son diferentes de los del simple, sin cristalizan, separadamente cada uno de los cuerpos, tienen por consiguiente un valor intermedio. Para ver esta cuestión con mayor claridad tómense dos cuerpos *Iso-morfos*; tales son el espato de Islandia y la giobertita ó carbonato de Magnesia.

Espato calizo.—igual—105° 5' }
 Giobertita.....—igual—107° 25' } = $\frac{212^\circ 30'}{2} = 106^\circ 15'$ Es desde luego justamente lo hallado con el goniómetro de Wollaston

para la dolomia; según la fórmula $X = \frac{ma + nb}{m + n}$; *a* igual al ángulo del primer carbonato, *b* igual al del segundo, *x* igual al ángulo del resultado final, y si la relación del número de átomos de dos sustancias que componen un nuevo cuerpo, es la de

m á *n* tendremos lo demostrado antes, que constituye dicha ley para algunos cuerpos observada por Beudant entre los que tambien puede llamar nuestra atencion un mineral compuesto de..... un átomo de carbonato de hierro } = al Me-
un átomo de carbonato de magnesia } sitinspath de los alemanes analizado por M. Stromeyer.

$$X = \frac{107^{\circ}1' + 107^{\circ}25'}{2} = 107^{\circ}12' \text{ y } \frac{1}{2}$$
 que por la observacion directa habia dado á Mr. Breithaup $107^{\circ}14'$. Cuya ley si en ella hay exactitud, es precisamente para determinar un solo ángulo, por consiguiente á los octaedros de base cuadrada; en los de base rómbica hay necesidad de buscar una ley que sea análoga.

45. *Variedad de formas en la misma especie.*

No parece ser esto lo mismo en la escala natural puesto que, si hemos visto la forma de una especie en Zoologia puede uno imaginarse todas las demás, y casi lo mismo podemos decir en la botánica con las especies vegetales: llegamos al reino mineral y nos hallamos esta variedad siempre en consonancia con las causas que la determinan; como en un mismo mineral que existen muchas formas simples de especies diversas que no se distinguen sino por el valor de sus ángulos, habiendo recibido estas formas especiales una misma denominacion genérica. En el espato de Islandia hay muchas especies de romboedro, una cuyo ángulo diedro tomado en el vértice es igual $105^{\circ} 5'$. segunda que es de $78^{\circ} 51'$, tercera de $134^{\circ} 57'$, cuarta de $65^{\circ} 50'$. Cada uno de estos romboedros es una variedad fija, y la diferencia entre sus ángulos es constante; no influye en el principio de constancia de los ángulos.

Por aproximados que sean dos romboedros, se vá de uno á otro de un modo brusco, no pudiéndose observar formas intermedias que harían insensible, como cuando hablamos del tránsito insensible de una á otra forma por modificaciones sucesivas.

Tenemos en el mismo Carbonato muchos escalenoedros, isosceloedros, todo lo cual constituye el género de una forma cristalina y la especie la determinan la medicion de sus ángulos.

Por último, tenemos las combinaciones determinadas como

yá hemos dicho por las formas compuestas de dos simples, tres, cuatro etc, constituyéndose las diversas modificaciones por truncaduras en los ángulos sólidos y las aristas de la forma llamada dominante: las de la derivada por lo general tienen poco de a-rollo, y se las llama facetas de *truncadura* dadas por Romé L' Isle. Pero tengámos presente que la naturaleza no forma un cristal primero, y despues el otro, cortando á continuacion las aristas; determina de un golpe la forma compuesta, toda, pero el resultado se parece al caso en que hubiese acontecido lo antedicho. Las modificaciones observadas en esta forma constituyen lo que llamamos, transito gradual de una á otra forma.

14. *Tránsito gradual de una á otra forma*

Lo expuesto anteriormente nos conduce á manifestar que en cada caso, vemos alterarse una forma por efecto de truncaduras mas ó menos visibles haciendo que entre el cubo y el octaedro tengamos una série no interrumpida de formas diversas bastante caracterizádas, pero que cada una no tiene estas modificaciones sucesivas, si no que se presentan así modificadas por la naturaleza en su laboratorio (figuras 20, 21, 22, 23 y 24,) cuyo ejemplo, á la vez nos sirve para manifestar lo que entendemos por combinaciones de dos formas simples, que constituyen una compuesta y se manifiesta en todos los tránsitos de un cristal (del cubo por ejemplo,) á otro (al octaedro,) por medio de truncaduras perfectamente caraterizadas y que sin separarnos de esta cuestion se ven determinar las diversas formas que pueden hallarse dentro de un círculo dado que á partir de una y sola forma nos manifiesta por medio de las modificaciones dichas, todas las contenidas en un tipo cristalino como luego manifestaremos.

Série cristalina, llamamos á las diferentes formas particulares y bien determinadas de un cuerpo dado como el carbonato de cal, que nos dá muchos romboedros de $105^{\circ} 5'$, $134^{\circ} 57'$, $65^{\circ} 50'$.

2.º diromboedros y por último varios escalenoédros, isosceloédros etc.

Sistema cristalino, es una série no interrumpida de formas

que se deducen unas de otras, pudiéndose todas encontrar en en una especie mineral dada una de ellas.

Tipo cristalino, es la forma fundamental ó primitiva, base del sistema cristalino; todas las halladas por derivacion, son las secundarias.

Con la *série cristatina* vá unida la llamada ley de las truncaduras ó de derivacion de las facetas modificantes.

A los *sistemas cristalinos* se refiere la ley de simetría que necesariamente los determina. Ambas leyes resueltas por Haüy.

15.º *Determinacion de los sistemas cristalinos*. Necesitamos encontrar los diversos géneros de formas simples ó combinadas en minerales de la misma naturaleza: ciertamente complicado; por consiguiente eliminaremos los compuestos ó de combinacion por ser esto facilmente deducible á posteriori: siempre será sencillo analizar cada una de las simples lo que por tanto preferimos: todavia seria largo su estudio si los sistemas fuesen tantos como las especies; pero no; este número es muy reducido, por que el mismo sistema se repite en muchas especies. Pero como todas las formas de un mismo sistema tienen entre sí relaciones tan íntimas que es suficiente conocer una para deducir las restantes (por el método de truncaduras,) el caso le reducimos al conocimiento de una sola forma de las que se deducen las restantes.

16.º *Método de las Truncaduras*.

Por este se determina la modificacion de una forma que se toma por punto de partida en cada uno de sus ángulos como en cada una de sus aristas del cristal; y cuando esta modificacion se determina, la cara modificante prolongada lo bastante, corta las aristas del cristal á partir del vértice del ángulo á distancias que son proporcionales entre si, con las relaciones muy simples, tales como los números $1 \ 2\frac{1}{2} \ \frac{1}{3} \ 5$ etc.

Si se tiene cuidado de no modificar cada parte del sólido fundamental sino conforme á su simetría, repitiéndose cada modificacion sobre cada una de las partes homólogas, determinando todas las modificaciones posibles, es muy sencillo obtener de este modo todas las formas que se quieren sin dejar más. Apli-

cando este método á todos los sistemas como lo haremos, se observa el aire de familia que aparecen en todas las formas de un sistema.

17.° *Ley de simetria por Haüy.*

Su enunciado desde luego puede determinarse con Haüy como sigue: Todas las partes idénticas, en un cristal se modifican al mismo tiempo y de la misma manera; mientras que las partes de diferente especie se modifican diferentemente.

Nada más simple que lo expresado en esta ley; pero su aplicacion necesita conocimiento perfecto de ángulos y aristas donde las modificaciones se determinan.

Tambien diremos con Haüy que todas las partes idénticas son las iguales, semejantes y semejantemente colocadas respecto de los ejes del cristal. Para que la palabra *partes idénticas* esté bien definida, se le añadirá: la *condicion* de una semejanza física perfecta: es decir, que tengan la misma estructura y la misma constitucion molecular.

Veamos en un cubo que las aristas y los ángulos son de la misma especie; de que se deduce, que toda modificacion que tiene lugar sobre una arista ó ángulo deberá repetirse sobre todas las aristas y ángulos: á estas modificaciones sobre todos los ángulos y aristas de un modo igual se les dá el nombre de *holoédricas*.

18.° *Modificaciones en los cristales.*

Holoédricas. Obsérvanse estas modificaciones cuando la simetría real concuerda enteramente con la de la forma Geométrica (todas las partes geoméricamente iguales son físicamente idénticas,) para explicar que ella se compone de la totalidad de las caras.

Modificaciones hemiédricas. Siempre que tienen lugar, solo mitad por mitad del número total, dando solo mitad de caras.

Modificaciones tetartoédricas. Cuando tiene aplicacion por cuartas partes, de modo que es una hemiédria, de la hemiédria antedicha ó sea hemiedria de segundo orden. Cuyas tres modificaciones dan lugar á designar los tres grados diversos de simetría caracterizados el 1.° por la identidad física de todas sus

partes geométricamente iguales. El 2.º y 3.º por la identidad solamente de estas mismas partes por mitad y por cuarta del número total.

La Hemiédria produce denominaciones diversas segun la manera de determinarse; unas producen formas de facetas paralelas dos á dos, llamándose en este caso *Hemiedria de caras paralelas* ó *Parahemiédria*.

La otra produce en sus modificaciones las formas con facetas inclinadas una á otra, ó en la cual no se observa señal alguna de caras paralelas; llámase *Hemiédria de caras inclinadas* ó *anti-hemiedria*, que tambien puede calificarse de *Hemiédria Polar*.

Para que podamos dar una idea de estas manifestaciones y los fenómenos que los cristales nos presentan, traduciremos del modo más íntegro posible un ejemplo que M. Delafosse nos presenta.

En Geometría no existe más que un solo *cubo*, en Mineralogía «parece que son tres que difieren en concepto físico y Cristalográfico. 1.º el de la galena.—2.º Pirita.—3.º Boracita. Por un «exámen minucioso, se observa en cada uno de estos cubos, que «las diversa propiedades físicas y el conjunto de modificaciones «demuestra que las tres especies son enteramente distintas por «su estructura y simetría particular, que ellos deben componerse de «móculas enteramente diversas en formas como se «observa en las figuras 25, 26 y 27; y como consecuencia existen tres sistemas cristalinos diferentes, á los cuales la forma «cúbica, puede ser comun, pero que en cada uno de ellos se encuentra «con otras formas que son características y propias de «la especie.

1.º El sistema de la *galena* es el cúbico de modificaciones holoédricas.

2.º El de la *Pirita* comun de modificaciones hemiedricas le constituye la *para-hemiédria*, ó sea hemiédria de caras paralelas.

3.º El de la *Boracita*, ofrécenos un magnífico ejemplo de la *anti-hemiédria* ó *hemiédria-Polar*.

De lo cual podemos observar que limitándonos á la forma

cristalina para deducir el carácter de simetría de un cristal, no hay completa satisfacción en su resultado final; es preciso aplicar los caracteres físicos sin lo cual no hay perfecto conocimiento.

Debemos manifestar que las leyes de simetría no son siempre verdad, aunque realmente esto pocas veces sucede, pero lo mismo hicimos ver al hablar de la constancia de los ángulos, en que vimos que la temperatura les modificaba; no es decir que aquí el calor tenga la importancia que en los ángulos, sino que lo que hacemos es una comparación (mas evidente todavía la manifestaremos al hablar de la composición de los minerales,) entre el Laboratorio de la naturaleza y el del químico, el cual en pequeño, determina las formas y cambios que deben verificarse de modo igual en el Globo que en el Laboratorio del químico.

Así establécese:

1.º Que no hay constancia en las leyes de simetría porque la truncadura verificada en un ángulo de un cristal, no siempre trunca del mismo modo los restantes.

2.º Resultan ángulos reentrantes en unos cristales y deformidad en las caras de otros varios.

Entre los diversos casos que pueden llamar la atención, podemos citar lo que Mitscherlich nos expuso del dimorfismo; en el carbonato de cal vemos una cristalización por el agua, y otra diferente por el fuego, lo cual tiende á que la forma cristalina y la composición de una misma especie mineral no siempre son iguales. También el mismo Mitscherlich nos dice que cierto número de minerales, de composición química diferente pertenece á un mismo sistema, lo cual es solo aparente y no real, por haber demostrado que la Magnesia, Caliza, Oxido ferroso y manganeso, se reemplaza mutuamente en todas proporciones, pero sin variar de forma, á condición de no alterar el peso atómico de sus componentes. Luego la composición química de una especie, tampoco basta por si sola á determinarle. No hay más medio como dicen MM. Leimeri, Delafosse y otros, sino acudir al doble carácter de la forma cristalina y la composición, siempre que uno trate de determinar una especie.

Respecto de la *primera* observacion ante dicha, podemos verlo en la Boracita que ya hemos citado; en el segundo caso de las modificaciones y tambien en el Corundo, donde solo encontramos modificados, la mitad de los ángulos. Pero lo espuesto en la *segunda* observacion debido á causas puramente físicas muchas veces, como á las causas electro-químicas en las Turmalinas y á la polarizacion en el Cuarzo, que unido al calórico, mezclas químicas y mecánicas, producen alteracion y la determinacion de tantas irregularidades en los cristales, (como enunciaremos.)

19.º *Aplicacion de la ley de simetria.*

Cuaquiera que sea la modificacion que se determine sobre un punto dado de un cristal, vemos su repeticion idéntica en todas las demás partes: expongamos estas diversas modificaciones.

1.º Se observan dos modificaciones diferentes en las aristas, ya sea por una sola faceta inclinada de un modo igual sobre las dos caras de la cuña (trucadura simple y tangente,) ó por dos facetas oblicuas inclinadas igualmente sobre una y otra cara, lo que se llama por un bisel simétrico. Si la arista modificante se halla formada por caras no idénticas resulta su aspecto anormal, por su desigual inclinacion.

2.º Modificar un ángulo sólido que sea regular, podrá modificarse de cuatro maneras diferentes; 1.º Por una sola faceta igualmente inclinada sobre todas las caras del ángulo. 2.º Compuesto de m facetas colocadas respectivamente sobre las m caras del ángulo, en una posicion oblicua ó simétrica. 3.º Compuesto de m facetas colocadas simétricamente sobre los ángulos diedros. 4.º Compuesto de $2m$ facetas, colocadas oblicuamente dos á dos en forma de bisel, sobre las caras ó ángulos diedros, y formando por su reunion, un nuevo ángulo sólido, de doble número de caras, de ángulos planos iguales dos, á dos así como sus ángulos sólidos. En el caso que sea completamente irregular el ángulo sólido, la modificacion tiene lugar por una sola faceta, diferentemente inclinada sobre las caras componentes.

De este modo vemos limitado el número de formas simples de un sistema, abrazando de un golpe de vista el conjunto de for-

mas que puede y nos presenta todo mineral; de manera, que no hay más que aplicar estos medios y desarrollaremos á perfeccion los diferentes sistemas.

Dada una forma fundamental elegida por nosotros, y reconocido su carácter de simetría por la observacion, sus derivadas no dependen sino de una solucion puramente geométrica.

Esta forma fundamental puede ser arbitraria pero siempre deberá ser la más simple, y á este fin podrán serlo los *Octaedros* y *paralelipípedos* ó mas general las formas *bipiramidales* y *prismáticas*.

Tomaremos por consiguiente como tipos fundamentales las formas prismáticas.

Ahora bien; los sistemas cristalinos que reconocemos por la observacion, se reducen á los *Seis tipos geométricos*: admitiendo en cada uno las subdivisiones á que habrá lugar por el cambio de estructura y carácter de simetría, que originándose en una forma geométrica comun (como el Cubo,) se diferencian en cada uno de ellos, bajo el punto de vista cristalográfico, por sus cualidades físicas distintas, y diferente estructura molecular (figuras 25, 26 y 27.) Galena.—Pirita.—Boracita.

Despues de lo dicho anteriormente respecto de las anomalías habidas de la simetría no podemos menos de presentar una traduccion más ó menos clara de la filosofia que expone De-la-fosse al presentar aparentes escepciones á la ley de simetría.

20.º *Aparentes escepciones á la ley de simetría.*

Hemièdria propiamente dicha.

Se han creido poder señalar algunas escepciones á la ley de simetría; pero son más aparentes que reales.

Conocido que por acrecentamiento desigual en el exterior de un cristal, sus facetas, ó han abortado, ó desaparecido despues de terminadas por desarrollo mas ó menos manifesto de las caras adyacentes, tomando en su lugar; cuya escepcion solo afecta á un cristal dado, y no á la especie. Separadamente de este hecho manifesto y supuesto el crecimiento ó aumento de los cristales hecho de modo uniforme y regular, se concibe con dificul-

tad como haya alteracion á la ley en un cristal en que todas sus partes fuesen exactamente proporcionales.

No obstante varios naturalistas cristalógrafos, entre los que se cuenta el mismo Haüy presentan casos en que esta ley no es verdad; cuya escepcion les parece ser constante por afectar en general y á un mismo grado todos los cristales de una especie; como en la Pirita, Boracita, Turmalina; habiendo de advertir que las pretendidas formas anormales entran todas en la categoria de las que hemos llamado hemiédricas. De aquí, que cuando nos ocupémos de estas especies, demostraremos que las modificaciones que engendran estas formas hemiédricas son lo que deben ser, cuando se tiene cuenta de las condiciones físicas del tipo de que derivan, y que la escepcion no existe sino para aquellas que la refieren á una forma abstracta.

21.º *Verdadera naturaleza de la Hemiedria.*

La Hemiedria es una manera de ser habitual en algunos minerales; en la *boracita*, el *cubotetraedro*, *dodecaedrorombal* y sus combinaciones etc. En la *pirita* el cubo, *dodecaedro pentagonal*, y octaedro con sus combinaciones: La *Turmalina*; el prisma hexagonal combinado con el prisma triangular cuyo desarrollo llega á darnos en sus cristales aspecto de un prisma triangular.

El *Cuarzo*, el romboedro de 94º y de ordinario un prisma hexagonal terminado con una pirámide formada por caras del romboedro p (directo) y las del romboedro inverso, con frecuencia tres de las caras de uno de los romboedros de la pirámide, están mas desarrolladas que las otras tres y aun estas desaparecen.

La hemiedria en estos cuerpos es la consecuencia necesaria de la constitucion molecular, ó de la estructura interna del cuerpo cristalizado. No queriendo entrar en mayores conceptos diremos, que Haüy se guió por la esfoliacion para tomar por forma fundamental una forma hemiédrica como el *Tetraedro* en el cobre gris; el romboedro en la caliza, y así en otras; lo que en el segundo sistema constituye lo normal, es anómalo ó excepcional en las diferentes especies, así al 2.º sistema en la caliza nos presenta la hemiedria perfectamete caracterizada y generalizada en la mayoría de los cristales. De modo que si como mu-

chos cristalógrafos han hecho, hubiese Haüy tomado como tipo el prisma ó la doble pirámide hexagonal, se hubiera visto obligado á recurrir á las modificaciones hemiédricas para deducir de este tipo el romboedro, de aquí el que hubiese pasado junto á la hemiédria sin apercibirse.

Segun opinion de Weiss, las formas himiédricas serian el resultado de una manera nueva de modificarse los cristales, que en lugar de cambiar de forma, como de ordinario por adiccion de facetas, cambiarian en ciertos casos por la sustraccion ó desaparicion de la mitad de las caras habituales, de manera que la naturaleza tendria la facultad de producir unas veces cristales enteros, otras medios cristales.

Por último, la hemiédria es un hecho, que, vuelto á su verdadero valor, nada intenta ó en nada afecta las leyes de la cristalografía, y no puede dar lugar á establecer un nuevo principio. La generacion de las formas hemiédricas se realiza despues de la regla comun; y las modificaciones que las producen no escapan jamás á la ley de simetria bien entendida.

Siempre que un mismo sólido geométrico pertenece á muchos grupos diferentes de formas, presenta en cada caso una ley particular de estructura y de simetria. Cada manera realmente distinta de hemiédria ó tetartoédria, tiene por causa un cambio en la forma de la molécula y por consiguiente en la polaridad de los ejes.

22 *Notaciones.*

Por cuanto no es posible ver con claridad á la simple inspeccion de la figura, la simetria de una forma cualquiera siendo fundamental Haüy imaginó acompañarla con notas que espresen lo que no podria comprenderse de otro modo, por medio de características finitas y enteras, omitiendo la del índice ∞ y 0; debiendo manifestarla por el uso que de ordinario hay que echar mano.

De modo que para designar las caras de los sólidos geométricos, si estas caras son iguales se les colocará la mayuscula *P* como sucede en el cubo.

En el caso de que estas caras sean desiguales como sucede en

el prisma recto de base cuadrada, entonces se colocará en las caras básicas la mayúscula *P*. y en las laterales *M*: en el caso de haber tres suertes de caras como en el prisma simplemente oblicuo, tendríamos entonces el caso de los sólidos menos simétricos, aplicando las tres letras mayúsculas *P M T*: evitando Haüy el símbolo ∞ que se hallaría contenido según Weiss; y determinándose por las tres mayúsculas iniciales de la palabra *Primitivo*.

Haüy designa las aristas por las primeras consonantes B. C. D. F. pero que también repitiendo la primera de estas letras cuando en ellas hay identidad.

Ejemplo: el cubo; usa la 1.^a y 2.^a letra cuando se hallan aristas de dos especies; como en el romboedro; y las tres cuando de tres; como en el octaedro rectangular recto.

Los ángulos sólidos son designados con las vocales A. E. I. O. como (figura 28 caso particular,) en virtud de las mismas reglas antes establecidas.

Ahora supongamos una modificación paralela á la arista la que cortaría las aristas B. y G en relacion de 2 B. á 3 G lo cual quiere decir en la notacion de Weiss ∞ D: 2 B: á 3 G, Haüy sin recurrir al símbolo ∞ pone un esponente á la D, y á su derecha, y explica la fórmula complicada arriba dicha por $D \frac{2}{3}$, que significa que la modificación tiene lugar por un decrecimiento de dos moléculas de la hilada B y tres moléculas de la hilada G.

Cuyas modificaciones pueden hacer lo mismo respecto de los ángulos cortando la faceta secundaria, á la vez y á distancias finitas, los tres ejes; ó bien las aristas próximas de la forma fundamental que se elige.

Respecto de las derivadas por truncadura simétrica sobre un ángulo, ya paralela á una arista, cada faceta estará representada siempre por su letra correspondiente. Si la faceta modificadora se halla colocada de un modo cualquiera sobre un ángulo, su notacion indicará siempre las letras de las aristas que terminan en este ángulo.

Además de cada letra llevará un exponente entero (de que

usaremos algunas veces) ó fraccionario que manifieste las distancia á que la faceta modificadora corta ciertas líneas tomadas como ejes cristalográficos.

Si tomamos un cubo en el que todas las aristas b son iguales, y la faceta desimétrica (producida por una faceta colocada de un modo cualquiera sobre un ángulo), tendrá por simbolo $(b \frac{1}{x} b \frac{1}{y} b \frac{1}{z})$: cuando la faceta corta las tres aristas á distancias iguales su notacion será $(b^1 b^1 b^1)$ y así de las demás.

25. *Exposicion de los sistemas cristalinos.*

De lo espuesto al enunciar los sistemas cristalinos deducimos: que el número de formas simples de géneros diferentes que podemos encontrar en un mineral es limitado.

Luego que, dada una forma, es fácil deducir todas las demás por un procedimiento sencillo y puramente geométrico; el que se realiza por modificacion de la forma espresada sobre cada una de sus aristas ó ángulos por medio de facetas simétricas que se pueden prolongar por el pensamiento hasta que se corten con motivo de la obtencion de la forma que se busca. Si en ello se cuida de no obrar sino como la simetría lo determina, agotando para ello tambien todas las posibles modificaciones de facetas modificantes, seguros estamos de llegar á alcanzar el máximun de las que se pueden desarrollar. Ahora, volviendo á lo enunciado, diremos que:

Sistema cristalino, llámase á la obtencion de todas las formas cristalinas que se pueden deducir unas de otras, y que se pueden hallar dentro de una especie mineral, observada una de ellas:

Tipo ó forma fundamental primitiva; á la que se elige ó determina como base del sistema:

Formas derivadas ó secundarias; á todas aquellas á que nos conduce el método de las truncaduras ó procedimiento de derivacion.

Téngase presente que no es determinada la forma fundamental, sino que es arbitraria dentro del sistema; de modo que el objeto no es si no el de tomar una forma dada en cada uno de

ellos, sin dar preferencia á una y desechar las demás. Nosotros elegiremos la mas simple entre las prismáticas ó piramidales, las cuales se reducen en general á las diversas especies de paralelipédos: de manera, que todos los sistemas cristalinos conocidos se reducirán á los seis siguientes:

- 1.º El Cubo—Paralelipédo regular... Cúbico.
- 2.º Prisma hexagonal regular..... Prisma hexaédrico
- 3.º Prisma recto de base cuadrada..... Cuadrático,
- 4.º Prisma recto rectangular..... Ortorómbico.
- 5.º Prisma rectangular oblicuo..... Klinorómbico.
- 6.º Prisma oblicuángulo de base oblicua Klinoédrico.

Por consiguiente son seis géneros diversos de sistemas cristalinos; notando, que en algunos de ellos hay muchas especies distintas del sistema; lo que constituye los sistemas particulares en número casi duplo.

Siendo el mismo sólido fundamental el que nos presenta en las diversas especies diferente grado de simetría, hace que veamos en cada uno un sistema separado de los demás. El mayor grado de simetría es, cuando todas las partes del sólido que son geoméricamente iguales se modifican igualmente; lo que sucede con mas frecuencia: y constituirá para nosotros el sistema cristalino principal ú ordinario en el género, ó grupo de sistemas del mismo tipo geométrico. Entonces las formas derivadas se componen del mayor número de facetas modificantes. Llámaselas en este caso *holoédricas*.

En el caso de que las modificaciones nos den la mitad de las facetas que el precedente, se las llama *hemiédricas*.

Y en el tercer grado que solamente nos presentan el 4.º número de facetas, denominanse *Tetartoédricas*.

Estos grados inferiores constituirán los sub-sistemas ó sistemas secundarios con relacion al principal.

24.º *Exposicion de los sistemas.*

GÉNERO 1.º

Sistemas cúbicos ò regulares.—

Tres ejes iguales y rectangulares.

Obsérvanse tres sistemas cristalinos cuyo tipo es el cubo.

1.º SISTEMA CÚBICO PROPIAMENTE DICHO.

Tres ejes isopolares y cuadrilaterales (A^4). ó de simetría cuaternaria.

Formas oloedricas.

Siete formas principales simples son las que consideran; sus modificaciones son de seis modos diversos. El cubo considerado como punto de partida tiene la notacion segun Weiss $a: \infty a: \infty a$; (El signo infinito determina el paralelismo de la cara con el de los ejes:) Representada cada cara despues de Haüy y Levy por P, y por A los ángulos, como por B las aristas, (figura 29.) Se compone de seis caras iguales P, 8 ángulos sólidos triedros A, y 12 aristas B formadas por ángulos diedros de $90.^\circ$ —como se puede observar en los minerales Sal gema—Fluorina—Galena.

Las modificaciones pueden tener lugar de modos distintos, sobre los ángulos y sobre las aristas. Sobre los ángulos puede tener lugar de tres modos distintos: por *truncamiento*, *apuntamiento* y *biselamiento*.

Por un solo plano igualmente inclinado sobre las tres caras adyacentes del cubo, nos conduce, cuando continúan la truncadura, al Octaedro regular (figura 30), El Octaedro regular está formado, de 8 facetas iguales a que son triángulos equiláteros: de 6 ángulos sólidos con cuatro facetas: de 12 aristas iguales correspondientes á un ángulo diedro de $109^\circ 28'$ (notacion que le corresponde $b^1b^1b^1$) (ó a^1) lo que indica, que la faceta corta la tres aristas á distancias iguales. Ejemplos: Espinela.—Cuprita.—Magnetita.

2.º Por tres facetas dirigidas hacia las caras del cubo (por apuntamientos:) lo cual nos conduce á un sólido de 24 caras llamado Trapezoedro (figura 51); cuyas caras iguales son de 24 trapecios; 26 ángulos sólidos; de los cuales 6 A regulares de cuatro facetas correspondientes á los ángulos del Octaedro: 8 O regulares de tres facetas, correspondientes á los ángulos del cubo: 12 E simétricas, correspondientes al medio de las caras del dodecaedro romboidal: 48 aristas; 24 mas largas D; 24 más cortas F.

Ejemplo:—Granate.—Analcima.

3.º Por tres facetas dirigidas hacia las aristas del cubo: resulta de este modo un sólido de 24 caras llamado Octatriedro (figura 52); su carácter distintivo es, tener 24 facetas iguales que son triángulos isocetes: 14 ángulos sólidos de los que 6 A son simétricos de 8 caras; y 8 O regulares de tres caras; 36 aristas; 12 más largas D correspondientes á las caras del Octaedro; y 24 más cortas G.

4.º Por seis facetas (figura 16) colocadas dos á dos sobre cada arista dispuestas simétricamete, ó dos á dos sobre cada cara del ángulo sólido, resultándonos un sólido de 48 caras llamado Escalenoedro ó dodeca-tetraedro (figura 55). El Escalenoedro en razon de sus caras está formado de 48 caras iguales S que son triángulos escalenos; 26 ángulos sólidos agrupados.

6 A simétricos de ocho caras:	} igual 26 caras.
8 O simétricos de seis caras:	
12 E simétricos de cuatro caras:	

Las aristas se hallan en numero de 72 en la forma siguiente:

24 aristas G largas	} igual 72 aristas; como el Diamante.
24 aristas H medianas	
24 aristas F cortas.	

En el ejemplo citado, las aristas son curvas; así como convexas las caras que constituyen el mineral; en lo cual se funda otra de las propiedades que caracterizan esta piedra preciosa.

Modificaciones sobre las aristas por truncamientos.

1.º Por una sola faceta igualmente inclinada sobre las dos caras adyacentes del cubo: de donde resulta un sólido de 12 caras llamado dodecaedro-romboidal (figura 34) ó rombododecaedro; que se halla formado de 12 caras iguales que son rombos; 14 ángulos sólidos de los que 6 A son regulares de cuatro caras; 8 O de tres caras; 24 aristas iguales con un ángulo diedro de 120º.

Ejemplos:—Granate cuplita.—Magnetita.

2.º Por dos planos en bisel sobre cada arista, (figura 15) resulta un sólido de 24 caras que forman el cubo piramidado de muchos cristalógrafos, Tetra-hesaedro ó hexatetraedro, (figura 55;) pues su carácter distintivo es, el de tener sus 24 caras divididas en 6 grupos de cuatro caras.

El Cubo piramidado se halla compuesto de 24 caras iguales, que son triángulos isóceles; pudiéndole llamar por esto mismo Isosceloedro.

Tiene dos especies de ángulos sólidos en esta forma: 6 A regulares de cuatro caras: 8 O simétricos de seis caras; sus aristas 56 de las que 24 son cortas G correspondientes á la pirámide de cada una de las caras del Cubo, 12 son largas F correspondientes á las aristas del Cubo; cuya forma aislada se observa en el Oro y Cobre nativo. Distinguese de los demás por un hecho particular; que las aristas F y G son igualmente obtusas. En este sólido dos de las aristas nunca se cortan á la misma distancia; de donde resulta, que habiendo tomado como tipo del Sistema Cúbico propiamente dicho el *Cubo*, se ha visto de que modo y por sucesivas modificaciones hemos llegado á obtener seis formas simples que son: el Octaedro regular—Trapezoedro—Octaedro piramidado ú Octatriedro—Dodecatetraedro ó Escalenoedro—Dodecaedro romboidal—Hexa-tetraedro ó Cubo piramidado.

Siendo estas las formas simples del sistema, obsérvase de que combinadas dos á dos, tres á tres etc., se pueden determinar las formas compuestas de géneros diversos: Además hemos podido tomar como forma típica ó fundamental otra distinta del cubo. Si suponemos tomado el Octaedro regular le podremos modifi-

car como al cubo de seis modos distintos: Cuatro modificaciones sobre los ángulos sólidos; *dos* sobre las aristas.

1.º Sobre los ángulos, por una sola faceta simétrica nos dará el Cubo (figura 29).

2.º Por cuatro facetas vueltas hacia las caras del Octaedro, su derivada el Trapezoedro (figura 31).

3.º Por cuatro facetas correspondientes á las aristas, su derivada el hexa-tetraedro (figura 35).

4.º Por ocho facetas colocadas dos á dos sobre cada cara del ángulo sólido; cuya derivada será el dodecatetraedro ó Escaletedro (figura 35).

25.º *Sistema Tetraédrico.*

O sistema cúbico de modificaciones anti-hemiédricas.—Tres ejes rectangulares isopolares y cuadrilaterales de lados alternos ($2 A^2$)

Formas típicas deducidas: el tetraedro regular.

Forma hemiédricas.

Iguales modificaciones tienen lugar en este sistema sobre el cubo, considerado como Tipo, respecto de las aristas; pero no respecto de los ángulos sólidos en que solo se obtienen la mitad, por cuanto los 8 ángulos sólidos, aunque geoméricamente iguales, no son físicamente idénticos sino 4 á 4. Viniendo aquí perfectamente lo manifestado por Weiss al establecer su cristalografía, que llámáanse *Homoédricos* los minerales cuyos cristales son sólidos completos: y *Hemiédricos* á los que cuentan por mitad las partes de dichas formas poliédricas. Cuyos medios cristales pueden, y de hecho se derivan (como veremos) de las formas primitivas; en el supuesto de aparecer unas caras, como algunos suponen, á espensas de la desaparición de otras. (Obsérvese que en la notación del Cubo, las letras serán mayúsculas A y minúsculas a para poder distinguir las modificaciones. A designa los ángulos de una especie; a los de otra; las respectivas diagonales aa y AA de una misma cara, aunque de igual

longitud, nunca tienen el mismo valor físico por terminar en ángulos diferentes.) Vemos que en este sistema los cristales cúbicos son alguna vez estriados en el sentido de las diagonales (y solo en dicho sentido) de una misma especie. (figura 56).

Ahora bien:

Modificado el Cubo (figura 37) sobre cada uno de sus ángulos A:

1.º Por una sola faceta, nos resultará el Tetraedro regular, (figura 38,) forma hemiédrica con relación al *Octaedro regular*: Este sólido se halla formado de 4 caras iguales que son triángulos equiláteros; 4 ángulos sólidos triédros iguales; 6 aristas iguales correspondientes al diedro de $70^{\circ}32'$.

Ejemplo: Cobre gris—Boracita.

2.º Por tres facetas vueltas hacia las caras del cubo, dá una forma hemiédrica del Trapezoedro, (figura 51) que será (figura 59) un Tetraedro con una pirámide triangular sobre cada una de sus caras; y le llamaremos por consiguiente *Tetraedro piramidado*, ó mejor Tetra-triedro: estando formado de 12 caras iguales, que son triángulos isóceles: 8 ángulos sólidos, cuatro simétricos de seis caras y cuatro regulares de tres caras; diez y ocho aristas, de las que 6 son de las correspondientes á las mismas del Tetraedro, y 12 colocadas, tres á tres sobre cada cara del mismo tetraedro.

Así lo vemos en el Cobre gris.

3.º Por tres facetas vueltas hacia las aristas, nos resultará un sólido de 12 caras; el *dodecaedro Trapezoidal* ó *Trapezoedro* (figura 40) que también puede ser considerado como un semi-ortaedro piramidado: tiene este 12 caras iguales que son trapecoides: 14 ángulos sólidos, 6 A de cuatro caras, 4 O de tres id.; y 4 I de otras tres; 24 aristas, 12 X más agudas y largas; y 12 Y más obtusas y cortas.

4.º Por seis facetas sobre los ángulos: lo cual nos conduce á un sólido de 24 caras, llamado *Tetrae-hexaedro*, compuesto de 24 triángulos escalenos llevando cuatro ángulos sólidos hexaedros. Es una hemiédria del Escalenoedro. En el Tetra-hexaedro tenemos 24 caras que son triángulos escalenos; 14 ángulos só-

lidos; 4 O de seis caras; 4 I de igual número, que corresponden á los ángulos del Tetraedro; y 6 A de cuatro: sus aristas son 36 entre las que tenemos 12 Z largas; 12 X medianas, y 12 Y cortas.

De las modificaciones antedichas se vé, que las formas del sistema cúbico, propiamente dicho, pueden hallarse en el sistema Tetraédrico con otras exclusivas del mismo. Cuatro son las formas características de este sistema 1.^a el *Tetraedro*; 2.^a *Tetra triedro*; 3.^a *Dodecaedro Trapezoidad*; 4.^a *Tetra-hexaedro*; cuyo carácter es el no tener ninguna cara paralela. Pero, si se han obtenido por modificaciones en la mitad de los ángulos del Cubo, se desprende que modificados los otros cuatro ángulos del mismo, han de obtenerse estas mismas formas hemiédricas en una posicion inversa.

Parece ser corto el número de las especies minerales cuyas formas se refieren al sistema Tetraédrico como son la *Boracita*, *Cobre gris*, *Blenda*, *Bismuto siliciatado*, *el sulfato de Manganesa* y *la Glucina*.

25.^o *Sistema Hexa-diédrico ó del dodecaedro pentagonal.*

Sistema Cúbico de caras paralelas.

Tres ejes rectangulares, Isópolares, Bilaterales (A^2).

Forma fundamental, Dodecaedro pentagonal (figura 27).

Los cubos que la naturaleza nos presenta pertenecientes á este sistema, se hallan estriados sobre sus caras, en direccion paralela á las aristas, cuyo paralelismo esplica bb ó b'b', pero nunca á las dos especies de líneas á la vez: resulta de aqui que las estrias se hallan en cada cara (figura 42) solo en un sentido y que sobre las tres caras adyacentes de un ángulo sólido, se cruzan dichas estrias en ángulos rectos como se puede observar en la figura, así como son diagonales las estrias en el sistema anterior.

Forma Tipo. No hay compatibilidad con las formas holoédricas porque en virtud de la particular simetría de esta forma, el Cubo, no es susceptible de tomar en este tercer sistema más que una sola modificacion simple sobre las aristas; y dos de la misma indole sobre los ángulos,

1.º Sobre las aristas (figura 42). La modificación por una sola faceta desigualmente inclinada sobre las dos caras adyacentes, si la inclinación es mayor del lado b que del b' se tiene una modificación cuyas caras prolongadas hasta entrecortarse determinan el *hexadiedro* ó dodecaedro pentagonal (figura 45).

El dodecaedro pentagonal se compone: de 12 caras iguales simétricas que son pentágonos; 20 ángulos sólidos; 8 triedros regulares correspondientes á los ángulos del cubo, y 12 simétricos triedros; Treinta aristas: 6 c corresponden á las caras del cubo, y 24 b , formando tres á tres los ángulos triedros simétricos, Obsérvanse las primeras aristas más largas que las segundas, y con la que forman la base de los pentágonos, ejemplo *Pirita*, *Cobaltina*.

El dodecaedro pentagonal es una forma hemiédrica respecto del hexa-tetraedro.

2.º Sobre los ángulos. Modifícase por tres facetas situadas al bias; y cortando las tres aristas del ángulo del Cubo con desigual inclinación sobre las tres caras, pero en la misma dirección; nos darán un *dodecadiedro* (figura 44) sólido de 24 caras trapezoidales insimétricas, trigrámico (ó de tres especies de aristas): tiene aspecto aparente de dodecaedro pentagonal y sus ángulos sólidos de tres maneras: 6 de cuatro caras; 8 de tres; y 12 de cuatro: Aristas 48: 12 más largas C ; 24 medianas b , y 12 más cortas d . Ejemplo *Pirita de hierro* (1).

Acabamos de describir dos formas con hemiédria de caras paralelas, mientras las del anterior constituyen la hemiédria de caras inclinadas.

Reasumiendo; todas las formas del sistema cúbico, propiamente dicho, pueden encontrarse ó título de formas simples ó

(1) Si las facetas modificantes situadas de bias sobre cada ángulo, y que se inclinan todas en el mismo sentido, se pudiesen disponer en sentido contrario al rededor del ángulo con las mismas inclinaciones que antes; tendremos un segundo dodeca-diedro semejante al primero que solo difiere por su posición; bastará volver este sólido 90º al rededor de la vertical para coincidir con el otro.

compuestas. En el sistema hexa-diedrico hay otras propias del mismo. Las propias son el dodecaedro-pentagonal y el dodecaedro. Las otras simples del sistema son el *Cubo*; *Octaedro regular*, *Dodecaedro romboidal*; *el trapezoedro*, y el *Octa-triedro*.

Luego el número de formas simples es el de *siete* como en los dos primeros sistemas.

<i>Formas simples holoédricas.</i>	<i>Hemiédricas de caras inclinadas.</i>	<i>Hemiédricas de caras paralelas.</i>
Cubo.....	Tetraedro.....	Dodecaedro-pentagonal.....
Dodecaedro romboidal.....	Tetra-triedro.....	Dodeca-diedro.....
Hexa-tetraedro.....	Dodecaedro-trapezoidal.....	Cubo.....
Octaedro regular.....	Tetra-hexaedro.....	Octaedro.....
Trapezoedro.....	Cubo.....	Dodecaedro-romboidal.....
Octa-triedro.....	Dodecaedro-romboidal.....	Trapezoedro.....
Dodeca-tetraedro.....	Hexa-tetraedro.....	Octa-triedro.....

26.º

2.º GÉNERO.

Sistema exagonal.

Romboédrico de Beudant y de Dufrenoy.

Un eje principal perpendicular á otro; tres secundarios iguales entre sí y cruzándose en ángulos de 60º.

La forma fundamental es un prisma hexagonal de seis caras (figura 45).—Antetodo manifestaremos que existen dos sistemas principales derivados del prisma hexagonal regular, que se toman por forma fundamental.

1.º El sistema di-hexaédrico; de modificaciones holoédricas.

2.º El sistema Romboédrico propiamente dicho; de modificaciones hemiédricas.

Cada uno de los cuales tiene formas propias, y otras comunes á ambos; pero que estas no presentan el mismo carácter de simetría, y por consiguiente no se modifican de la misma manera en el uno y el otro sistema.

Pero que todas tienen comun y único en su especie un eje principal que supondremos vertical, y otro tres secundarios perpendiculares, al primero formando un ángulo de 60º.

27.º 1.º *Sistema di-hexaédrico.*

Un eje principal Isopolar, sextalateral (A_6), simetría senar (figura 8.^a).

Llámase *di-hexaedro* por caracterizar una de las formas principales del sistema, el dodecaedro de base hexagonal y de triángulos isóceles.

Llámase *di-romboedro* por ser el romboedro una forma hemiédrica con respecto al di-hexaedro; este por consiguiente puede ser considerado como un doble romboedro.

Descripción del prisma hexagonal—Se compone de 6 caras rectangulares M ; 2 básicas P , que son hexágonos regulares;—12 ángulos sólidos iguales A ;—18 aristas, de las que 12 b son básicas y formadas por ángulos diedros de 90º;—6 C áxicas correspondientes á ángulos diedros de 120º;—tiene 12 ángulos sólidos triedros. Goza pues esta forma tipo de toda la simetría que la Geometría indica.

Las modificaciones en esta forma son de tres géneros.

1.º Sobre los ángulos—*por una sola faceta.*—Cortando igualmente las dos aristas B del ángulo A , cuyas facetas prolongadas nos dan el-hexaedro ó dodecaedro hexagonal. El di-hexaedro tiene la forma de una doble pirámide de seis caras, que son triángulos isóceles. En número de 8 sus ángulos; los 2 del vértice que tienen 6 caras, y los 6 ángulos laterales que tienen cuatro aristas de dos especies; 12 culminantes y 6 horizontales correspondientes á la base del prisma hexagonal, basta medir uno solo de sus ángulos diedros para poder determinar dicho sólido.

2.º Por dos facetas en bisel, igualmente inclinadas sobre las caras de uno y otro lado de la arista comun *C*: todas estas facetas de modificacion reunidas nos darán un di-dodecaedro, sólido de 24 caras que son triángulos escalenos, cuya forma no se halla aislada en la naturaleza, y así solo en combinacion con el prisma hexagonal.

Modificaciones en las aristas verticales.

1.º Por una sola faceta, igualmente inclinada sobre los dos planos (ó sea por truncadura), nos dará un prisma hexagonal alterno diferente en posicion á la forma tipo: es un prisma equiángulo dodecaedro, ó sea la combinacion del prisma hexaedro tipo y del inverso.

2.º Por dos facetas en bisel:—que nos dará un prisma dodecaedro simétrico, con ángulos alternativamente iguales:—Como en la Esmeralda de Siberia.

Modificaciones sobre las aristas básicas.

1.º Por una sola faceta inclinada desigualmente sobre la base y plano correspondiente, resultando el *di-hexaedro directo*, que es distinto del inverso porque las caras de este corresponden á las aristas del directo. Suponiendo iguales sus dimensiones, sería necesario para que fuesen paralelos, que uno de ellos diese una vuelta de 50º al rededor de su eje.

Las únicas formas que podemos obtener simples entre las completamente definidas, lo son el *di-hexaedro* y el *di-dodecaedro* de triángulos escalenos y esto se prueba, porque si nos hubiese ocurrido tomar como tipo el *di-hexaedro*, la mayor parte de las modificaciones nos hubiesen repetido las mismas figuras y otras nos habrían dado formas indefinidas (abiertas).

Como ejemplo de especies, citaremos la Esmeralda,—Berilo—Apatito—Fosforita—Píromorfita ó Plomo verde.

Respecto á las formas compuestas, que son varias en este sistema, desde luego vemos la dominante en el Cristal de Roca que es una combinacion del prisma hexagonal con una pirámide ó *di-hexaedro* situado sobre las aristas: se reduce á un prisma de seis lados bipiramidado.

Tambien nos encontramos en este sistema con algunas hemi-

tropias; principalmente en los Escalenoedros cuyos ángulos entran con frecuencia tienen su plano de union perpendicular al eje romboédrico (figura 46).

28.º 2.º *Sistema Romboédrico.*

Sistema hexagonal de modificaciones para-hemiédricas: llámase hemiédria de caras inclinadas, y tambien hemiédria Polar.

Un eje principal Isopolar, sexlateral de lados alternos ($3 A^3$).

Forma de la molécula — Romboedro.

Observamos en este sistema, que apesar de la igualdad geométrica entre las seis aristas de las bases y los seis planos del prisma hexagonal, parece como que no hay identidad de partes más que entre las aristas horizontales alternativas y como si no hubiese simetría á derecha y á izquierda de cada arista vertical. Esto se explica por la notacion de la (figura 47).

Ahora, modicando tres aristas alternas en el prisma hexagonal (figura 48) se obtendrá el sólido de seis caras llamado *Romboedro*, que tiene 6 caras iguales llamadas rombos *P*; 8 ángulos de dos especies; los del vértice *A* formados por tres ángulos planos iguales; 6 ángulos laterales *E* formados por dos idem planos de una especie y uno idem plano tambien de otra; 12 aristas; 6 culminantes *B*, tres superiores y tres inferiores; y 6 laterales *D* en zigzag. El vértice de los dos ángulos *AA* denominase, vértices del Romboedro. Le llamaremos obtuso cuando el ángulo diedro ó plano de los terminales es mayor de 90° (figura 49) y agudo, si dicho ángulo es *menor* de 90° (figura 48).

Forma la más importante del sistema y la que con más frecuencia encontramos; tomándola por fundamental y acostumbrándose hacer derivar de la misma todas las demás, que con relacion á ella, son holoédricas.

Estudiaremos algunas de sus modificaciones con relacion á sus dos especies de aristas y dos especies de ángulos, pero que apesar de ser infinitas, solo podemos citar dos como simples, y solo una en rigor que es el Romboedro, puesto que el Escalenoedro puede considerarse como la reunion de dos sólidos iguales al romboedro; Apesar de todo podemos mencionar las for-

mas análogas del mismo género por diferente posición en sus combinaciones.

1.^a *Modificación.* Por una faceta tangente sobre las tres aristas culminantes; de que nos resulta un 2.^o Romboedro rebajado que antes hemos calificado de obtuso (figura 49) más que al anterior donde observamos que las caras del uno corresponden á las aristas del otro y vice versa. Pero cuando esto se verifica en dos formas del mismo género y un eje principal comun, de la manera que llevamos expresado, se dice que las caras de estas dos formas estan en posición diagonal la una respecto de la otra. Y haciendo que estas modificaciones se multipliquen, se obtienen otros tantos Romboedros más y más obtusos, cuyos ejes serán como los números $\frac{1}{2} \frac{1}{4} \frac{1}{8}$ representando el eje del Romboedro primitivo, y los ejes secundarios supuestos con el mismo valor en la série.

2.^a *Modificación.* Por dos facetas sobre las aristas culminantes.

La forma derivada será el Escalenoedro (figura 50) (de la caliza espática) de cuyas aristas culminantes, las más obtusas corresponden, ya á las caras del Romboedro primitivo, ya á sus aristas culminantes.

En algunos casos se obtiene un di-hexaedro; y si las dos caras son paralelas al eje del Romboedro, tendremos un prisma de 12 caras, (dodecaedro de la forma derivada); semejante á los diromboedros del sistema precedente, pero que no conservará la simetría que es propia á los Escalenoedros en general de los que no es sino un caso particular.

5.^a Por dos facetas sobre las aristas laterales. Resulta otro Escalenoedro de eje más prolongado que el del Romboedro fundamental que tiene las mismas aristas laterales que este Romboedro. Este Escalenoedro está formado de 12 triángulos iguales escalenos: sus 8 ángulos C son de dos especies: los dos del vértice formados por 6 caras y los seis ángulos laterales irregulares por 4. Tiene 18 aristas; 6 Y más largas (tres arriba y tres abajo alternas); 6 medianas X, y 6 cortas Z dispuestas en Zig-zag

(figura 51). También después de otras modificaciones tenemos la que se observa en algunos cristales de Caliza, Dolomia, Corindón, Cinabrio y otros, que consiste en que se determina por una sola faceta sobre los ángulos laterales.

29.º

GÉNERO 5.º

Sistemas Tetragonales.

Un eje principal perpendicular á otros dos secundarios iguales entre sí que se cortan en ángulo recto.

Dos sistemas derivan del prisma tetragonal regular (Prisma recto cuadrado).

1.º Sistema tetragonal holoédrico —(sistema cuadrático.)

2.º Sistema tetragonal anti-hemiédrico —(sistema Esfenóédrico).

En ambos existen formas particulares, pero que las hay comunes; y como estas no tienen el mismo carácter de simetría, de aquí que las modificaciones sean diferentes. En todas no obstante existen un eje vertical *a*, (figura 52) y dos *bb* horizontales é iguales entre sí. Es muy importante el grado de simetría que caracteriza á cada una de las especies de ambos sistemas siendo su estudio bastante sencillo por su menor complicación.

50.º 1.º *Sistema cuadrático.*

Un eje principal, Isopolar, simetría cuaternaria (A_4).

Cuadrático se denomina por ser su sección horizontal un cuadrado, ó que puede inscribirse un cuadrado en la figura, cuya simetría, esto nos determina con un eje principal como el sistema anterior.

Forma tipo: un prisma recto de base cuadrada. Podríamos llamarle prisma cuadrado, porque no existe ningún prisma

oblicuo de base cuadrada en la naturaleza. Es un sólido de dos bases iguales que son cuadrados, (figura 52;) 4 planos iguales que son rectángulos; 8 ángulos sólidos rectos; 8 aristas básicas *B* iguales entre sí y formadas por el encuentro de caras desiguales; 4 aristas áxicas *H*, formadas por la interseccion de caras de la misma especie: Un eje principal determinado por una línea que une los centros de las bases; dos idem secundarios que concurren en el medio de las caras opuestas rectangulares.

Varias modificaciones pueden presentarse.

Así vemos:

1.º Que por una sola faceta que trunca igualmente las dos aristas *B* del ángulo *A*, nos resulta un octaedro de base cuadrada.

2.º Que por dos facetas con igual inclinacion sobre las caras de uno y otro *lado* de la arista *C* nos dá un di-octaedro de triángulos escalenos. Es el Escalenoedro de este sistema, como así se observa en todos los demás, en los que, la última forma simple, pero con más complicacion obtenida, es un Escalenoedro.

Pocas veces se hallan aislados estos dioctaedros; siendo frecuente observar sus caras subordinadas en toda combinacion con los cuadroctaedros: aspecto notable que nos presentan los cristales de Estaño oxidado.

Modificaciones sobre las aristas áxicas.

1.º Por dos facetas y por biselamiento: resultando un prisma octogonal simétrico con ángulos alternativamente iguales.

Puede por último el prisma tetragonal (figura 52) modificarse sobre las aristas de la base, por una sola faceta inclinada desigualmente sobre ella y sobre la cara correspondiente; de donde se obtiene el Cuadroctaedro en posicion diagonal con el octaedro anterior de base cuadrada. La combinacion de ambos nos dará un di-octaedro de triángulos isóceles.

Varias son las especies que se pueden citar como correspondientes al sistema cuadrático.

Tales son: el Zircon; Rutilo; Casiterita ú óxido de Estaño; la Wernerita ó Silicato de alumina: cal, sosa, y aún hierro.

31.

2.º Sistema Esfenoédrico

Tetragonal con modificaciones anti-hemiédricas ó de caras inclinadas, que se llama tambien hemiédria polar.

Un eje principal, isopolar cuadrilateral de lados alternos ($\frac{1}{2}A^2$) (figura 11.^a).

Forma tipo—*Esfenoedro*—ó *Tetraèdro* simétrico de triángulos isóceles (figura 13.^a)

Este sólido, tomado por base del sistema, es una especie de Tetraedro que tiene la misma relacion con respecto al prisma cuadrado, que la habida entre el Tetraedro regular con el Cubo. Si en el prisma fundamental (figura 55) se suponen modificadas las aristas B (con independencia de las B').

1.º Por una sola faceta, desde luego deduciráse un sólido de 4 caras ó triángulos isóceles (figura 13) llamado: *Esfenoedro tetragonal* y que consta de 2 aristas terminales B, y 4 laterales D; y una especie de ángulos sólidos A; de cuyo sólido por modificaciones holoédricas, como hemos practicado con el Romboedro, se podrán deducir todas las formas del sistema.

Modificando los ángulos A por una sola faceta, resultarán 4 caras; cuyo conjunto nos dará un Esfenoedro; menos cuando sean estas paralelas al eje, pues que entonces tendremos las caras de un prisma tetragonal cuyas bases nos las dá una segunda modificacion sobre las aristas B.

Cuando se modifican por dos facetas vemos un escalenoedro Tetragonal, con 8 triángulos escalenos iguales.

El *Esfenoedro* y el *Escalenoedro* son las formas simples únicas que forman parte del sistema. Los sistemas cristalinos de un eje principal como el exagonal y tetragonal dan lugar á una observacion de la mayor importancia.

Y es:

Que aquellos sistemas producidos por modificaciones hemiédricas, gozan de la propiedad, de que las formas más simples, como los Romboedros y Esfenoedros pueden ser reproducidos en dos posiciones diversas con los mismos valores de ángulos. De modo, que por la combinación de las dos formas iguales y correspondientes, se puede obtener una forma piramidal de base regular,

Este sistema se halla rara vez en los cristales.

Corresponde citar la Kalkopirita ó Cobre piritoso entre los metales: y en las sustancias pétreas la Edingtonita ó silicato de alumina y barita hidratado; de cuyos pequeños cristales determinase á veces formados por caras de un prisma muy rebajado y cubiertas sus bases de un apuntamiento en razon de la hemiédria.

31. GÉNERO 4.º.

Sistemas Ortorròmbicos.

Tres ejes iguales y rectangulares.
Forma tipo, Prisma Ortoròmbico.

} Prismático recto de
base rectangular de
Dufrenoy y Beudant.

Llamado así por el gran número de Prismas de base rómbica que se hallan dentro del sistema.

Toda seccion perpendicular á uno de los ejes, siempre es un rombo, ó una figura dentro de la que podremos inscribir un rombo.

Tres son los sistemas que hay que considerar dentro de este género:

- 1.º Sistema rómbico de modificaciones holoédricas.
- 2.º Sistema Esfeno-rómbico de modificaciones anti-hemiédricas ó de caras inclinadas.

5.º Sistema pirámidado-rómbico de modificaciones anti-hemédricas ó hemiedria Polar.

52.º 1.º Sistema Rómbico propiamente dicho.

Tres ejes isopolares—Simetría binaria (A^2) (figura 10).

Forma tipo: el prisma rectángulo recto (figura 54). Aunque sus ángulos son iguales se forman por caras desiguales: Aristas de tres especies diversas, pero que son iguales las que marchan en un mismo sentido.

Modificado en las aristas de una misma especie por una faceta sobre las 4 D resulta un prisma rómbico recto de eje vertical (figura 55).

Si por una faceta sobre las aristas B, nos dá un prisma romboidal con eje horizontal paralelo á B, llamado *cimborrio* por los Alemanes.

Si por una faceta sobre las aristas C nos dá el prisma horizontal (figura 56), cuya diferencia de estos tres prismas romboidales, modificados en sus aristas diversas, no solo está en el valor de los ángulos, sino en su disposición. Y si estas modificaciones se hiciesen dos á dos entre ellas, nos darían tres octaedros rectangulares rectos, en que sus ejes se cortarían en ángulos rectos lo mismo que en las formas antes descritas.

Sucede alguna vez que se prolongan extraordinariamente estos cristales en sentido de uno de los bordes de la base, dando lugar á formas raras, cuyo aspecto es de octaedro en cuña, cuyos vértices desaparecen y son ocupados por aristas ó planos más ó menos bien determinados.

Las modificaciones hechas en los ángulos sólidos, pueden tener lugar por una faceta, resultando un Rombo-octaedro ú Octaedro de base romba, recto, sólido; que se compone de 8 triángulos iguales escalenos. Sólido definido: resultado de una modificación simple en este sistema.

Muchas son las especies á este sistema referidas entre las cuales citaremos el Azufre, Baritina, Topacio, Peridolo, Aragonito, los carbonatos de plomo y otros.

Formas simples..... {
 Romboedro recto, de caras que son triángu-
 los escalenos.
 Prisma rómbico-recto, con eje indefinido.

53. 2.º Sistema.—*Esfeno-Rómbico.*

Forma tipo: Esfenoedro rómbico (ó Tetraedro.) Sólido compuesto de 4 triángulos iguales; raro en la especie minerales, únicamente en la Manganita ú óxido rojo de Manganeso, que parece unas veces con cristales que son octaedros agudos con crucero sencillo paralelo á su base; otras veces prisma romboidal recto de 90°40' y los cristales de ordinario escabados ó acanalados verticalmente (Acerdesa ó Manganesa hidratada.)

54.º 5.º sistema. *Pirámido-Rómbico.*

Sistema rómbico, hemiédria polar respecto á uno solo de los ejes rectangulares.

Forma tipo. Pirámide recta de base romba ó rectangular.

Pero es tambien raro hallar de estos cristales á no ser los de silicato de zinc, donde vemos el prisma romboidal recto de 104° 40' presentando muy comunmente el hemimorfismo; y sus cristales que son pequeños casi siempre se hallan ademas deprimidos, con esfoliacion fácil segun M.

En otros casos, y lo que es mas frecuente, se observa el prisma hexagonal del 2.º sistema en los filones de Baritina de Asturias y en el Hartz.

Algunos cristalógrafos no han considerado á este último sistema sino como una modificacion por hemiédria del sistema rómbico.

55.

GÉNERO 5.º

Sistemas Klino-ròmbicos.

Tres ejes desiguales, dos oblicuos el uno sobre el otro, el tercero perpendicular á los primeros.	} Uno oblicuo..... Prismático oblicuo Prismático oblicuo romboidal.....	Leymerie.
		Beudant.
		Dufrenoy.

Forma tipo: Prisma rectángulo de base oblicua (figura 57.)

Este sólido tiene 4 ángulos sólidos *A* de una especie: 4 *E* de otra que están formados con tres caras desiguales. Las aristas verticales son idénticas entre sí; las 4 inclinadas *D* son igualmente semejantes, pero las horizontales *BC* no son iguales sino dos ó dos.

Modificado por una faceta (en las aristas *G*), desigualmente inclinada sobre las caras adyacentes que separa, resulta el prisma Klinorròmbico (figura 58).

Cuando por dos facetas solitarias sobre las aristas *B, C, D*, cuya independencia en sus modificaciones se puede determinar de un modo sucesivo á todas juntas, nos darán llegando á su límite la forma octaedro rectángulo oblicuo (figura 59).

Modificado sobre un ángulo *A* por una faceta, ó sobre los *E* cuyas modificaciones combinadas nos darán por último el octaedro Klinorròmbico (ú oblicuo).

Por *truncamiento* en cada par de aristas *GG* y *HH* con independencia una de otra, reemplazadas por facetas tangentes, nos dará el prisma rectángulo oblicuo.

Por *Biselamiento* en las mismas, nos darán prismas Klinorròmbicos. Así como otras varias que pudiéramos citar.

Reasumiendo: las formas elementales del sistema Klinorròmbico, dadas por las modificaciones simples, se reducen á los dos prismas, y los dos octaedros que hemos mencionado. Siendo muchas las especies minerales referidas á este sistema, como

los cristales de Yeso, Azarita, Rejalgar, Epidote etc., y los Anfíboles. Así diremos la Epidota (ó silicato de alumina y cal, ferruginosa), cuyos cristales, si bien se presentan en prismas hexagonales, corresponden al 5.º sistema determinado con prisma romboidal oblicuo de 69°50' y cuya bases se hallan biseladas. La Euclasa (${}_3\text{Al} \ddot{\text{Si}} + \text{Gl} \text{ } ^6 \ddot{\text{Si}} + 5\text{H}$) cuya forma aparece ser un prisma de doce lados con apuntamiento con crucero sencillo: es ni mas ni menos en general un Prisma romboidal oblicuo de 144°40'.

El Yeso (sulfato de cal) aunque perteneciente al 5.º sistema, preséntanse maclados sus cristales y aun los prismas oblicuos en su vértice; mas ó menos encorvados sus planos y con biselamiento perfecto.

De los restantes ya se dirá lo bastante al ocuparnos de ellos. Como en el Ortosa el truncamiento presentado en sus aristas laterales agudas.

56.

GÉNERO 6.º

Sistemas Klinoédricos.

Tres ejes desiguales y oblicuos.	} Bioblicuo de.....	Leymeric.
		Prisma oblicuo no simétrico.....	Dufrenoy.
Forma tipo, Prisma doblemente oblicuo.	} Prismático oblicuo de base paralelogramíca oblicuángula.....	Beudant.

Las partes idénticas no son sino en número de dos opuestas siempre.

El prisma doblemente oblicuo (figura 53) tiene tres géneros de caras; dos bases *P* que son paralelogramos; dos caras *M* y dos caras *T*. Los 8 ángulos sólidos de 4 especies, como diversas las letras que los anuncian, así: A, E, I, O; 12 aristas de seis especies distintas B, C, D, F, diferentes; G y H; también lo son. De aquí la falta de simetría que se manifiesta en la figura. Este só-

lido puede por consiguiente sufrir modificaciones independientes en sus diferentes ángulos a , e , i , o . No así en sus diferentes aristas.

De manera, que son diez las modificaciones de que es susceptible. Si todas las aristas básicas se modifican a la vez, tendremos un octaedro doblemente oblicuo, cuyo sólido sabemos se hallará compuesto de 8 triángulos escalenos, de cuatro especies distintas.

En los octaedros bioblicuos deberemos observar la base, siempre con inclinación respecto del eje que suponemos vertical, y la sección transversal que se puede concebir dirigida perpendicularmente á este eje.

Pasemos á otras consideraciones, y vemos que en cada uno de los sistemas espuestos puede elegirse por forma tipo un octaedro ó pirámide, pudiéndose determinar por consideraciones simples de observación; es decir, por indicaciones de la simetría combinadas con las medidas de los ángulos.

Así tenemos; 1.º En los sistemas cúbicos la simetría sola basta.

2.º En los hexagonales y cuadráticos basta un solo ángulo para determinar la forma tipo.

5.º En el Rómbico necesitamos medir dos ángulos.

4.º En el Klinorómbico necesitamos tres ángulos.

5.º y último. Cinco son los precisos en el sistema Klinoédrico.

Estos cinco datos se reducen á cuatro elementos en dos casos particulares á saber:

1.º Cuando las formas simples, que se toman por forma fundamental correspondan á prismas ó á octaedros bioblicuos de base romba ó rectangular.

2.º En el caso en que estas formas sean prismas ú octaedros bioblicuos de sección transversal romba ó rectangular: observando luego el caso general, en que las bases y secciones transversas de las formas típicas son todas paralelógramos.

Como combinaciones de este sistema pueden presentarse los cristales de Axinita (ó chorlo violado) (figura 59), así como los de Albita (figura 60).

A esta última se la puede caracterizar únicamente por su diferencia con el Ortosa en 3.º, en exceso correspondiente al ángulo de esfoliación.

La Axinita presenta en su forma habitual del 6.º Género las caras M y T estriadas verticalmente, y P paralelas á su intersección con M: esfoliaciones desiguales é imperfectas que no dejan determinar como en el caso anterior otras circunstancias características que las de su irregularidad.

Por fortuna la naturaleza presenta pocos ejemplos de cristales simples consistiendo el único por truncadura en los cuatro ángulos sólidos básicos; resultando un octaedro de triángulos escalenos, ó lo mismo por la verificada en las aristas básicas de la forma primitiva.

Reasumiendo el número de especies á este sistema referidas, citaremos como mas importantes. 1.º Albita, (figura 60) (Feldspato) cristales de un prisma bioblícuo de $120^{\circ} 47'$ maclados á veces con ángulos reentrantes característicos; cristales á veces mas tabulares que en la Ortosa (forma la base de los terrenos traquíticos y dioríticos de Almaden y Estremadura).

2.º *Labradorita*. Cuyos cristales si parecidos á los de la anterior es en la variedad Periclina. Son sin embargo muy raros sus cristales, son mas comunes masas laminares con esfoliación, con estrías en los planos esfoliables.

3.º *Distena*. Cuyo prisma se presenta sin cúspide propiamente dicha; ángulo 106° maclado segun M: y por último los cristales de sulfato de cobre ó Cyanosa, (*caparrosa azul* de Rio Tinto) aunque pertenecen á este sistema, es muy comun, y aun abunda mas en estalactitas y estalacmitas en ciertos puntos, si bien su cristalización es fácil.

37.º *Observaciones sobre los sistemas cristalinos.*

No teniendo en cuenta los diferentes cristalógrafos sino la diferencia de los ejes, puramente geométrica, de longitud é inclinación, solo admitieron seis sistemas cristalinos. Pero como con idénticos ejes pueden verse casos en que difieran los cristales por

sus propiedades físicas, de una á otra especie principalmente; resulta de aquí algunos cambios en la polaridad de los ejes que determinan las diferencias en la configuración exterior del cristal, presentando modificaciones singulares en la simetría general, las cuales nos muestran nuevas formas llamadas hemiédricas, y á la vez alteran profundamente la estructura de las demás que conservan apariencia holoédrica. Todo cambio de simetría se traduce por cambio de sistema; si esto es así, la distincion de los sistemas debe estar fundada no solo en la relacion geométrica de los ejes como hasta el dia, sino que tambien tendremos en cuenta las relaciones físicas. Si no existiera la hemiédria; ó si las partes geométricamente iguales fuesen físicamente idénticas y desde luego sus modificaciones pudiesen ser siempre del mismo modo en todas sus partes, no habria sino los seis sistemas, por no haber sino seis combinaciones de ejes geométricamente diferentes como admite Weiss: Pero en razon á la hemiédria existe mayor número, que serán considerados como tantas especies distintas. No obstante hemos de seguir lo admitido hasta hoy, con la diferencia que lo llamado sistema, nosotros le denominamos *género*. Dentro de estos estableceremos divisiones que apellidamos *sistemas*, siendo el primero dentro de cada género el que tenga ó realice sus modificaciones *holoédricas*; el segundo las *hemiédricas*.

Nótense algunas observaciones sobre el sistema romboédrico.

Considerados como *géneros* los hasta hoy llamados *sistemas*, dentro de ellos vemos del mejor modo posible, lo que á los sistemas corresponde, y vistas sus modificaciones determinantes, dejase traslucir en la mayoría de los géneros y en su formacion de lo sistemas el predominio de las formas por modificaciones holoédricas; lo cual ciertamente se demuestra lo mismo en el 1.^{er} género como en los 3.^o, 4.^o, 5.^o y 6.^o; pero en el 2.^o se observa que el grupo cristalino que determina su primer sistema es mucho mas reducido que el que dá lugar el segundo, el cual se compone de formas *hemiédricas*; es decir, que en los sistemas hexagonales del 2.^o Género, la *escepcion* constituye la *règle*

general; presentándose un número considerable de cristal dentro del mismo llamado sistema Romboédrico. Por este concepto M. Bravais se inclinó á considerarlo como un 7.º sistema, pero esto mismo con muy pocas alteraciones sucede en los demás géneros, lo cual daría lugar á determinar mayor complicacion en el estudio de los cristales

38.º *Relaciones entre los géneros Cristalinos.*

Si se tiene en cuenta los trabajos ópticos realizados por varios físicos se verá, que los sistemas cristalinos pueden colocarse bajo tres agrupaciones en vista de sus caractéres perfectamente distintivos.

1.^a Solo consideramos el género *cúbico*, pues no tiene un eje principal que se distinga de los demás, puesto que tres ejes iguales, llenan igualmente el mismo papel; Los cristales que á él se refieren siendo hialinos presentan el fenómeno de la refraccion simple; nunca experimentan sus cristales alteracion que esplique lo opuesto.

2.^a En seguida se ven los sistemas *Romboédrico* y *Cuadrático* dotados con un eje principal, único en su especie con dos ó más ejes secundarios iguales entre sí. Todo guarda simetría al rededor del eje principal; los cristales de esta agrupacion siempre poseen el fenómeno de la *doble refraccion* de un eje óptico (que se esplica).

3.^a En último término se consideran los tres restantes y últimos sistemas; su característica, los tres ejes desiguales sin eje principal; sus cristales poseen la *doble refraccion* pero de diverso modo que la anterior.

Llámanse *doble refraccion de dos ejes ópticos*.

Tambien tienen lugar estas relaciones en los diversos modos de *hemiédrica*: dos casos sobre todo acompañados de propiedades físicas particulares, ciertamente ligadas al género de forma molecular y estructura cristalina, motivo de la *hemiédria*: á saber:

1.º *Hemièdria rotatoria* la que se refiere el fenómeno óptico de la *polarizacion rotatoria* ó circular.

2.º *Hemièdria Polar*, á que se refiere el fenómeno de la *Pi-ro-electricidad polar*. Debemos notar por otra parte que la *hemièdria* no consiste como se cree en el hecho de una forma entera y *definida* que se desdobra en otras dos igualmente *finitas*. Nótese un hecho más general, que primero se refiere á uno de los ejes de cristalización y que no se reproduce despues en otras direcciones, en tanto que este eje tiene sus análogos. Esta repetición tiene lugar siempre en el *primer sistema* y aún en los *dos siguientes*: lo cual depende de que en estos hay varios ejes iguales entre si: En los demás, y aún en el 2.º y 3.º puede haber *hemièdria* sin desdoblamiento de una en dos limitadas: basta que se partan ó reduzcan á mitad el sistema de caras (cualquiera que sea), que se produjese en las estremidades ó sobre los lados del eje por una modificación *hotoèdrica*.

Este sistema no es más que una simple pareja de caras como se véen la Turmalina. Es lo que se llama en los cristales que pertenecen á distinto sistema que el Cúbico, poseer un género de *hemièdria*; que consiste en que una de las estremidades del cristal se halla formada por facetas que no se repiten en la otra estremidad, lo cual sobre todo obsérvase en el *segundo y tercer sistema*, (hexagonal y cuadrático). Lo que esplican algunos con la denominación de *Hemimorfismo*: como ejemplo citaremos:

La *turmalina*, en prisma hexagonal en que una de las estremidades del cristal lleva dos romboedros, mientras la opuesta esta formada por la base:

La *Calamina*, en prismas *Ortoròmbicos* y *hexagonales* segun los casos, llevando en uno de los vértices un Octaedro de base rectangular lo mismo que la base, mientras el otro vértice se halla formado por un octaedro de base romba.

Además, también se atribuyé el mismo fenómeno de Hemimorfismo frecuente en la Turmalina y la Pyragyrita, en que la mitad solo de las caras del *prisma hexagonal* se desarrollan de modo que nos presentan un prisma triangular. El que unido á un prisma hexagonal nos dará un prisma de nueve caras.

Y por último, nótese que la mayor parte de los cristales *hemimorfos*, adquieren, si se les calienta, la *piezoelectricidad polar*. Sucede despues de esto que M. de Delafosse no vé en el caso de la Turmalina sino una *hemiedria* comparable á los cristales de la Boracita, no siendo más que, en la 1.^a sustancia, el fenómeno no tiene lugar sino para un eje, mientras en la Boracita repítese en cuatro sentidos diversos.

Por último, bastará para darse cuenta de un sistema cualquiera de forma, entre las cuales las hay visiblemente notadas con carácter *hemiedrico*, buscar ó elegir la más simple entre las últimas, para representar la molécula del cristal, y componer en seguida la red cristalina con moléculas iguales. Opinión seguida igualmente por M. Leymerie.

Estas moléculas transmitirán su simetría, (que en el caso presente no es otra que la de la forma geométrica en sí misma,) primero á las filas moleculares; luego á la masa interna del Cristal, y por último á las formas que le limitan al exterior.

59.^o ¿Que son las Zonas en los cristales?

Es un hecho manifiesto, que *Zona* significa *faja* situada en direcciones dadas, para las cuales se consideran por truncadura, dispuestas varias facetas que corresponden á *aristas*, *ángulos sólidos*, *caras*, *vértices*, ó *bases* de sólidos; las cuales (Zonas), se denominan *horizontales*, *verticales*, *oblicuas* etc. lo que constituye una série de facetas ó sistema de caras, que forman lo que se llama *cintura prismática*; y tambien *eje de la Zona*, á la recta que pasa por el centro del cristal dirigida de un modo paralelo á las intersecciones de las caras establecidas: de aqui que la direccion del eje determina la de la Zona prismática en sí misma. Otras veces las Zonas tienen sus nombres característicos dependientes de las formas simples combinadas; así se llaman *Cubo-Octaédrica*, *Cubo-Dodecaédrica*. *Triforme* si en la combinacion entran tres simples.

Pero en los casos de cita de una forma compleja, descompo-

nerla en sus prismas elementales enumerados sucesivamente, ó se reduce á dar los signos cristalográficos escribiéndolos unos á continuacion de otros, pareciendo desde luego más sencillo y natural el medio primeramente asignado.

40. *Agrupaciones regulares de Cristales.*

Raro es ciertamente ver en la naturaleza los cristales aislados, es frecuente hallarse agregados entre sí de diferentes maneras componiendo grupos más ó menos regulares en el exterior; Unos hay que se hallan sujetos á leyes cristalográficas, determinándose su forma por los individuos que le constituyen: llámanse á estos *Maclas* y *Hemitrópias* presentándose algunos como cristales simples, no siéndolo, por lo cual importa mucho su conocimiento.

Estas agrupaciones se determinan entre cristales de la misma especie, de la misma estructura y de la misma forma; sin embargo tenemos algunas escepciones que les dan á conocer en tres agrupaciones distintas.

1.^a *Agrupacion* de individuos de la misma naturaleza de formas y estructura molecular enteramente semejantes.

2.^a Individuos de la misma naturaleza, pero de forma y estructura inversamente semejantes (son raros).

3.^a Pertenecientes á especies diferentes pero que se aproximan á cierto grado hasta tal punto por forma y composicion.

1.^a *Agrupacion.* Como se hallan en tan crecido número, á veces hay necesidad de dividirlos asignando primero los determinados por una *ley cristalográfica*: Se opera de modo que concierte su posicion relativa, y uniéndose ya sea por caras, aristas ó ángulos sólidos. Soldados que son su crecimiento es comun por una série de capas envolventes, como en un solo cristal: de que resulta, su deformacion por efecto del crecimiento simultaneo, teniendo aspecto de cristales fraccionados ó truncados de tercios y aun cuartos de cristales: otro resultado, que nos parecen juntados por los planos aunque lo sean por sus aristas ó simples puntos. La (figura 61.) nos dá una idea por medio de

dos cristales *a* y *b* dos romboedros agrupados por sus vértices por un solo punto en el primer instante; pero que cada una de las capas envolventes á la vez que solidéz, ha prolongado la linea de union que se ha estendido sobre un plano *m m*; plano que debe existir siempre en la separacion comun de dos cristales justa-puestos, al cual llamaremos *Plano de union* ó *cara de agrupamiento*, pudiendo haber mas si se unen mas cristales.

Para darnos á conocer la representacion esacta de estos que llamaremos *dobles cristales* y que siguen el uno respecto del otro una posicion *inversa* á ejemplo de Haüy, practicarémos lo siguiente.

«Tómese un modelo de un cristal simple; lo cortamos en dos por un plano que pase por el centro, vuelva una mitad sobre la otra para disponerle en otra posicion relativa.» De aqui el nombre de *Hemitropia* dado por él á un cristal que hubiese experimentado una trasposicion semejante, es decir una de sus mitades *maclas* de dos cristales que han vuelto el uno respecto del otro 180°.

No hay que perder de vista que estas vueltas ó semi-vueltas no son mas que la union por *justa-posicion*, en que consiste la *Hemiotropia*; no de dos mitades de un cristal, sino de dos cristales diferentes, soldados desde el principio y crecido simultáneamente en la misma disposicion que se hallan colocados en el momento del exámen.

Despues de algunas consideraciones habidas entre los cristalógrafos; diremos que con algunas escepciones se puede determinar el plano de union de dos cristales, cristalográficamente, puesto que es una de las caras del sistema cristalino y desde luego su posicion fijada por el signo que representa esta cara. Esta es perpendicular á veces al eje ó á una arista del cristal, ó paralela á su base á una de sus secciones diagonales, ó á una de sus esfoliaciones mas importantes.

Hé aqui la ley general de agrupaciones comprendidas en la primera categoria. »El plano de union es paralelo, no solo á uno de los planos del sistema cristalino, sino tambien á uno de aquellos espresados por los signos más simples.

Dos clases de agrupaciones se conocen entre aquellas que son cristalograficamente determinables.

1.^a En que los cristales agrupados, lo son en posicion *directa* ó *paralela*; es lo mismo, que los *ejes*, *lineas* y *caras* homólogas de estos cristales son paralelas respectivamente.

2.^a Los cristales son agrupados de modo *inverso*, los unos relativamente á los otros, que no hay paralelismo entre ejes ni caras análogas.

Consideramos:

1.^o Posicion relativa de los individuos. Si tratamos de determinar la posicion relativa de dos cristales, basta conocer el eje al rededor del cual uno de los cristales se reputa haya vuelto; nos falta sin embargo conocer el ángulo de revolucion que será siempre de 180°: ó puede referirse á este valor por una eleccion conveniente del eje de revolucion: Este eje se llama de *Hemitropia*; y el plano que le es perpendicular se dice *plano de hemitropia*, que será realmente un plano de union para los dos cristales.

2.^o *Manera de reunirse los individuos*. Los caracteres del grupo no pueden determinarse con solo indicar la posicion relativa de los cristales geminados; es menester conocer si los individuos se reunen el uno al otro solo por *justa-posicion* ó por entrelazamiento, y en este caso, cruzándose ó al parecer penetrarse mutuamente de un modo más ó menos completo.

5.^o *Hemitropia propiamente dicha*.

Un solo plano de union y un plano de Simetria.

Los individuos parecen como incompletos, acortados y como cortados por un extremo: colocados uno sobre otro ó uno al lado del otro, moviéndose la masa de uno de ellos, la una toda entera por un solo lado con relacion al plano de juntura.

Grupos vulgarmente llamados en *Corazon*, en *rodilla*, en *canal*. Los caracteres por los que se reconocen las *Hemitropias* consisten, en la existencia de los ángulos reentrantes en la su perficiedel grupo, producto resultante de la agrupacion; si este no se halla, puede notarse en el cambio de simetria que no es igual en los grupos como en el cristal simple.

Interrupcion de las esfoliaciones que nunca se prolongan en el mismo sentido de un lado y otro de los planos de juntura; también en la disposicion anormal de las estrías superficiales, y en la discontinuidad de la estructura cristalina que en los no esfoliables y transparentes se anuncia por las modificaciones que presenta en los caracteres dioptricos del mineral.

Sabemos que en los cristales simples no existen ángulos reentrantes; luego cuando esto se observa puede haber la seguridad de que se halla formado por agregacion de dos ó más cristales simples. Su presencia anuncia el agrupamiento, y como jamás falta en las *hemitropias*, por esta razon se dejan reconocer á primera vista. Sin embargo en el prisma *hexagonal* y *cuadrático* que es esto poco determinante, resulta una forma en apariencia simple (figura 62) en un cristal doble de Espato calizo de la variedad dodecaédrica.

Cristales por entrecruzamiento ó *Maclas* la determinan individuos formados alrededor de un centro ó de un eje comun, incompletos y como escotados por su medio, situados el uno sobre el otro, de modo que se llenen los vacios producidos por las escotaduras, pero cuyos cristales sean de una misma especie y tengan las mismas caras (figura 65) como en la Estaurolita ó piedra de cruz: Por la disposicion de las *estrias*; que es la misma para las dos mitades de un mismo cristal, y diversa en los dos cristales, facilmente se conoce cuales son las partes del grupo que pertenecen á cada individuo.

Si por el pensamiento se separan los dos elementos de este grupo, se verá que son incompletos en su medio y cada uno presenta doble escotadura.

41. Imperfeccion de los cristales.

Hase visto, que hasta aqui hemos supuesto una regularidad y simetría característica en ellos y en su modo de estar; pero que accidentes locales, de las causas perturbatrices de diverso género que obran en el periodo de crecimiento del cristal, se oponen

á esta regularidad y simetría; alteran sus caras é impiden que sean perfectamente lisas y continuas.

Pudiendo desde luego determinarlas por acrecentamiento desigual.

Recuérdese por lo pronto que el cubo y octaedro combinados siendo regular su forma, puede sufrir cambios notables en su aspecto, tan solo por el hecho de variacion de distancia respecto del centro, ya sean del cubo ó del Octaedro. Estando á la misma distancia observamos un verdadero equilibrio de simetría, dándonos el *Cubo-octaedro* simétrico de triángulos equiláteros y cuadrados iguales; (figura 22) pero la diferencia de distancia, segun los casos, nos dará una aproximacion al cubo ó al Octaedro, predominio de una ú otra forma.

Citaremos dos ejemplos:

1.º En los cristales de Alun, forma del Octaedro regular, sucede que cuando se prolongan más en una direccion horizontal, que en el sentido de las otras dos dimensiones, toman la forma de Octaedro prolongado llamado Cuneiforme (figura 64) porque sus dos vértices son reemplazados por dos cuñas.

En el cuarzo hialino cristalizado con regularidad nos dá una forma simétrica; que es un prisma hexágono regular terminado por pirámides de triángulos isóceles: Pero por acrecentamiento irregular parece se prolonga en el sentido de uno de sus ejes secundario y resulta cuneiforme: disposicion muy habitual en el cuarzo más que en otra alguna.

42. *Estrías en los Cristales.*

Si de un modo general aparecen lisas y perfectas las caras de los diferentes cristales; no sucede esto muchas veces como se desprenden del exámen practicado, dejando ver algunas desigualdades huecas ó en relieve cuyos accidentes han sido clasificados de imperfecciones: una de las que, sin embargo es mucho más comun de lo que se cree, la clasificada con la denominacion de *Estrías* que de acuerdo con la simetría, este fenómeno consiste en un rayado natural que ofrecen las caras de muchos

cristales iguales á los que se observan en los planos ó caras del cristal roca (por lo cual inmediatamente se le reconoce) Parece haberse determinado con un buril; fenómeno ordinario, pues que caras que á simple vista parecen lisas, dejan apercibir unas estrias finísimas examinadas con el microscopio; es desde luego el estado más comun de las caras cristalinas como (figura 65) y otras mejor que esto en los modelos que Haüy hizo de madera donde vió más claro lo que la teoría nos manifiesta.

Se supone que las superficies *estriadas* sean resultado de una combinacion alternante ú oscilatoria de ciertas caras cristalinas cuya existencia es posible sobre el cristal: En el exámen que resulta del cuarzo, se vé que sus estrias horizontales son determinadas por crestas ó aristas cuneiformes, formadas cada una de pequeñas bandas planas muy estrechas y alternativamente inclinadas en sentido contrario; notándose además que estos elementos planos son alternativamente paralelos á las caras *P* y *Z* que terminan el plano *r* que se considera. (Siendo *r* los planos del prisma *P* y *Z* las caras de la pirámide sobre puesta.)

Las partes *estriadas* por sucesion de partes *salientes* y *entrantes* cuneiformes son de dos maneras:

1.º *Estrias de acrecentamiento* debidas á la formacion sucesiva del cristal por láminas ó capas poliédricas paralelas que claramente se distinguen en la superficie del cristal ó en su fractura, no solo por el color diferente de las zonas, sino por las hendeduras que le separan.

2.º *Estrias de esfoliacion* producto de hendeduras muy estrechas y profundas que separan las capas que la esfoliacion pone á descubierto de un modo sucesivo. Clasificarémos la raya. 1.º *simple* cuando hay un solo sistema de lineas paralelas. 2.º *múltiple* cuando hay sobre la misma cara direcciones diferentes: y desde luego muchos sistemas de estrias justa-puestas ó entrecruzadas. Cuando las estrias son muy pronunciadas, se llaman canaladuras. Cuando son simples es necesario mucha atencion, para ver su direccion particular que puede variar en formas de un mismo género. Cuando son múltiples pueden no cruzarse y solo si justa ponerse como el aspecto de una pluma en la plata

roja. Preséntanse á manera de encaje cuyas estrias se cruzan en ángulos de 60° como sucede en el Corindo y el Hierro oligisto.

El punteado ó grabado es otro fenómeno que se refiere tambien á las estrias, el que algunos esplican como agrupamiento directo de varios cristales que vienen á nivelarse á la superficie por uno de sus ángulos sólidos; las caras entonces vienen á imitar al Chagrin: tales son las formadas en las bases de los prismas de la Esmeralda de Colombia. Analogía en su formación presenta la disposición *curva* que se vé en las caras de algunos cristales como el *yeso* lenticular, *caliza* pseudomórfica y el *diamante*, efecto de la mayor longitud de las diversas bandas planas que componen estos cristales. Por último determinanse cavidades de mas ó menos importancia en algunos cristales denominados *tolvas* ó *embudos* cuyo aspecto se va determinando por colocación sucesiva de varias zonas de cristales, que van en disminución de un modo gradual, desde la base al vértice formando por consiguiente mas pirámides huecas: fórmanse muy particularmente al evaporarse en grandes cantidades sales contenidas en varias calderas; así como se forman los cuernecillos calizos etc. Las tolvas presentan algunos cristales de sal marina.

45. Estructura cristalina.

Definase diciendo: es la disposición particular que tienen en su colocación (interiormente) las moléculas manifestada al exterior por la fractura reciente. Se divide en *simple* cuando las moléculas constituyentes son una misma sustancia sin que haya interposición de alguna otra agrupación intermedia. Compuesta si sus elementos inmediatos son partículas visibles como fibras, laminillas, granulaciones, cada una de las cuales puede colocarse en la estructura simple.

Las simples y compuestas se dividen á su vez en *regulares* ó *irregulares* según el modo de reunirse sus moléculas.

44. *Estructura simple regular ó sea estructura cristalina.*

Un cristal simple es la consonancia simétrica de moléculas dispuestas de un modo uniforme y regular, ofreciendo esta disposición en todas sus partes, en tres bolillo ó juego de damas, de donde se deduce que la masa del cristal debe presentar en diversos sentidos series paralelas de capas planas ó laminas, cada una compuesta de filas paralelas de moléculas (figura 2.^a) resulta que en todo cristal existen varios sistemas de hendeduras; planas paralelas que se cruzan en diversos sentidos separando cada una dos láminas inmediatas: las láminas no se hallan en contacto inmediato; sin embargo tampoco se fijan á una distancia determinada por una atraccion de cohesion la cual deberá ser la misma para todas las de la misma direccion. Si variamos de serie de láminas variará la cohesion siendo desigual en los diversos sentidos; por un esfuerzo mecánico sucederá que se altera en un sentido por una hoja de cuchillo que introducimos por una hendedura presentandose débil su resistencia; las láminas sepáranse por este acto mecánico, el cual dá por resultado, si se repite, la continua separacion de las capas del cristal y que diremos.

Esfoliacion (de Klieben en Aleman que significa *hendir*), llámese division natural del cristal. La *esfoliacion* se determina de un modo muy sencillo en los minerales cuya cohesion de capas es débil, con una simple hoja de acero dispuesta paralelamente al plano que separamos y en direccion se supone de la juntura natural de estos planos, dando un ligero golpecito con un martillo sobre el canto dorso de la lámina para que se practique con regularidad la separacion indicada: es sencillo en el *Yeso*, *Mica* y *Talco*. Cuando forman cristales poniendo sobre una esclusa y y sujeto el cristal de modo conveniente segun la resistencia á vencer. Cuando la separacion presenta dificultades por su mayor cohesion, procedamos con Haüy á calentar el cristal á una luz viva y el procedimiento se hace sencillo; *el cristal de roca* per-

mite su separacion despues de este ensayo, es mas, nos manifiesta por su esfoliacion que su núcleo ó tipo, es distinto de su forma exterior, para lo cual despues de calentado en agua fria se sumerge de un modo brusco

Cuando una sustancia del sistema cúbico se esfolia paralelamente á las caras de un *cubo*, de un *octaedro* ú otra forma simple, como todas las caras de una de estas formas simples son idénticas físicamente, la *esfoliacion* debe tener lugar del mismo modo en todas direcciones. Lo mismo sucede en los sistemas *romboedrico* y *cuadrático*. Pero si la division mecánica (esfoliacion) se determina paralelamente á las caras de una combinacion binaria, ofrecerian los correspondientes á las bases de prismas distintos, caractéres diferentes, cuando se les quisiera comparar con los correspondientes á las esfoliaciones de partes análogas.

El número de esfoliaciones difiere en cada mineral: en un solo sentido, como las *Micas* y el *yeso*. Tres esfoliaciones paralelas á las caras, así del *cubo*, como de la *galena*.

Cuatro paralelas á las caras octaédricas como en la *Fluorina*.

Seis paralelas á las caras del dodecaedro romboidal como en la *Blenda*.

Toda cara de esfoliacion, es siempre paralela á una cara natural del cristal, ó de las producidas por una de las modificaciones, que en pos de si lleva el sistema á que el cristal corresponde. Este resultado nos demuestra la importancia que debemos dar á este carácter para determinar las especies.

Es, podemos decir una especie de organizacion constante en cada especie que varia de una á otra, susceptibles en su determinacion con la mayor exactitud, preséntanse escepciones aparentes.

Si estudiamos este fenómeno veremos como se decide, que si hay tres esfoliaciones igualmente limpias, el cristal es un *cubo*; la *Galena*. Si *dos* de las tres son iguales, el sólido es un *prisma de base cuadrada*. *Dos esfoliaciones* segun las caras del prisma la *Wernerita* (silicato de alumina y cal): *una esfoliacion*

segun la base del prisma en la Apofilita (silicato de cal y potasa hidratado): Si las *tres esfoliaciones* son desiguales, el sólido es un prisma de base rectangular ú Ortorrómico.

En el caso de ser dos las esfoliaciones, tendremos: *Dos esfoliaciones rectangulares* iguales pertenecen al prisma recto de base cuadrada, género 3.º cuadrático ó tetragonal. *Dos esfoliaciones oblicuas* iguales, indican que un mineral pertenece al 4.º y 5.º género (ortorrómico ó Klinorrómico.) *Dos esfoliaciones rectangulares desiguales* se refieren al 4.º 5.º ó 6.º género (Ortorrómico Klinorrómico ó Klinoédrico). *Dos esfoliaciones oblicuas desiguales* pueden pertenecer á un mineral de 5.º ó 6.º Género.

Tres esfoliaciones iguales segun su posicion darán un *cubo*, un *prisma hexagonal* ó un *romboedro*.

Si las *dos esfoliaciones iguales* son oblicuas y la tercera es perpendicular al plano de las otras, el mineral pertenecerá al 4.º género.

Si la *tercera esfoliacion* es oblicua al plano de las primeras, será un mineral del 5.º género.

45. Núcleo ó forma primitiva.

El conjunto de los planos observados por todas las esfoliaciones de direccion distinta, representará desde luego la forma tipo del sistema *definida* ó *infinita*, *simple* ó *compuesta* pero notemos tres casos especiales que pueden ocurrir.

1.º Necesariamente las esfoliaciones posibles de todo mineral, han de bastar para determinar la forma completa ó simple del sistema. Haüy elige esta forma como tipo, y le dá el nombre de *Forma primitiva* ó *núcleo*; así en la Galena el núcleo es un *Cubo*; en la Blenda el núcleo es un *Dodecaedro romboidal*; en la *Fluorina* un octaedro regular; en la *caliza espática* un romboedro oblicuo de $105^{\circ} 5'$. En el *Corindon* un Romboedro agudo de $86^{\circ} 5'$.

Desde luego nótese la importancia de esta consideracion del

núcleo porque no solo se determina el sistema cristalino, sistema general de cristalización, sino que hasta el sistema particular de formas que caracteriza una especie. Las referidas á un mismo sistema se distinguen claramente por sus formas primitivas que pueden ser de diferente género como la Galena, Blenda, Fluorina, ó del mismo género con valores de ángulos diferentes, como la *Calizay* el *Corindon*, y del mismo género presentando esfoliaciones diferentes *Albita* y *Periclina*, (variedad del anterior).

2.º Puede haber más esfoliaciones que las necesarias para determinar el núcleo, entonces este se obtiene solo por medio de las que más limpias y fáciles se manifiesten, considerando las otras como supernumerarias.

5.º Puede acontecer que no sean suficientes las esfoliaciones para darnos una forma completa faltando una ó dos, aquí se observará que la forma tipo es abierta é indefinida, un prisma tabular; como por ejemplo; un mineral esfoliable en tres direcciones paralelas á una misma recta cortándose en ángulos de 60º y 120º, ó bien en dos direcciones solo y rectangulares, se deduce de aquí que el sistema general de cristalización será el hexagonal ó cuadrático.

Y cuando no pueden manifestarse algunas esfoliaciones esenciales, las que haya distinguirán á lo menos aquellos minerales que se refieran á un mismo sistema á lo que nos ayuda sobre manera el aspecto exterior. Así vemos que sucede, en los Feldespatos *Ortosa* y *Riakolita* y en los feldespatos *Albita* y *Periclina*, en que los primeros no ofrecen mas que dos esfoliaciones muy limpias perpendiculares entre si, mientras existen dos en los segundos, que ninguna es perpendicular á los restantes.

El *Ortosa Amfibol* y *Piroxeno* muy abundantes en la naturaleza tiene cada uno por núcleo un *prisma oblicuo* de base romba: pero en el *Amfibol* falta la esfoliación paralela á la base y son fáciles las paralelas á los planos. En el *Piroxeno* al contrario el paralelo á la base, se combina con otra paralela al eje, de una limpieza casi igual con dirección diagonal y perpendicularmente á la primera.

Necesitamos dar nombre en cada caso de esfoliacion para determinar con mayor claridad las esfoliaciones diversas como son la *octaèdrica*, *piramidal*, *cùbica*, *dodecoèdrica*, *romboèdrico*, cuando su paralelismo se refiere á sus caras.

Haüy determina la referencia de Núcleos á cinco especies, el *Tetraèdro*, *Paralelipìpedo*, *Octaedro*, *Prisma hexaedro regular*, y el *Rombododecaedro*,

Resulta además que la division mecánica divide un cristal en multitud de pequeños paralelipìpedos similares, justapuestos entre sí, que á su vez pueden subdividirse, mas sin cambiar de forma, llegando con el pensamiento hasta la molécula física del cristal, de modo que puede concebirse este como la reunion de pequeños elementos poliédricos semejantes de forma y justapuestos por sus caras. Estas moléculas para Haüy son los elementos de la estructura del cristal y las llama *moléculas integrantes*.

46. *Decrecimiento de los cristales.*

Así resulta de la sustraccion de una ó varias hiladas de moléculas de los diversos puntos de un cristal: puede determinarse

- 1.º *decrecimiento sobre las aristas* que consiste en la separacion de hiladas de moléculas paralelas á los bordes de dichos núcleos;
- 2.º *decrecimiento sobre los ángulos*, en que la direccion de las líneas quitadas corta trasversalmente las aristas de un mismo ángulo plano del núcleo, en cuyo caso el plano resultante toca en su vértice uno de los ángulos sólidos de este núcleo. *Ejemplo:* Sea un cubo el núcleo reunion de pequeñas partículas integrantes de la misma forma; si se aplican unas láminas decrecientes: á cada cara, compuestas de las mismas moléculas y cada una con una hilada menos de moléculas, nos darán 6 pirámides cuadrangulares cuyo aspecto será de gradas regularmente dispuestas. Resultando de aquí en las seis pirámides 24 triángulos, en el caso presente como son bastante apreciables los cubos parciales, fórmanse unas acanaladuras entre cada decrecimiento molecular, pero en los cristales de la naturaleza se determi-

na esto de una manera tan delicada, que se hacen imperceptibles estas canaladuras y aún cree Haüy, que por esta razón el *dodécadro romboidal* puede ser producido por decrecimiento de una sola hilada de moléculas simples, paralelamente á todas las aristas de un núcleo cúbico.

En segundo lugar, cuando las láminas agregadas al núcleo decrecen por dos hiladas, por tres etc., siempre paralelas á las aristas del cubo primitivo, estando más rebajadas las pirámides, las caras no podrán hallarse dos á dos sobre un mismo plano y de este modo, la superficie del sólido resultante se compondrá de 24 triángulos diferentes: tendremos el hexa-tetraedro (figura 55).

El decrecimiento se dice ordinario, si las moléculas son simples y su dirección es paralela á una de las diagonales del plano sobre el cual tiene lugar el decrecimiento.

Será *intermedio*; cuando las moléculas son múltiples y su dirección es una línea situada al bies, inclinada al lado y á la diagonal. La Galena, Fluorina y Sal marina, nos presentan un Cubo como núcleo y cuyos ángulos sólidos corresponden á las caras del Octaedro.

Para mayores detalles de esta teoría consúltese la obra del Abate Haüy: cuyos trabajos son de la mayor importancia, así como los de MM. Leimerie y Delafosse.

47. *Estructura regular compuesta.*

Determinase por un lapsus de tiempo trascurrido de una disposición á otra de la formación del cristal como vemos en algunos minerales por medio de la fractura, puesto que nos manifiesta la diversa colocación que existe entre sus diferentes partes; cada una de las diversas agrupaciones, nos acusa la formación en un tiempo determinado (sin duda distinto de los restantes,) algunos ejemplos, *Aragonito, Nitro, Topacio, etc.*

48. *Estructura simple irregular.*

Siempre que un cristal no se presente con la debida claridad en sus grupos cristalinos, determina unicamente agregados de partes cristalinas ó sea compactas, pudiendo ser simples y compuestas estas formas, de masas en general *compactas*, *litoideas* ó *vitreas* que pasan desapercibidas á veces no sólo á la vista sino que tambien á los instrumentos más capaces de examinar el fenómeno; uniformes ú homogéneos en apariencia como se ve en el *vidrio comun*, en el que las moléculas tienen ó presentan todas sus propiedades físicas á partir de un centro en las diversas direcciones: no son ni real ni rigurosamente paralelas, ni se hallan á distancias iguales, pero para que se aproxime lo más posible á una disposicion uniforme, hay necesidad de enfriarle con la mayor lentitud. En un *cristal* no sucede lo mismo; las moléculas, son paralelas entre sí, todas las filas de la misma direccion. Cuando esta varia, cambian tambien la distancia y la densidad linear. En la *Dureza* veremos esto demostrado, como en la *Elasticidad*.

49. *Estructura irregular compuesta.*

Reunion de gran número de partes distintas dentro de una misma manera, manifestándose una estructura general ó de conjunto y otra parcial ó simple. En este caso es donde aparecen más principalmente una estructura simple aparente, pero que el microscópio nos enseña la compuesta.

Decimos:

1.º *Estructura granuda.* Cristales regulares, obliterados y tomando el aspecto de arenas de los Medanos, algo más grueso, amontonados y redondeados más ó menos unos sobre otros cuya reunion no tiene la cohesion que une las partículas de cada granulacion, resultando de aquí una masa, que al separarla

por el choque no se rompen las partes, solo se disgregan como sucede en el Granate y el Grés de *ensolar* (parte del diluvium), óxido de hierro, sulfatos de Cal y varita etc.

2.º E. *Globular*. Determinase en glóbulos compactos de capas concéntricas ya inmediatamente ó por un cemento visible resultando segun su tamaño.

Oolitas cuando son granos parecidos á huevas de pescado cuya etimologia las determina: en la Cal Carbonatada y la Limonita.

Pisolitas, cuando como en el hidróxido de hierro ó Simonita, los granos son como una avellana ó semilla de chícharo siquiera. En todas las masas que presentan esta disposicion, estudiandose dos estructuras una granular ó de agregacion, otra concéntrica ó de acrecentamiento.

3.º E. *Est.^a dendrítica*. Conviene á las distancias esfoliables y á las que no lo son consiste en grupos de cristales que forman numerosas ramificaciones á través de una materia envolvente. ofreciendo varias disposiciones como la *Palmeada*, en la *Galena* y *Bismuto*: *Reticular*, en el *Oxido de Titano*: *En encage*, el *Cobalto arsenical*.

4.º E. *Bacilar y fibrosa*. La que procede de cristales alargados que son ya *rectos*, *entrelazados*, *radiados*, *bacilares* ó *cilindroides*, *aciculares* ó *fibrosos* (Asbesto,) agrupados entre sí sin adherencia completa, lo mismo en su longitud, como en sus rayos divergentes, ó agujas entrelazadas y fibras reticuladas ó afieltradas (corcho ó papel de montaña,) en masas sedosas ó algodonosas (Amianto.) *La bacilar* siempre la reconocemos por su aspecto prismático longitudinal algo desfigurados por presion mutúa, como sucede en el *Topacio* y *Turmalina* asi como en la Caliza y otra.

5.º E. *Lamelar*. Es la reunion de laminillas de esfoliacion, conócense por el aspecto particular que presenta cada una reflejando regularmente la luz. Cuando los granos son muy pequeños como en el mármol estatuario, su estructura es *sacaroides*.

Cuando las laminillas toman aspecto de pequeñas escamas poco adherentes entresí, y á la presion de los dedos se desprenden con facilidad. Será *Escamosa* en el *Oligisto* y *Niviforme* en la Caliza de su nombre; asi como *Sub-lamelar* al aspecto litoideo

en medio del cual se hallan esparcidas laminillas espáticas que proceden de restos de Encrinites y Madreporas (el mármol negro, dicho de granito pequeño).

6.^a E. *Esquistosa* ó sea *Pizarrosa*. Disposicion que adquieren ciertas masas con grande número de hojas que se pueden separar como la pizarra de los tejados: es el resultado de una retraccion regular esperimentada en la roca, tambien de la acumulacion de muchos cristales pequeños y planos, dispuestos unos sobre otros de plano ó sea agregacion de cristales capilares en masas de algun tamaño divididas por el plano de dichas hojas.

7.^a E. *Estratiforme*. Determinada por acumulacion de capas sucesivas que no se pueden separar como las pizarras, que á veces no se hacen sensibles, sino por venas de diversos colores sobre los cuerpos ó sus fracturas (el marmol venado).

8.^a E. *Compacta*. Cuando sus cristales tienen un grado tal de union tan pequeños y delgados que no es facil distinguirlos por su confuso amontonamiento formando un todo compacto sin venas ni junturas, pudiendo ser tambien vítrea ó litoidea: Esta disposicion procede de modificaciones de las anteriores por su estado infinitamente pequeño, el que por su próxima union no es facil reconocer ó distinguirlo; habiendo casos que es tan íntima esta disposicion que no basta el microscópio á su reconocimiento, como en el *Cristal de roca* y *Vidrio*.

9.^o E. *Terrea*. De procedencia compacta en descomposicion, cuyos depósitos de poca ó ninguna coherencia se determinan fácilmente y nos enseñan el cambio producido por los diversos agentes exteriores en las masas compactas, por desagregacion en ellos determinada. Entre estas descomposiciones térreas, aparecen á veces de aspecto gelatinoso debido al desecamiento de las sustancias que la naturaleza sin duda ha precipitado despues de sus operaciones naturales á imitacion de lo que sucede en los laboratorios; si por acaso el agua vuelve á poner las sustancias térreas en estado pastoso, determinanse modificaciones debidas á la retraccion como el llamado *Ludus Helmontii*.

10.^o E. *Celular* ó *porosa*. Efecto algunas veces de las alteraciones anteriores, las cuales modifican al individuo hasta un

punto que determinan en el ciertas cavidades parecidas á celdillas ó poros de gran tamaño, más bien esta estructura se debe y eslo más cierto, general y verosimil, al efecto que el fuego ha producido 1.º por medios de la fusion, y la masa entonces incandescente al enfriarse de un modo lento, hace que algunos cuerpos interpuestos en la sustancia ó masa incandescente, (que casi siempre son gases) al determinar su expansibilidad ó dilatacion escápanse por fractura de las paredes de las celdillas existentes, primero invisibles y despues perfectamente manifiestas en dichos productos como la Pomez, Lava etc.

11.º E. *Orgànica*. (Por Epigenesis) por cuanto el cuerpo orgánico ha sido sustituido por el mineral en todas sus partes debiendo ya manifestarse la distinta denominacion que se le puede dar bajo este punto de vista.

50. *Formas irregulares accidentales.*

Hemos visto que bajo el aspecto regular de la forma preséntanse leyes que la determinan, constituyendo por consiguiente la série de cuerpos que pueden estudiarse dentro de un circulo perfectamente caracterizado para el reconocimiento de las especies. Si bien el estudio de los irregulares no presentan la importancia que la anterior, las estructuras accidentales todavia no alcanzan la que en estos últimos se considera, y á pesar de esto no podemos menos de manifestar que la hay, no de otro modo podremos darnos cuenta del modo como se hallan en el suelo ó diversos pisos de formacion, caracterizando en muchos casos la especie de fenómenos que han tenido lugar geológicamente considerados; causas poderosas; determinaron esas alteraciones de los cuerpos que se pueden hoy siquiera comparar con algunas delas que se realizan en nuestros gabinetes. Muchas llevan la marca de los motivos que las han producido y aún mirándolos con la detencion debida podemos remontarnos á su origen y modo de formacion, añadiendo asi un detalle mas á su historia geológica; por eso hemos dicho que se les puede com-

parar á los que se producen en nuestros laboratorios, siendo el hombre un poderoso auxiliar, á lo menos, para reunir las sustancias, que despues la naturaleza en su modo de obrar químicamente las determina.

51. *Formas Pseudo-cristalinas.*

Esto es lo que vemos á lo menos en apariencia, disposicion prismática ó piramidal, que en tiempos pasados tomáronse por cristales, y cuya equívoca apariencia se debe á circunstancias diversas y mecánicas.

Puédense citar las *filamentosas* ó *capilares*, á imitacion de lo observado en los cristales hilados, tales fenómenos tienen lugar en la *Obsidiana* y otras sustancias volcánicas por accion ignea, como en la Plata nativa. En segundo lugar las llamadas *prismáticas* ó *piramidales*, por retraccion y compresion antes sensible regular que tubo lugar con los productos volcánicos fundidos, cuya homogeneidad y lento enfriamiento les determinó, como el desecamiento de las *arcillas* y *margas*, así como de otras sustancias térreas en estado pastoso característico: determinanse en ellas hendeduras de alguna consideracion por desecacion ó enfriamiento, dividiéndose en fragmentos poliédricos mas ó menos regulares; un ejemplo; en los *Basaltos* cuyas sustancias igneas dividense en planos longitudinales en grandes columnatas de un aspecto singular, como se observa en diversos puntos. En España, en el morron de los genoveses, y cerca del cabo de Palos, tambien en Olot, y Castellfollit en Cataluña; le he visto mas ó menos globular en la Peña y el Valle Triste, distrito de Jaca; un ejemplo notable, la calzada de los Gigantes en Irlanda, y la cueva de Fingal en la Isla de Stára, cuyo aspecto sorprende al viajero que lo observa por primera vez. Estos *basaltos* preséntansen otras veces, en forma esferoidal en capas concéntricas, que se destruyen con el tiempo, y en su colocacion, se observa á veces una esfera sobre otra con aspecto columnar y mejor sueltas ó aisladas. El aspecto que por disecacion y re-

traccion nos presenta el ludus Helmontii, no es propiamente hablando mas que superficial poliédrico, cuyas hendeduras determinan, pero que no siendo formas aisladas, que podamos presentar con separacion unas de otras, sino en un mismo individuo que consideraremos como plano, donde el fenómeno se ha realizado, pudiendo separarse estas masas para construir adornos de mas ó menos importancia, compuestas de sustancias arcillosas que en su masa dejaron penetrar materias colorantes, que son las que colocan á las mismas en disposicion de estas aplicaciones.

52. *Alteracion en los cristales simples.*

Al considerar con atencion algunas de estas formas, no solo manifiestan con claridad la que les corresponde, sino la de que proceden, tal sucede en las de aspecto *esferoidal*, que por obliteracion de sus ángulos sólidos, su origen corresponde al que, como ejemplo mas notable nos presenta el Diamante *esferoidal* de cuarenta y ocho caras. Las formas *lenticulares* como las *elípticas* de algunas sustancias, que derivan de *Romboedros* muy rebajados llamados obtusos; en los que la obliteracion en mayor ó menor escala de los referidos romboedros obtusos produjo los formas dichas, como en la *caliza lenticular*: de los *escalenoedros* agudos y excesiva obliteracion de los ángulos sólidos laterales, determinase el aspecto *acicular* de *dardo* ó *aguja* que varias sustancias nos presentan.

Tabulares lo son por rebajamiento en las formas abiertas ó infinitas; las que proceden de prismas alargados con diámetro sensible, llámense bacilares; así como *cilindroideas* aquellas que derivan de la obliteracion de las aristas laterales de toda clase de prismas.

53. *Grupos de cristales irregulares.*

En general se citan en esta seccion los cristales imitativos cu-

vos términos de comparacion son los que nos manifestaron el aspecto particular; así diremos, *grupo coraloideo* cuyo aspecto en las ramas cilindroideas determinadas en la acumulacion de las fibras se ramifican entre si como el coral: *Grupo cilindroideo*, por sus ramas cilindricas formadas por la reunion de las fibras longitudinalmente: *Grupo esfèroidal* por agregacion de cristales de fibras ó agujas cristalinas, que irradian de un centro á la circunferencia.

Dendríticas. Determinadas por agrupacion de ciertas ramificaciones cristalinas: unas libres, otras adosadas á otra especie mineral. Estas agrupaciones son reconocidas á la simple vista, ó bien con un lente como se vé en los diminutos octaedros del *oro* y *plata*, así como del *cobre* nativo. La observada en los cristales no es mas que superficial, que acontece en el invierno en la condensacion de los vapores por el frio ó descenso de temperatura.

Por concrecion. Toda sustancia disuelta en un líquido, siempre que sea en exceso, al correr este por los diversos puntos de las cañerías etc., fija la sustancia mineral sólida formando por capas sucesivas engrosamientos diversos que reciben el nombre de concrecion (concreciones calizas.)

Por infiltracion. La disposicion *estalactítica* no de otro modo se puede esplicar, sino que estas aguas con exceso de carbonato de cal penetran en los diversos terrenos, los cuales pueden y presentan grietas sumamente pequeñas, que dejan pasar esta agua que va fijando de un modo muy lento y por películas delgadas la disposicion en capas ya radiadas que presentan estas formas, lo mas vistoso de los puntos de formacion, no solo de sustancias calizas sino de *hierro*, *yeso*, *malaquita*, y en el *azufre* como en la *sal*, obsérvanse echos análogos muy curiosos. Muchas aguas apesar de su transparencia y limpidéz presentan esta propiedad, por lo cual es necesario cuidar mucho de purificar las aguas y mejor destilarlas para obtenerlas en su mayor estado de pureza.

Si queremos saber como una *estalactita* se practica, diremos: La gota de agua atraviesa la hendedura, llega al exterior pen-

diente y en forma semi esferoidal, la mitad casi cae al suelo, la otra mitad queda pendiente para en parte evaporarse, á la vez que la parte sólida determina un depósio en forma irradiante pero hueca, formando por consiguiente en su principio, y muchas veces hasta su fin un verdadero conducto como el tubo de una pluma; poco á poco crece en solidéz su superficie por ser mayor la fijacion de la sustancia mineral disuelta en el agua debido á que es mayor el trayecto que recorre cada vez, llega un momento en que por efecto de la prolongacion experimentada de la estalactita de un lado pendiente del techo de la gruta, y por otra parte el incremento de los dos tercios de la primera gota de agua, mas la que en lo sucesivo cae despues de fijar cada una como en la anterior su parte sólida en el suelo, término de su caida, llega el caso de juntarse ambas prolongaciones formando vistosas columnatas como sucede en varias grutas de *estalactitas* y *concreciones paniformes* que demuestran lo descrito: añadiendo á estas las que en las paredes se determinan con aspecto de ropones ó vestiduras, de cuyos yacimientos se obtienen los *alabastros* calizos, que en construccion ofrecen bellissimo aspecto, muy principalmente en la formacion de estátuas, y mesas, de cuyas riquezas España puede presentar un testimonio evidente que acredita la variedad de semejantes producciones en diversos puntos de la Península.

Por movimiento circular mas ó menos rotatorio, son las citadas anteriormente al moverse uno ó mas granos de arena, los cuales rodando de un modo mas ó menos regular en las corrientes de aguas cargadas de carbonato de cal, determinan la fijacion de capas concéntricas al rededor del que llamaremos núcleo, siendo estas en mayor ó menor número, y por consiguiente, adquiriendo mas ó menos grosor, y recibiendo unas el nombre de *Oolitas* las mas delgadas y *pisolitas* las mas gruesas, en que se distinguen de las anteriores mas ó menos compactas y aun terrosas al interior, forman á veces terrenos inmensos y masas de gran estension, caracterizando los terrenos *Geológicos Oolíticos* y *Pisolíticos*, siendo opinable su formacion por corresponder á periodos de remotísima formacion; creyendo algunos geólogos

que esta materia que se hallaba en estado pastoso dió lugar despues á su formacion globular. Aunque tambien se emite la idea de que las olas han tomado parte en obra de tal naturaleza; por último, se puede creer como mas verosimil, el procedimiento antes indicado, y hasta parece el mas sencillo y claro.

Nódulos ó Riñones son las concreciones mas ó menos arredondeadas de un modo irregular parecidos á una habichuela, formados de capas concéntricas, asi como almecados á veces en el interior, llamándose en este caso *Geodas*; la que á su vez están tapizadas de cristales, como las *ágatas* arriñonadas ó tambien contienen núcleos de materia amorfa movible, dando lugar á las llamadas *pedras de águila* parecidas á los huevos de algunos pájaros de gran talla. Curiosas formaciones, que respecto á los riñones se atribuyen: es contemporánea á la del terreno donde se encuentra, otras posteriores al terreno donde se hallan.

El aspecto *botroideo* de algunas areniscas de Fontainebleau, es producido por aglutinacion de los granos arenosos ayudados de un cemento calizo, llevado por las aguas. Los riñones distribuidos despues de reunida la sustancia componente, que no pudo menos de estar bastante reblandecida para verificarlo. Los *Nódulos* de sílex pirómaco proceden de la sílice gelatinosa depositada en las rocas donde se verificó como una especie de exudacion concrecionada en forma de riñones; una cosa parecida ha debido acontecer en los de arcilla ocrosa (hierro hidratado arcilloso,) diseminadas en las arenas ó margas de los terrenos de sedimento mas ó menos ahuecados, cuya cavidad contiene las sustancias ocrosas de que antes hemos dado cuenta.

Las geodas ó riñones huecos, de naturaleza ferruginosa con núcleo movible dicho antes, se notaba al moverle junto al oido en la piedra de águila.)

Y por último, los posteriores en su formacion al terreno donde se hallan, son los de ágata, diseminados en las rocas de origen igneo, tales como los *Pórpidos*, *Trapps* y los *basaltos*, rocas que contienen cavidades en las que acarreada la sílice por infiltra-

cion ó exudacion de la misma roca, se ha depositado por capas sucesivas del exterior al interior, crecimiento inverso en los seres anorgánicos.

Almendras. Son estos mismos nódulos cuando tienen menor volúmen. En las *ágatas* arrañonadas las capas concéntricas son visibles en la superficie de una seccion dada por los colores que se observan diferentes casi en todas las capas, siendo muy visible y característico en las *Onix* viéndose además en la seccion una señal evidente mezclada de visos correspondientes á todos los colores de las zonas observadas, que sin duda deberá ser el punto por donde la masa penetró al determinar su filtracion: Estos son los que constituyen las geodas con sus particillas interiores mas ó menos concrecionadas, y aun cristales que las revisten interiormente, que son de *caliza* ó de algunos silicatos implantados en los de cuarzo nialino: Si nos guiásemos por la facie exterior de la Geoda poco nos llamaría la atencion su aspecto térreo y casi deleznable; pero al dividirla sorprende su estado brillante en el interior, cuyas piedras de ornato público demuestran perfectamente su importancia. Las *zonas* diversas por las mutaciones de colores que el microscópio nos revela en muchas de ellas que llegan á mas de *ciento*, escesivamente delgadas, nos acusan las *ágatas zonales* que despues de cortadas y pulimentadas manifiestan una série de bandas casi rectas y paralelas con sus bordes seccionados con la mayor limpieza, proporcionando á la joyeria las *ágatas cristadas*: y cuando son curvilíneas ó concéntricas las *ágatas onices*.

Denominándose de *Fortificacion*; cuando en las *zonas* se presenta un estado verdaderamente poligonal. Para no confundirlos con los riñones podremos citar los llamados *Guijos* ó,

Cantos rodados encontrados en los rios ó álveos torrenciales, que por el rápido movimiento de las aguas y frotamiento sucesivo de otros cuerpos resultan alteradas sus aristas, lo mismo que sus ángulos, en caso de ser cristales, determinándose algunas veces tambien su colocacion en las orillas ó márgenes de la desembocadura de los grandes rios, en lo mas profundo de sus arenas á veces; depósitos que dan lugar á dudas y contro-

versias, pues tambien los hallamos en el fondo de los valles y en casi todas las partes bajas continentales.

¿Se puede citar en este caso alguna ley natural que los determine?

Mirese la descomposicion normal de las rocas, el acarreo de estos restos por los torrentes, su fijacion por densidades en los diversos puntos bajos, donde estos depósitos tienen lugar en la actualidad, y algo ciertamente podrá deducirse de la forma y aspecto de estos depósitos, su naturaleza y situacion, y si vemos que se depositan ó fijan en las partes adyacentes ó en las profundas y sinuosas costas donde el movimiento llamado *mar de fondo* obrando mecánicamente por la accion motora, y químicamente por las diversas sustancias que en los mares se contienen, determinan el estado de arenillas ó gravas que abundan de un modo extraordinario en los referidos puntos. Por fin tenemos el *Grès Pudingiforme* que consiste en la reunion de la gravilla ó arenas concemento de distinta naturaleza, resultando una masa cuya solidéz es bastante característica.

54. *Estructura Pseudomòrfica.*

Siempre que en cualquier mineral se observan formas diversas á las que por su tipo cristalino le corresponden, se dice que son prestadas á otra especie, sin jamás pertenecer á su composicion, lo cual constituye la *Pseudomòrfosis* ó sea formas prestadas de Haüy, lo cual se determina de diversas maneras.

Así que tenemos; la *Esteatita* que toma la forma del *Cuarzo*; el *Cuarzo* la de la *Caliza*, esta, la del *Yeso*; dándole además á este género de cambios el nombre de *Epigènesis* que puede ser de modos diversos.

1.º *Pseudomòrfosis por Infiltracion*, en las materias movilizadas.

Es evidente que á este fin, se necesita que esté disuelta en un líquido, para que así pueda haber penetracion en el interior de otra masa, tal sucede en las arenas de Fontanebleau, las cua-

les son penetradas de aguas cargadas de un exceso de carbonato de cal, el cual al determinar la union más ó menos íntima con dichas arenas, hace que estas tomen su forma que es la del *Romboedro* propio del carbonato de cal, el llamado inverso de Haüy (agudo), que este autor coloca en los cristales de Caliza Cuarcifera, y que deben colocarse como variedad de mezcla grosera en la especie de carbonato de cal. Pero podemos fijarles en las variedades de cuarzo, constituyendo una variedad pseudomórfica, forma prestada á la que es propia de la caliza.

55. *Por incrustacion ò moldeado.*

A veces las aguas cargadas de materias en disolucion depositan sustancias sobre las plantas, animales y piedras, habidas en su tránsito, cubriéndolas de una capa sólida más ó menos espesa, la cual conserva groseramente su forma, teniendo lugar á menudo en las aguas que brotan de los terrenos montañosos cargadas de Carbonato de Cal, varios manantiales, en Italia sobre todo, algunos en Francia, y en España renombrados por sus efectos, en cuyos puntos, los campesinos cuidan de colocar nidos de pajaros, cestitos, imágenes, fruteros, etc., los que se cubren con la mayor prontitud y venden á los curiosos con el nombre impropio de *petrificaciones*; el aprovechamiento es mayor cuando se arregla un salto de agua que á imitacion de lo que sucede en una baja temperatura, al saltar el agua sobre los objetos y vegetales, se conjela en formas variadas, así sucede con esta sustancia anorgánica que al caer las aguas saturadas del carbonato, se fijan sobre los cuerpos inmediatos; presentándonos preciosos bajos relieves, como acontece en *S. Felipe* de Toscana, donde las aguas depositan una caliza blanca y pura; así como en *S. Nectario* y *S. Hilario* cerca de Clermont-Ferran, Tiboli en las cercanias de Roma, donde se construyen mágnificos medallones que se venden á los viajeros. Es tan notable el hecho que se determina en un arroyo de Clermont, que despues de incrustado el álveo y sus bordes, se ha formado sobre gran par-

te del mismo una especie de *punte* ó *acueducto* por medio del cual se ha podido franquear el paso de otras corrientes que corren sobre el mismo.

Por *Moldeado*. Depósitos puramente mecánicos de materias pastosas, que se moldean en el interior de las conchas y otros cuerpos orgánicos huecos, ó en las cavidades de las rocas por efecto de la destruccion de un cristal. En muchos casos las materias que presentan los cuerpos brutos son resultado de un molde en estas cavidades (que llamaremos pre-existentes). Son producidas por la destruccion de los cristalitos mencionados á cuya forma se parecen; llenos de materias estrañas que ofrecen la configuracion regular de los mismos, encontrando algunas celdillas casi redondeadas llenas más ó menos de materia, con aspecto de riñones ó almendras, como tambien algunas cavidades de los cuerpos organizados, enterrados en el fondo de las tierras como las *Conchas* herizos.

Las huellas de antiguos cuerpos orgánicos son bastante comunes en algunos puntos como cerca de Paris; y su estudio es de la mayor importancia bajo el pntto de vista geológico (1).

56. *Epigénecis*.

De un modo independiente al de cosiderar los fenómenos anteriores, tenemos necesidad de ocuparnos del estudio de estas formas que resultan de la sustitucion de una sustancia por otra, por efecto de una operacion quimica á la que en particular llamaremos *Epigénecis*, es decir, cambio de naturaleza de la masa de un cristal que en él se opera lenta y gradualmente, sin que haya habido disolucion ni fusion, y por consiguiente conservando la forma.

El uso ordinario de ciertas sustancias y de las que podemos producir en nuestro laboratorio, nos enseñan lo que la natura-

(1) Cuando esté moldeado por sedimento mecánico, tiene lugar en la cavidad libre por destruccion de un cristal, resulta una copia exacta de la forma de este cristal (ó Pseudomórfosis por relleno.)

leza práctica, si bien se nos oculta el principio real. Esta alteración metamórfica de un cristal, tiene lugar tal vez por el calor, ó por las corrientes eléctricas ó resultado de una acción química que se efectúa entre el cuerpo y el medio que le rodea y también por gases ó líquidos.

Así vemos;

«Un objeto de Plata ocultado largo tiempo en una letrina, se «ha convertido en *sulfuro de Plata*, sin que haya perdido su forma y aún sin ocultarlo dentro de la letrina como no tengamos «cuidado de envolverle en paños impregnados de una disolución «de *Cloruro de Calcio*, que impide la acción del gas, que es «causa del fenómeno (gas sulfídrico). También, un cristal de «*carbonato de plomo* espuesto un tiempo suficiente en una atmósfera de hidrógeno sulfurado, se halla convertido en *sulfuro de plomo* conservando su primitiva forma.

Algo parecido debe suceder en la naturaleza, como que algunos cristales de *carbonato*, *sulfato* y *fosfato de plomo*, se convierten en carbonato verde, y también algunos de *carbonato* y *sulfato de cal*, en *silice*: formas que por lo demás jamás las obtendrían ni les corresponden.

Cuando como se acaba de ver el cuerpo que ha experimentado esta alteración, es un mineral, el resultado es una *Epigènesis mineral*; si el cuerpo es una sustancia orgánica como un tallo vegetal reemplazado por la *Silice*, es una *Epigènesis orgánica*, como en la palmera, aunque este hecho se califica de *Petrificación*. Las verdaderas petrificaciones se determinan por su analogía con las partes más duras de la concha (los nates) y Madréporas de naturaleza caliza, observando entonces no solo la forma del cuerpo sino su tejido interior hasta sus partes más delicadas; de modo, que las maderas han conservado su estructura leñosa y no tocando el objeto podrían tomarse como tales maderas en su estado natural: hé aquí la diferencia que existe con las materias incrustadas ó moldeadas á las que de un modo impropio se las considera como tales.

57. *Epigènesis mineral.*

Haüy fué el primero que fijó en su principio esta palabra para designar este género de Pseudmórfosis, producido por una trasmutacion de sustancia, no teniendo por consiguiente relacion con la que corresponde al mineral en cuestion: muchos mineralogistas han estudiado el fenómeno, conociéndose hoy mas de *cién* especies cuya forma ha sido tomada por la de otros individuos que les han reemplazado, lo que constituye en estas sustancias la *Epigènesis*. El número de minerales que sustituyen es menos numeroso, por cuanto el mismo mineral es susceptible de tomar formas diversas. Son varias las *Epigènesis* como veremos.

En primer término, la que se determina sin cambio de composicion, como la observada en los cristales de *aragonito*, en cristales de *Caliza espática*; en segundo lugar por *adicion de principios*, como el *Yeso hidratado* procedente del *Anhidro*. Si es por *cambio de principios* como el *sulfato de Barita* procedente de la *Witerita* ó *Carbonato de Barita*; el *Kaolin* del *Feldespato*; y la que se observa por cambio total de composicion; asi el *Yeso* bajo la forma de la *Sal marina* y el *Cuarzo* la de la *Fluorina*.

Tambien se han clasificado las *Epigènesis* de *Anògenas* unas y *Katògenas* otras; Las *Anògenas* se producen por una oxidacion debida á los agentes exteriores, determinase en la superficie del Globo; *Oxidanse los metales, hidrátanse los óxidos*, lo cual es bastante comun.

Katògenas. Las que tienen lugar en lo profundo de la corteza terrestre por los agentes internos como el *calor central*, *emanaciones gaseosas* ó *liquidas*, determinase con más ó menos probabilidad por reduccion que experimentan muchas especies minerales de composicion bastante compleja.

58. *Fractura.*

La estructura en sus diversas maneras de presentarse se ha

confundido bajo la denominacion de Fractura, puesto que en verdad, por ella se manifiestan. Pudimos haber tratado antes esta propiedad que las anteriores, en atencion á su primitivo curso para determinar las demás, porque se ha dicho. tal cuerpo tiene *Fractura laminar, granuda, fibrosa etc.*, en lugar de *estructura*, pero como quiera que la *estructura* compacta nos presenta diversos aspectos por la *Fractura*, indicaremos lo que á ellas corresponda. Cuando se rompe ó fracciona un mineral, obsérvase en la superficie de *Fractura*, aspectos de forma, diferentes, segun la forma á que corresponda. Los minerales más fácilmente esfoliables son los que presentan la *Fractura* más difícil; y más, si las esfoliaciones son en diversos sentidos.

La *Fractura* se llamará *Conchoidea, lisa, desigual, escamosa, térrea, en astilla, vitrea, etc.*, y desigual es simplemente cuando no se observa en ellas forma alguna determinada.

Conchoidea. Parecida á ciertas conchas bivalvas como en el cuarzo.

Escamosa. Cuya separacion de partes, es pequeña, parecidas á escamas de más ó menos tamaño, como en las *ágatas*; como *Sacaroidea* en el mármol de *Carrara* y *Escamoso-sacaroidea* en el mármol *Chipolino* ó *Pentélico*.

Conoidea. Que no debemos olvidar la que se determina con cierta uniformidad formándose un *Cono de Fractura*; cuando se golpea con una bola sobre una materia compacta y homogénea, este choque determina en el interior una disposicion coniforme más ó menos obtusa, que se vé sobre una bola de ágata traslucida, que se deje caer sobre un cuerpo duro; si el golpe es fuerte, despréndense algunos fragmentos que presentan en hueco ú hondo las impresiones del mamelon conoide colocado al descubierto, Señales cuya analogia con la del interior de una concha bivalva, es visible; sucede á veces que se desprenden *Astillas* en mayor ó menor número, dándoles la denominacion de *Astillosa*, cuya circunstancia facilita algunas distinciones.

La *Fractura Lisa* y *maciza* vista en las mejores piedras litográficas de Papehin en Baviera y aún en las de nuestra cordillera cantábrica.

El conocimiento de este carácter en un mineral, no solo es útil en Mineralogía; tenemos industrias que están fundadas en esta propiedad como sucede en la talla de las piedras de fusil, el uso de las piedras de molino, cuya disposicion más ó menos característica determina las condiciones de estas piedras duras.

SECCION 2.^a

§ 1.^o

Caracteres físicos propiamente dichos.

1.^o Los Caracteres Físicos de que nos vamos á ocupar son aquellos debidos á cualquier accion física por la que nunca se altera la naturaleza del mineral, no se pueden demostrar sino es con ayuda de algun instrumento determinándose por medio de un experimento; para esto no tenemos más que observar con el estudio sucesivo la verdad que esponemos; tambien observaremos la influencia que la cristalización ejerce en un cuerpo respecto de estos caracteres.

Si en primer término nos ocupamos de aquellos que creemos de mayor importancia, resulta ser los que determinan la *densidad* de todo cuerpo, lo que si pudiera practicarse en cada capa de esfoliación ó en cada molécula, seria de la mayor importancia, y á este fin se dice que para su más perfecta determinacion se reducirá el mineral á polvo, siempre que sea posible.

2. *Densidad.*

Es la *representacion genérica de la unidad de peso determinado en la unidad de volumen* lo cual se llama *peso de un cuerpo*; se

observa que los minerales de diferente naturaleza presentan diferencias apreciables respecto de su peso, al pesarlos comparativamente bajo el mismo volumen. Las relaciones que estos diferentes cuerpos tienen con el de otro que se toma como punto de comparacion (que es el agua destilada) son las que nos determinan la *densidad ó peso específico*. Nótese que el peso específico de todo cuerpo varia siempre con sus estructuras, puesto que en ellas se determinan algunos vacíos ú oquedades accidentales ó naturales mas ó menos numerosas; de que deducimos que los cuerpos cuyas moléculas están mas ó menos íntimamente unidas (lo cual sucede en general en los pequeños cristales), nos dan el peso específico de un modo mas completo; pero en los gruesos que están formados por algunas agrupaciones, se determinan igualmente los vacíos; por eso hemos dicho en los principios generales, que se determina mejor reducido á polvo el mineral, además de hacerle embeber cierta cantidad de agua bien caliente con objeto, de que se pueda hacer desprender algunas burbujas de aire ó gas, que llevan las moléculas interpuestas; determinase con perfeccion en este caso el verdadero *PE* que obtenemos por varios procedimientos.

1.º Es tan notoria la diferencia que existe entre algunos cuerpos, que no hay ninguna dificultad en determinarle á tanteo; deduciendo esta diferencia entre varios que se consideran como sucede, con la *barita y sílice; sílice y caliza; caliza y yeso; cristal de roca y cristal comun ó vidrio*; teniéndole el primero respectivamente mayor que el segundo; si buscamos la razon podremos encontrarla en su disposicion molecular. (de otro modo.

2.º «Pesamos un cuerpo dado, luego un volumen igual de agua, despues buscar el cociente de cuántas veces el primero contiene al segundo, (que se toma por punto de comparacion)

Ahora, el peso del agua bajo volúmen igual del cuerpo le obtenemos pesando el cuerpo sumergido en el agua, lo que se hace suspendiéndole con un hilo al ganchito que tiene en su dorso el peso de balanza. Y en virtud del principio de Arquimedes, el cuerpo pierde una cantidad de peso del que tenia en el aire, la diferencia de estos dos pesos *medirá* precisamente el peso del volu-

men de agua que se busca; en cuyo medio se funda la construcción de las tablas que nos determinan el *PE* de los cuerpos.

3.º Por medio del *frasco*, el que puede examinarse en los tratados de Física, como con la balanza empleando el método de las *dobles pesadas* y también con el Areometro de Nikolson, de cuyos aparatos sabemos su construcción y modo de obrar.

Este carácter es de la mayor importancia, puesto que se puede determinar con precisión y es verdaderamente específico, aunque solo nos den la verdad absoluta las variedades más puras; en cuyo caso no se vé alteración de ningún género á menos que no haya una regularidad perfecta en la colocación de las moléculas: de aquí que Beudant aconseje reducir á polvo todo mineral para ser observado. Comprendemos á todos los minerales entre 0 y 24. Las especies metálicas, su densidad mayor de 5 las especies pétreas y varias sales metálicas, menor de 5; estando más *generalmente* entre 2 y 5 el de estas.

Otro medio empleado en los gruesos ejemplares, «tómese una campana de cristal con un tubo lateral curvo y ascendente situado sobre un trespie (figura 66) En la base lateral lleva adaptado un tubo encorvado, y en una abertura inferior (centro de la base,) se fija un tubo con una llave *b* en vidrio bien macticado y ajustado, y bien afilado inferiormente; llénese el vaso de agua hasta su mitad determinando el nivel en un punto dado *h* después de haber llenado la canilla inferior para lo cual se abre un poquito la llave. Para determinar la densidad del mineral, se le pesa con la balanza ordinaria; después se le sumerge en el líquido del vaso por medio de un hilo muy delgado; como quiera, el nivel sube en el vaso haciendo correr el agua en una proveta graduada en centímetros cúbicos hasta restablecer el nivel primitivo. El volumen hallado en la proveta graduada, nos dará el peso del agua desalojada y nos permite calcular la *densidad*. Método que Pisani nos recomienda en especial para *Rocas*, el *oro*, *platino* etc. Donde se puede calcular con aproximación su contenido en los casos que haya una sola materia que le sirva de ganga en la que desde luego se conozca la densidad.

3. *Dureza.*

Es la resistencia que oponen los minerales á ser rayados ó pulverizados por otros.

La *dureza* es muy variable en la mayor parte de los minerales, conócese la estrema del *diamante* como la poquisima que caracteriza el *yeso*, rayado con la uña.

Se dice que un cuerpo es *duro* tanto porque resiste á la accion del choque como por oposicion á su blandura ó flexibilidad. Segun la definicion, se demuestra que el *Diamante* es el mas duro de ellos por rayarlos á todos, y el *Talco*, el menos duro por no poder rayar á ninguno: veamos si respecto del choque existe la misma diferencia, lo cual no es asi; porque si se coloca el *Diamante* en una gruesa plancha de acero templado, y se le dá un golpe con el martillo, se le hace astillas, no así el *Talco*, por lo mismo se dice, ser *frágil* el *Diamante* y *tenaz* el *Talco*.

Entre los minerales se observa que los amorfos son mas *duros* que los cristalizados, así como uno que se enfria con lentitud, lo es mas que el enfriado con rapidez: y como la *dureza* tiene una relacion íntima con la forma, de aquí el considerar su disposicion molecular, la cual no es igual en todas direcciones en un mismo cristal: las variedades cristalinas perfectas de un cuerpo no se pueden comparar á las que se forman por agregacion confusa, observadas en las *Maclas* cuya *dureza* es *mayor* y se demuestra en razon de que el polvo de las del *diamante* sirve para dar el crucero á este mineral, y en los cuerpos dimorfos se observa una diferencia notable como la del *Aragonito* respecto de la caliza romboédrica.

Para precisar la *Dureza* ideó el distinguido aleman M. Federico Mohs una escala compuesta de determinado número de cuerpos: pero no se crea que es absoluta la *dureza* representada por estos números, puesto que al hablar de las hiladas de que se forman los minerales digimos que su disposicion era bastante variable y daba lugar á diferencias notables, no muy marcadas pero que pueden notarse.

1.° Es distinta en las diferentes caras de un cristal como en la Disthena y el Yeso.

2.° Sobre una misma cara, si bien en direcciones distintas en el *Espato fluor* es mayor en sentido paralelo á las diagonales que el de las aristas.

3.° Sobre la misma cara y línea, pero en sentido inverso señalado por Huygens en el *Espato de Islandia* despues de varios experimentos; así es *mayor* rayando desde el vértice del ángulo hacia abajo, y *menor* ascendiendo, dispuestas las meléculas semi esferoidales, un tanto aplastadas imbricadas de arriba abajo. Este modo de ver las cosas, ha sido modificado por varios autores, entre los que el Dr. Fran-Ken-heim, probó rayar los minerales con una aguja puesta en la mano, apreciando por la sensibilidad, el grado de presion ó velocidad necesaria para producir el efecto deseado.

De todo lo cual resulta; 1.° que la *dureza* es menor en las caras de esfoliacion más limpia, é inferior á la absoluta del cristal. 2.° Sobre una cara cualquiera no esfoliable, la *dureza* es menor en direccion perpendicular á la línea de interseccion de la cara con la de las esfoliaciones oblicuas, que es la más fácil: es la mayor en direccion paralela á dicha interseccion.

4.° Sobre una línea perpendicular á la arista de interseccion de un plano de esfoliacion con la cara examinada, la dureza es más débil, *menor* si se raya en direccion del ángulo obtuso formado por los dos planos; y *mayor* si se raya en el sentido del ángulo agudo. Pero si la cara está cortada por muchas esfoliaciones, la direccion de la mayor, se aproxima siempre de la de las esfoliaciones la más limpia.

Escala del Sr Federico Mohr.

1.° Talco.—2.° Yeso.—3.° Caliza.—4.° Fluorina.—5.° Fosforita.—6.° Feldespato.—7.° Cuarzo.—8.° Topacio.—9.° Corundo.—10.° Diamante.

Resultados obtenidos en las sustancias más comunes respecto á lo sentado anteriormente.

En la *Sal gema*, la *dureza mayor* sobre las caras del cubo en direccion paralela á las aristas: es *menor* en direccion de las diagonales; lo opuesto sucede en la *Fluorina*.

En la *Blenda* sobre las caras del dodecaedro romboidal es *mayor* en direccion de la gran diagonal de rombo: *menor* en direccion de la diagonal menor.

En el *Cuarzo* sobre las caras prismáticas, mayor siguiendo una direccion horizontal; menor siendo vertical; y esta es mayor ó menor segun se raya de arriba abajo ó vice versa.

Ahora, despues de haber fijado una escala para determinar la dureza de los cuerpos, suponiendo la *Esmeralda* comparada con los de la escala, se vé que raya á todos menos al 8.^o por quien es rayada, y como hay necesidad de representarla por un entero el 7. más un quebrado, que será una fraccion de entero igual á 5 luego será dureza=á 7. 5. esta es la norma que se ha de seguir, pero cuando observamos que si el Corindon=9 intenta rayar un cristal, probará por todas las caras y partes del mismo, para de este modo poderlo determinar. Otro de los medios es el *Choque del eslabon*, dándole por consiguiente como caracter la propiedad de hacer saltar chispas con el eslabon; es un efecto compuesto de la *Dureza* y la tenacidad. Así que, depende de la *dureza* porque es necesario que la sustancia pueda ceder al acero, cuya partícula lanzada con rapidéz al aire, se inflame y produzca la chispa: de la *tenacidad* puesto que es necesario, que la piedra resista lo bastante al choque. Así es que el diamante no produce ninguna chispa porque es más duro que los otros cuerpos (pero más fragil).

4. Tenacidad.

Simplemente es la resistencia al choque, presentada por un mineral al romperle ó intentarlo, pero bien mirado esto no es verdad, porque á lo mas lo que sucederá será que las moléculas se disgregarán: ¿pero rompersé? esta disgregacion puede traducirse en el sentido de que la tenacidad da la resistencia bastante segun los casos de sostener la cohesion molecular y por con-

siguiente oponerse á separar estas moléculas, luego es la propiedad que mas se opone á la desagregacion molecular, la cual depende ó corresponde á la fragilidad, carácter opuesto. Pero *friables* serán los cuerpos, cuando por el mas ligero choque se deleznan, ó por la mas ligera presion se desgranan (la creta.)

Flexibilidad propiedad, que tienen ciertos minerales de encorvar ó doblarse sin romperse, pudiendo ser á su vez *Elasticos* si una vez encorvados recobran su posicion primitiva como sucede con la Mica. *Flexible* he visto una lánina de caliza casi sacaroidea en una de las puertas del interior de la Alhambra de Granada, estas dos propiedades residen en alto grado en algunos minerales como en la Itacolumita del Brasil, en el mármol sacaroideo que algunas veces le hace doblar su propio peso. ¿y qué será el movimiento oscilatorio que produce el suelo las *pedras* y las rocas, y aun las *cordilleras* y *corrientes de hielo* en su parte mas consistente, sino efecto del movimiento de un *corruaje*, de una *galera* con cargamento, de un *tren* ó *ferro-carril* ó de un *terremoto* que determina ese estado oscilatorio ó de vaiven, siendo en unos casos poco sensibles sus efectos, y en otros determinando fenómenos, los mas grandes y sublimes de la Creacion?

5. *Ductilidad.*

Carácter que nos manifiesta la facilidad con que un cuerpo puede y de hecho se estiende en hilos por la hilera ó el choque del martillo, conservando á su vez las impresiones recibidas; lo cual muy particularmente á los metales corresponde. Cuando pasan por la hilera se llaman *ductiles*; *maleables*, cuando se estienden en láninas con el martillo ó laminador. Si esta propiedad corresponde á los metales, no se hallan algunas sustancias pétreas desprovistas de ella cuando las penetra cierta cantidad de agua que las modifica formando parte con el líquido: las arcillas y margas hechas pasta, podemos disponerlas en láninas.

Respecto de la *elasticidad* hemos dicho lo necesasio para de-

terminarla, sin embargo pudiéramos apreciar de un modo mas científico esta propiedad, apelando á los medios del célebre físico Savart, el que se ocupa de la *elasticidad* acústica, buscando los ejes de mayor elasticidad, de pequeña y mediana etc., cuyos detalles espone el Dr. Delafosse en su título primero.

6. *Dilatabilidad por el calor.*

Siempre se observa que se altera la forma de los cristales, antes de lo cual el volúmen varia con la temperatura, que es una consecuencia de la agrupacion molecular; pues si definimos la *dilatabilidad*, diremos consiste, en el aumento de volúmen de un cuerpo por efecto, de una mayor separacion de sus moléculas por el calor. Por esta misma circunstancia los ángulos de los cristales aumentan ó disminuyen en grados en el sentido que el calor determina su cambio, lo cual debemos á los estudios de Mitscherlich que hasta cierto punto demuestra esta verdad: se dijo que para apreciar esto, se necesitaba que las diferencias fuesen de alguna consideracion presentándose pocas veces tan evidentes como su teoría lo sienta, sin embargo de que existen. Dice al caso, que en el sistema cúbico siendo los ejes iguales la dilatacion debe necesariamente ser igual, por consiguiente esta igualdad hace que los cristales no se alteren en su forma. No así en los sistemas restantes donde nos hallamos con ejes distintos, y direccion de dilataciones desigual por lo mismo. Existiendo entre las filas de moléculas que se cruzan en todo cristal, algunas que en nada alteran esta direccion; permaneciendo invariable su posicion durante las alternativas porque pasa la temperatura de los cristales, se las dá el nombre de *ejes térmicos*, que son los *ejes cristalográficos*; M. Mitscherlich dice; que, entre los minerales amórfos la *ulla* es uno de los que mas se dilatan; que el cubo experimenta resultados análogos, así como en los demás sistemas que poseen la doble refraccion, sus direcciones en dilatacion varian y esto depende del sistema á que corresponde el mineral. En el *Yeso*, mi

hay contracciones en un sentido mientras hay dilatacion en los otros dos.

7. Conductibilidad.

Es la propiedad que tienen los cuerpos de transmitir á toda su masa con rapidéz mayor ó menor, el calor recibido en uno de sus extremos: facultad diferente por cierto en los diversos minerales, de lo cual resulta que colocados en la mano produzcan impresiones de mayor ó menor consideracion respecto de su temperatura en condiciones normales. Llámanse *buenos conductores* los que la transmiten con facilidad y prontitud como los metales, sin embargo, poco lo son el hierro y platino. Malos conductores los que propagan mal el calor, como los gases que son los peores, los líquidos un poco, entre los *metaloides* el *carbon*, *azufre* y otras piedras le conducen muy mal.

Podemos manifestar con M. Senarmont, que no se propaga de igual manera en todas direcciones; á este fin, se dispone un foco luminoso en un punto de un mineral ejerciendo su accion concéntrica al rededor de él, y manifiesta, la simultánea accion del calor en los demás, con ayuda de un medio físico, que hace sensible inmediatamente la llegada de una misma temperatura á diversas distancias. «En una placa de caras paralelas de algunos milímetros de grosor se hace en el centro un agujero cónico, por el cual se fija sobre un tallo ó varilla metálica aguzada en cono hácia su estremidad; y vuelta en escuadra á algunos centímetros de distancia de su punta. La superficie de la placa es lisa y cubierta de una *capa de cera* ó trementina, caliéntese con la llama de una bujía uno de los extremos de la varilla; á medida que el calor obra y se trasmite sobre la placa, por conducto de la varilla, propagándose al rededor del punto central, la *cera* se funde, y la curva que separa la parte ya fundida de la parte todavía sólida, deja á cada instante el contorno de la propagacion de un calor igual en todas las direcciones á la vez. Esta línea señalada por una borlita visible, se llama *curva isoterma*, que si se propaga igualmente en todos sentidos, es

un círculo, puede ser una elipse, y nos hace conocer la *máxima* y *mínima* de la propagacion.

Ahora diremos, 1.º que en los cristales del sistema cúbico todas las placas nos dan un círculo. 2.º En los cristales del sistema romboédrico y cuadrático donde hay un eje principal, las placas cortadas perpendicularmente al eje, nos dan un círculo; pero las placas paralelas al eje nos dan algunas elipses de revolucion al rededor del mismo eje. En los otros sistemas las placas nos dan algunas elipses, de que acontece que hay tres sentidos de conductibilidad. En los cristales del último sistema, la superficie isoterma es todavía un elipsoide de ejes disiguales, pero que no se indica por la forma exterior.

3. *Dialerancia y capacidad calorífica.*

Consiste en cierta propiedad inherente á muchos cuerpos, que se funda en dar paso á los rayos caloríficos ó de trasmitirla en parte á través de su masa; los dotados de esta propiedad se llaman *diathermanos*; los que de ella carecen *athermanos*. No todos los cuerpos tienen la misma capacidad calorífica, lo cual se define por la cantidad de calor que recibe la unidad de peso para elevar su temperatura un grado, (llámase calor específico).

El calor específico de los cuerpos, se halla determinado en unas tablas debidas á M. Regnault y como puede observarse con dicho autor, que este carácter cambia para una misma sustancia química, con la constitucion física del cuerpo; en el *diamante* es o, 146: en el *grafito* de o, 219: tambien los calores específicos de los compuestos de la misma fórmula atómica, y de constitucion química semejante, como son los *isomorfos*, son entre sí, en razon inversa de los números que representan los pesos atómicos de estos compuestos.

9. *Fusibilidad—Solubilidad.*

No es igual la accion de los agentes exteriores sobre las su-

perficies cristalinas, lo cual sin duda se relaciona con la estructura molecular.

Fusibilidad. Es lo mismo que determinar un cambio de estado de un cuerpo por la accion del soplete ó un cuerpo en ignicion capáz de determinar el fenómeno, si con el soplete dirigimos la llama paralela ó vertical, la operacion resultante variara. Cuando al *Yeso* se le ataca por sus caras planas se calcina sin fundirse; atacado por su corte, fúndese primero, y se calcina despues. Respecto de la solubilidad diremos algo parecido. Ciertos cristales oponen resistencia desigual á la fuerza disolvente de los líquidos que pueden ser, el *agua*, los *ácidos* ó los *alcalis*. Por este medio si mal no recordamos se trata de averiguar en las masas informes de los *meteoritos*, la estructura cristalina interior, cubierta por la capa exterior llamada *frita*, del mismo se han servido varios Naturalistas como M. Widmanstaden respecto de la estructura de los *hierros meteóricos*; llegando al punto de hacer manifiestas estrias paralelas, que se cruzan en diversos sentidos y en concepto de direccion con los planos de esfoliacion del hierro nativo, por cuyo medio ha podido juzgar de la forma cristalina de esta especie. Ha hecho que el *ácido nítrico* diluido obrando como mordiente desgastase su superficie; ó tambien dejando al cuerpo en un sitio humedo hasta que ha formado orin: algunas láminas preparadas de este modo para poderlas estudiar fácilmente se hallan en varios museos de Europa.

§ 2.º

Caractères Ópticos.

Estos caractères dependen de la diversidad de accion que estos cuerpos ejercen sobre la luz, ya sea reflejada en su superficie, ya se trasmita á su masa. Estos caractères son ciertamente numerosos pero entre los de mayor importancia nos ocuparemos.

1.º *Refraccion.*

Al penetrar un rayo de luz en un medio trasparente bajo una incidencia que nunca es normal á la superficie, este rayo se desvia de su direccion, se dice que es *Refractado* de que procede la palabra *Refraccion* con que se designa el fenómeno. En la mayor parte de los minerales que el rayo refractado no siempre es simple sino que bifurcándose nos dá dos imágenes, cuando se mira un objeto á través de una placa bastante gruesa (ó cuando los dos rayos no están muy descarriados á través de las caras inclinadas) (lo cual se llama un prisma.

Refraccion simple. Cuando simple es el rayo lo mismo en un medio que en otro, tambien se llaman monorefringentes, pertenecen todos al sistema cúbico.

Refraccion doble. Cuando divisamos dos imágenes por la accion de uno de los cuerpos; ó sean birrefringentes, pertenecen á los demás sistemas.

Llámanse, *ángulo de incidencia* y *ángulo de refraccion*, los ángulos que el rayo luminoso forma con la normal P Q (figura 67) en el punto de incidencia antes y despues de la refraccion. La observacion hace ver que los senos de estos ángulos están en relacion constante entre dos sustancias determinadas; variando por el contrario cuando á una de las sustancias refringentes se la sustituye con otra que no lo sea, de manera que del aire atmosferico donde nosotros estamos situados, hay constancia de relacion respecto de una sustancia determinada, y variacion por el contrario, para toda otra; la relacion constante para cada sustancia se llama *Índice de refraccion*.

Se demuestra fácilmente la *doble refraccion* con un Romboedro de Espato de Islandia, y el azufre cristalizado, colocándole sobre un papel donde se haya trazado una línea ó punto negro y enseguida nos apercibimos de dos imágenes á causa de su poder birrefringente muy enérgico. Estas señales aparecen tanto mas separadas cuanto mas gruesos son los cristales á través de que se mira: Uno de los rayos se llama *ordinario* el otro *extraordi-*

nario porque solo el primero sigue las leyes ordinarias de la refraccion. Para otras sustancias como el *crystal de roca* la bifurcacion del ház tendrá lugar en las mismas circunstancias, pero mas débilmente, siendo necesarias placas muy gruesas para que nos sea sensible.

Un cristal de *Cuarzo* de cuatro á seis centímetros de grueso no parece poseer la doble refracion, puesto que las dos imágenes no estarán suficientemente separadas para distinguirlas á través de las caras refringentes oblicuas, donde el encuentro mútuo formará una cuña trasparente, ó prisma trasparente ó un prisma en lenguaje de óptica: esta oblicuidad de las caras hace más posible este exámen aún en los cristales más pequeños.

Se sabe que el *índice de refraccion* de una sustancia, es la relación del seno de refraccion; así $\frac{\text{sen. } i.}{\text{sen. } r.} = \text{índice de refraccion}$, Para los cuerpo birefringentes existen muchos.

La observacion de índice de refraccion es de la mayor importancia en el estudio de los cuerpos brutos, en razon de que puede muchas veces conducirnos á distinguir con claridad unos cuerpos de otros en el caso de su pureza y esentos de toda mezcla que pudiese impedir la marcha normal de los rayos, podemos esponer las sustancias que se distinguirán con facilidad:

Sustancias.	Índice de refraccion.
Crocoisa ó plomo rojo	2. 5 á 2. 9
Diamante.....	2. 4 á 2. 7
Azufre	2. 1.
Carbonato de Plomo.....	2. 08.
Zircon.....	1. 9.
Granate.....	1. 815.
Rubí Espinela	1. 812.
Rubí Oriental	1. 77.
Záfiro azul.....	1. 79.
Záfiro blanco	1. 76.
Feldespató.....	1. 74.

Sustancia	Índice de refraccion.
Sal comun	1. 56.
Calcedonia.....	1. 55.
Yeso	1. 52.
Opalo	1. 48.
Borax	1. 47.
Alun.....	1. 45.
Fluorina.....	1. 50.
Aragonito.....	{ Uno de los rayos. 1. 695
	{ El otro..... 1. 52
Caliza Romboédrica.	{ Rayo ordinario .. 1. 65
	{ Extraordinario .. 1. 48
Sulfato de Barita.....	{ Uno de los rayos. 1. 63
	{ El otro..... 1. 62
Topacio amarillo.....	{ Uno de un rayo.. 1. 64
	{ El otro..... 1. 63
Topacio blanco.....	1. 61

Por lo que antecede se observa que la refraccion nunca depende de la naturaleza de las sustancias sino de la disposicion de sus partículas.

Ahora bien; son diversos los medios de que nos valemos para la determinacion del ángulo de refraccion: uno de los más simples consiste en tallar al mineral en prisma, ó tomar un cristal trasparente y de caras lisas, (1) en medir la incidencia de las dos caras y buscar lo que se llama la desviacion mínima del rayo

(1) Los colores accidentales ocasionan diferencias en el índice, aún lo elevan como se ve en el Zafiro.

que atraviesa este cuerpo, ó lo que es lo mismo, el ángulo menor que la imágen refractada puede hacer con la imágen directa. Por medio de estos datos se obtiene la relacion buscada: porque se demuestra que a siendo el ángulo del prisma; b el ángulo de desviacion minima: que la insidencia, mejor que el indice de re-

fraccion está representado por la fórmula
$$\frac{\text{Sen. } \frac{1}{2} (a+b)}{\text{Sen. } \frac{1}{2} a} = \text{In-}$$
 cidencia.

11. Refraccion doble.

Hemos manifestado en algunas sustancias, que no solamente el rayo de luz incidente se refracta, sino que se divide en dos rayos distintos, que cuando miramos á través de uno de estos cuerpos, la luz de una bujía, distinguimos dos; y un alfiler se duplica; de modo que ya teniamos antes manifestada la *Refraccion doble*, diciendo serlo, todo rayo refractado que en vez de seguir una sola direccion, toma dos distintas, dando lugar á dos imágenes; siendo el rayo bb' de direccion constante el ordinario, y el bb" rayo extraordinario, variable en su aparicion segun la sustancia y su forma, lo cual fácilmente se puede observar en un cristal romboédrico de *Espato de Islandia*, así como en otros pertenecientes á los cinco últimos sistemas cristalinos: pero en la mayoría de los de ejes oblicuos esta refraccion se verifica solo con rayos extraordinarios (ligada esta propiedad con la forma cristalina.)

Los cuerpos dotados de simple refraccion están privados de cristalización ó cristalizan en el primer sistema como el *vidrio* y la *Sal gemma*. Aquellos que le tienen doble, se hallan cristalizados y pertenecen á los demás sistemas, *Cuarzo*, *Rubi Oriental* etc.

Como sea muy conveniente saber si un mineral corresponde á una ú otra agrupacion, indicaremos los medios que puedan conducirnos á tan útil y luminosa averiguacion. Más para esto, necesitamos recordar algunas nociones generales de la Fisic,

respecto á un fenómeno que ha recibido el nombre de *Polarización* de la luz.

Ensayo: tómese un fragmento de un cristal y colóquese entre dos láminas de Turmalina cortadas paralelamente al eje de cristalización, y cruzadas en ángulo recto (figura 68), para cuyo ensayo nos sirven las pinzas elásticas terminadas por unas armaduras en las que encajan las turmalinas, colocadas la una sobre la otra con facilidad, en medio de las que se dispone la pieza de ensayo, la que se mantiene con naturalidad por medio del resorte de las piezas.

Si el mineral de ensayo posee la refracción sencilla, el punto de crucero de las dos láminas de Turmalina *a, b, c, d*, que naturalmente es oscuro, no permitirá pasar luz alguna después de la interposición dentro de las láminas. Si por el contrario el mineral posee la doble refracción, el punto de crucero se aclara de un modo inequívoco. Para comprender lo que pasa en esta operación es preciso saber, que en atravesando la luz una sustancia dotada de la *doble refracción*, la luz adquiere una propiedad particular llamada *Polarización*. La cual consiste en las propiedades nuevas que adquieren los rayos luminosos, ya sea después de haber atravesado cuerpos transparentes dotados de *doble refracción*; ya cuando la luz directa cae sobre una superficie reflectante bajo un ángulo determinado, (llamado de *Polarización*, diferente en cada especie mineralógica; los rayos de luz (ya polarizada,) no son susceptibles de ser reflejados de nuevo, ni de producir dos imágenes, aún cuando atraviesen cuerpos transparentes que poseen la doble refracción. Deseando demostrar el hecho referente á la polarización de la luz, diremos, que si ponemos un cristal de Espato de Islandia sobre una raya hecha en un papel, interpóngase entre el cristal y el papel otro cristal algo separado, y al mirar las rayas bifurcadas con el primer cristal, es claro que por la misma ley, cada una de estas imágenes, debiera bifurcarse, lo cual no sucede.

En cuanto á la polarización por reflexión, redúcese al caso de no poderse reflejar de nuevo, siempre que lo haga en su primera reflexión bajo un ángulo de 37° en la superficie del agua

Cuando se hace reflejar un rayo de luz sobre la superficie de un espejo negro con un ángulo de 55° , este rayo es completamente polarizado, y no se refleja más, bajo este ángulo, sobre un segundo espejo, si el plano de incidencia de este, es perpendicular al plano de incidencia del otro. Se dice en este caso, que los planos de polarización, son perpendiculares entre sí. Cuando estos dos planos son paralelos, el rayo es reflejado sobre el segundo espejo.

En la polarización por *refracción* sucede que un rayo de luz que atraviesa una placa de Turmalina, cortada paralelamente á su eje principal se polariza perpendicularmente á este eje. Si se sobrepone á esta Turmalina otra placa semejante, la luz no pasará si los dos ejes están en ángulo recto, y se transmitirá por el contrario si los dos ejes son paralelos.

En efecto, la Turmalina es un mineral birrefringente que descompone el rayo que le atraviesa en dos rayos polarizados en ángulo recto, de los cuales el uno es absorbido y el otro pasa. Todos los cuerpos que poseen la doble refracción polarizan la luz por transmisión y se tiene de este modo un medio muy importante y sencillo, para asegurar si un cuerpo es monorefringente ó birrefringente, para ello basta colocarle entre dos placas de Turmalina cruzadas de modo que produzcan oscuridad y ver si se restablece la luz, en cuyo caso el mineral posee la doble refracción.

12. *Lineas neutras ó ejes.*

El fenómeno de la doble refracción no se presenta del mismo modo ni con la misma intensidad en todas direcciones: siempre se reconoce en haciendo tallar convenientemente los cuerpos, que para los unos hay una dirección en la cual no se vé mas que una sola imagen, y para los otros resultan dos. En el Espato de Islandia, el fenómeno de *Doble Refracción* desaparece en la dirección del eje del cristal, de modo que si se talla sobre los vértices de un romboedro, algunas caras perpendiculares al eje

a y *b* (figura 69) no se ven sino algunas imágenes simples de los objetos que hemos mirado á través.

En el Topacio que cristaliza en prismas romboidales, tenemos una direccion inclinada á la izquierda, como por ejemplo, entre las dos caras *a* y *b* (figura 70) se ven los objetos simples, y lo mismo entre las dos caras *C* y *D*. Estas direcciones donde la doble refraccion cesa de tener lugar se han llamado *líneas neutras*, *ejes de doble refraccion* ó *ejes ópticos*. Una línea neutra única ó un solo eje, se confunden siempre con el eje de cristalización: la línea mediana entre dos líneas neutras, corresponde á uno de los ejes cristalinos que pueden concebirse en la sustancia.

Aplicacion. Todos los minerales que tienen una línea neutra y paralela al eje principal, pertenecen al sistema romboédrico ó Prismático de base cuadrada; todos los que tienen *dos*, pertenecen á los otros sistemas prismáticos; de donde resulta, que por la observacion de los fenómenos ópticos, no se confundirá el *Cuarzo* y el *Topacio*; el *Espato de Islandia* y el *Yeso*.

Los cristales birefringentes se dividen con relacion al número de sus ejes ópticos en dos grupos.

Cristales de un eje, el primer grupo.

Hemos dicho arriba, que todos los cristales de un solo eje óptico pertenecen á los sistemas *Romboédrico* y *Cuadrático* en los que las formas tienen un eje principal de simetría; colocadas con simetría sus caras con relacion á una misma línea central cuya direccion es la del eje óptico. Siempre encontramos en estos cristales un eje principal de elasticidad, cuya direccion se confunde con la del *eje óptico* y por consiguiente, tambien con la del eje de cristalización. De tal modo que el eje del cristal, es á la vez un *eje óptico* y un *eje de elasticidad*.

La reunion de estos dos ejes en una sola y misma línea nunca tiene lugar en la segunda categoría de los cristales birefringentes. No obstante este eje principal de elasticidad, hay otros que pueden llamarse secundarios porque toda recta per-

pendicular al eje óptico, es un eje de elasticidad: y si por un punto cualquiera del eje del cristal, se traza un plano normal á este eje, este plano comprenderá todas las direcciones de los ejes secundarios de elasticidad. Este plano llámase *Seccion perpendicular*.

Será la *Seccion principal*, toda seccion plana, practicada en el cristal paralela al eje óptico. Resultando muchas secciones principales en razon á que por una sola y misma recta se pueden pasar infinitos planos, (en un cristal birrefringente.)

Los cristales birrefringentes de un eje, tienen de particular que de los dos rayos en los que se divide el haz incidente, el uno se refracta segun la ley de Descartes ó como la simple refraccion en las sustancias no cristalizadas, y el otro de un modo diferente: de que proceden los nombres de *rayo ordinario* y *rayo extraordinario* cuando el índice del extraordinario es mayor que el de el ordinario, llámanse los cristales *positivos*: lo opuesto nos dá los cristales negativos.

13. *De los Anillos coloreados.*

En el examen de los ejes; es de la mayor importancia poder determinar si una sustancia diáfana posee un solo eje ó dos. La observacion no puede tener lugar siempre que se desea y aun á veces hay necesidad de tallar el cuerpo que se quiere examinar: todas las sustancias de un eje, cortadas en placas perpendiculares á este pero colocadas entre dos láminas de Turmalina cruzadas, dejan ver una série de anillos coloreados circulares y concéntricos (figura 71) atravesados en general por una cruz negra cuyos brazos se estienden en forma de pincel hácia sus extremos, anillos tanto mas prolongados quanto la placa es menos gruesa y mas redondeados si tiene menos grueso. Cuando hacemos girar á la placa en su propio plano, no varía su coloracion.

El *Espato de Islandia* nos ofrece un bellissimo ejemplo en sus placas gruesas, pero el *Cuarzo* hay que tallarlo en placas delgadas para poder apercibirnos de una sombra azulada ó morena

de esta cruz que desaparece enteramente por un espesor un poco mas fuerte: en cuyo caso el centro es simplemente colorado de uno ú otro modo. En un pedazo de hielo puro apercibense magníficos anillos coloreados cuando se observa con las Turmalinas ó prisma de Nicol, pero su coloracion aparece uniforme.

Los minerales de dos ejes tallados perpendicularmente á la línea media, dejan ver dos series de anillos colorados (figura 72) uno á un lado de la línea media y otro al otro; anillos concéntricos pero elípticos y atravesados por una banda negra cada uno. Los dos grupos están mas ó menos separados el uno del otro segun la naturaleza de las sustancias, es decir que los ejes de doble refraccion forman ángulos mas ó menos abiertos.

Es preciso notar que ciertas sustancias como la *esmeralda turmalina* y *zircon*, que se refieren á los sistemas de un eje, y colocados entre las láminas de Turmalina cruzadas, se reconoce, en ciertas posiciones la cruz negra que las debe caracterizar; pero haciéndolas girar sobre su plano, se vé luego las ramas de esta cruz interceptarse, torcerse y dar lugar á algunos anillos separados. Varias veces este efecto se produce en ciertos puntos de una misma placa, mientras no tiene lugar en otras. En general las sustancias cristalinas tienen necesidad de tallarse para presentar los fenómenos que acabamos de indicar. No obstante existen que tienen algunas esfoliaciones perpendiculares al eje ó á la línea media de los ejes como *Topacio*, *Talco*, *Micas* y otras; siendo necesario separar una lámina y colocarla entre las de Turmalina cruzadas, para darnos cuenta de sus propiedades sea inmediatamente sea inclinado el aparato de uno á otro lado ante la vista.

Pero cuando la esfoliacion no es perpendicular al eje, basta algunas veces, para poder observar los fenómenos inclinar mas ó menos las láminas que se obtienen entre las de Turmalina; pero cuando el índice de refraccion es un poco elevado, el rayo sale fuera del terreno de la vision, y nada se percibe. En este caso se pueden reunir dos pequeños prismas de vidrio *a* y *b*

(figura 73) por uno ú otro ángulo y se fijan con trementina espesa,) lo cual puede hacerse con algunas placas delgadas de *Espato de Islandia* que marca inmediatamente el índice de la línea neutra que ellos poseen. Puede servirse á veces de un fragmento irregular para observar el fenómeno, uniendo varios prismas ya en uno ú otro sentido, procedimiento en general incierto; es mas seguro hacer tallar en la sustancia una placa de caras paralelas.

Hemos dicho que en los cristales de un eje, el eje óptico se confunde siempre con el cristalográfico. En los cristales de dos ejes, la posicion de estos no puede ser definida tan rigurosamente para los ejes de cristalización, apesar de que en la mayor parte de los casos haya una relacion evidente entre las dos especies de ejes. Ejemplo.

En los cristales del *sistema ròmbico*, la línea media se confunde siempre con uno de los ejes rectangulares de cristalización, y el plano de los ejes ópticos con uno de los tres planos principales formados por estos ejes.

En el *sistema klinoròmbico*, la línea media ó suplementaria, está siempre comprendida en la de las secciones verticales, que fracciona cada cristal en dos mitades derecha é izquierda perfectamente simétricas. En el *kliuoèdrico* ninguna indicacion simple ni general podria darse respecto á la posicion de la línea media ó del plano de los ejes.

El calor ejerce ademas una influencia muy notable sobre las propiedades ópticas de los cristales: en efecto, por desigual dilatacion que hace experimentar á los cristales, modifica la estructura y tiende á imprimirla caractères diferentes de los que manifiesta á la temperatura ordinaria. Por consiguiente estos cambios de estructura se traducen necesariamente por los cambios correspondientes en las propiedades ópticas. Recordemos que despues de los esperimentos de Mitscherlich el romboedro de *Espato de Islandia*, resulta menos obtuso por la accion del calor y le aproxima mas y mas al cubo, debe atenderse á ver disminuir su poder birefringente por la misma causa; lo cual ha reconocido este mismo Físico por sus medidas directas. Todavía

mas segun Herschells, M. Mitscherlich ha descubierto un hecho mas singular todavia. El Yeso hidratado, que á la temperatura ordinaria tiene sus dos ejes ópticos en el plano de sus láminas, inclinadas 6° una sobre otra, experimenta una alteracion semejante por su elevada temperatura, que los ejes se aproximan hasta reunirse; y si el calor va elevándose, sepáranse de nuevo, pero en un plano perpendicular al de las láminas.

14. *Polariscopo de Amici.*

Las Turmalinas nos presentan un instrumento poco voluminoso y económico; pero muchas veces es difícil la observacion, tanto por causa de la coloracion de las láminas que la componen como por la pequeñez de los fragmentos de diversas materias que se pueden tener para el ensayo. M. Amici ha inventado un instrumento que permite reconocer la naturaleza de las propiedades ópticas de un mineral, sobre fragmentos pequeños y estrechos.

Este *Polariscopo* puede montarse con dos piezas diferentes que se sustituyen la una á la otra, *una*, para observar los anillos producidos por la luz polarizada convergente, que se cruza en un punto de la lámina, la *otra*, para observar los colores que se desarrollan á la vez en toda la estension de la lámina, cuando es atravesada por un haz de luz polarizada.

Este aparato sirve para hacer ver al primer golpe de vista todas las irregularidades de estructura ó todas las variaciones de composicion que se hallan con frecuencia en las láminas cristalinas aun las de muy corta estension segun nótese en el cuarzo y otros (M. Descloizeaux explica esto con la mayor perfeccion y gran copia de datos para el que quiera continuar su estudio de detalles.)

15. *Polarizacion circular.*

Los cristales de los sistemas cuadrático y hexagonal son llama-

mados cristales de un eje, por cuanto dan á la luz polarizada una cruz rodeada de anillos coloreados. No obstante el *Cuarzo* que corresponde al 2.º tipo, no nos da esta cruz á no emplear con este objeto una placa muy delgada, cuando es gruesa la cruz desaparece en el centro y no se ven sino sus ramas á partir de los primeros anillos coloreados. La placa central tiene un color uniforme que varia segun el espesor de la misma. Si el color en el centro es amarillo y se hace girar la *turmalina* ó el prisma en un sentido determinado, se obtendrá la sucesion de colores habidos en el espectro. Para ciertos cristales de *Cuarzo*, es necesario volver de izquierda á derecha para pasar del *amarillo* al *violeta*; mientras que para los restantes, es menester volverlos de derecha á izquierda. Llámase en el primer caso el cristal *Destrogyro* que hace volver á derecha los plano de polarizacion de la luz; *Levogyros* los que vuelven á la izquierda estos mismos planos. Hé aquí el fenómeno al que se le ha dado el nombre de *Polarizacion circular* notable por cierto; descubierto primero en el *Cuarzo*, mirado en este mineral como esclusivo, cuyo fenómeno depende de una accion polarizante, particular, que sus cristales ejercen en la direccion de un eje.

Otra sustancia se conoce dotada como el *cuarzo* del poder rotatorio, es el *cinabrio* donde se marca de un modo muy notable, cuyo poder equivale á unas quince veces mayor al del *Cuarzo*. Hecho observado por Descloizeaux en láminas muy delgadas con el Polariscopio de Amici,

16. *Asterismo.*

Consiste en líneas brillantes formando de ordinario por su repeticion y en diversos sentidos, algunas cruces ó estrellas luminosas que se aperciben cuando se mira por reflexion la imágen del sol (como en el *Záfiro*) ó por refraccion en el mismo cuerpo atravesado por la luz de una bujía: fenómeno lo más simple que se conoce en cristales compuestos de fibras ó láminas estrechas paralelas, como en algunos cristales de yeso. Colocadas entre el ojo y la luz apercibese una sola línea luminosa que

llamaremos *astèrica* y cuya direccion es trasversal con relacion à las fibras.

Este fenómeno tiene una relacion manifiesta con la disposicion de las *fibras* de las *estrias* ó hiladas de partículas en los cristales agregados y por consiguiente con las condiciones particulares de su estructura bajo lo que es interesante al mineralogista.

Un sistema de fibras único da origen à una sola linea luminosa, que se vé con limpieza; si se mira à través de una placa tallada paralelamente à la direccion de las estrias. Si se ofrecen dos séries diferentes de hiladas de partículas en ángulo recto la una con la otra, cortadas en láminas paralelas à las dos direcciones à la vez, apercibese en este caso una cruz luminosa rectangular: esto puede verse, mirando la luz à través de un lienzo fino.

Con tres séries de estrias se tienen tres bandas, por consiguiente una estrella de seis rádios. En general hay tantas bandas luminosas como de direccion estrias. Si examinamos al microscopio los cuerpos estrellados se descubren à veces estructuras correspondientes. Si por ejemplo examinamos una placa cortada perpendicularmente al eje de un prisma hexagonal de *Záfiro*, presenta algunas estrias que forman entre sí algunos triángulos equiláteros; deberán darnos por consiguiente algunas *estrellas* de seis radios. Un prisma de *Esmeralda* se halla en el mismo caso; como uno cuadrático de *Idocrasa*, presenta sobre sus bases algunas líneas rectangulares, dando efectivamente algunas estrellas de cuatro rayos rectangulares; deducimos que el *Asterismo*, nos da una idea más ó menos perfecta de la estructura de una sustancia determinada, así que los Prisma de *Záfiro* y *Esmeralda* están formados de prismas cuadrados; los de *Sulfato de Barita* por Prismas romboidales y así de otros.

17. Coronas.

Todavía existe un juego de luz que se refiere à otra estructura por agregacion, sea la estructura granular: cuyos granos han de estar sensiblemente iguales en grueso. Si el mineral se talla en placa delgada y se le coloca entre el ojo y la luz. apercibese

un fenómeno de *Corona* luminosa, igual ó semejante al que en algunas ocasiones se observa al rededor del *Sol* ó la *Luna*, un círculo coloreado que rodea el punto tomado como mira, en lugar de pasar por este punto, como lo haria un *círculo parèlico*: Reprodúcese este fenómeno artificialmente, recubriendo una lámina de vidrio de una capa delgada de polvo de *Ly copodio*.

El *Círculo parèlico*. Consiste en un círculo luminoso pasando por la llama que sirve de punto de mira. No solo tiene lugar en las sustancias cristalizadas, sino que se ve en todas las sustancias irregularmente fibrosas, con fibras paralelas, y talladas perpendicularmente á su direccion.

13. *Reflexion de la luz.*

Un rayo de luz que cae sobre un cuerpo pulimentado y no le atraviesa, determina la *Reflexion de la Luz* que puede ser regular é irregular, esta se determina en todas las direcciones á la vez, la Regular no tiene lugar, sino en una sola direccion que se determina por la de la luz incidente. Dos efectos distintos produce en la impresion que obra sobre el órgano de la vista susceptibles de modificaciones diversas, y son el *Brillo* y el *Color* atribuidos al estado de la superficies de los cuerpos. Un cuerpo coloreado, condúcese en este caso, como lo hace un cuerpo vibrante en la reflexion de las ondas sonoras; y el *brillo es al calor*, lo que el *Timbre à la Tonalidad* en los instrumentos de música.

Dice la ley de la Reflexion regular, cuando un haz de luz natural cae sobre un cuerpo casi refringente cuya superficie está más ó menos pulimentada, la porcion de este haz que se *refleja*, así como el que se *refracta*, se polariza más ó menos, segun la magnitud del ángulo de incidencia.

El ángulo particular bajo el que las diversas superficies reflectantes polarizan la luz en mayor proporcion, se llama ángulo *principal de incidencia*.

Puede determinarse con un goniómetro de reflexion y una placa de Turmalina, cuyo eje sea perpendicular al plano de re-

flexion. El ángulo de incidencia por el cual el rayo reflejado se estingue por completo cuando se le observa á través de la Turmalina, es el ángulo que se busca.

La Determinacion de este ángulo es un carácter de la mayor importancia en Mineralogia.

En el Alun= $55^{\circ}22'$

Contado desde la normal para cuyo cuerpo la polarizacion es completa.

En el Diamante= $67^{\circ}30'$

Bleuda= $67^{\circ}6'$

Granate= $60^{\circ}30'$

Espinela= $60^{\circ}25'$

Diversos Físicos, se han ocupado en averiguar que leyes regulan la intensidad de la luz reflejada, conociendo la de la luz incidente, y la magnitud del ángulo de incidencia.

Así que Fresnel ha encontrado algunas fórmulas que se refieren á la reflexion para con los cuerpos unirefringentes. M. Neumann, ha estendido este género de investigaciones al caso de los cristales birefringentes y ha hecho ver la influencia que ejercen entonces sobre los fenómenos la posicion variable de la cara cristalina reflejante, y la del plano de incidencia, respecto de los ejes del cristal.

19. Fosforescencia y Fluorescencia.

La Fosforescencia es una propiedad que tienen algunos cuerpos de lucir en la oscuridad con luz no muy viva producida por frotamiento, por el calor, los rayos solares ó la chispa eléctrica.

La Fosforescencia por frotamiento, consiste en el ligero contacto que sobre ellos se practica por el frote, haciendo resaltar una luz más ó menos viva, así sucede en ciertas variedades de sulfuro de Zinc. En otros el frotamiento deberá ser mayor ó más fuerte como sucede en el *cristal de roca*, la mayor parte de las sustancias vitreas, y algunos mármoles cuyos cuerpos necesitan frotarse dos pedazos uno con otro. La percusion preséntanos hechos análogos en algun caso, sobre todo en los cuerpos esfo-

liables: cada hendedura que se produce, presenta entonces una luz más ó menos viva que dará algunos instantes, apareciendo todo fuego, cuando se intenta moler la materia en el mortero.

La *Fosforescencia* por el calor, determina resplandores fosfóricos, más ó menos vivos por la elevacion de temperatura. Hay algunos minerales que es necesario calentarlos fuertemente en crisoles; en cambio otros, no necesitan más que un calor rojo oscuro y menor todavía.

En la *Fluorina* y *Esparraguina* el polvo del Apatito terroso nos da sobre una vadila caliente en la oscuridad, un hermoso resplandor amarillo.

Ciertas variedades de Fluorina producen en las mismas circunstancias en hermoso calor verde, por cuya razon se las llama *Clorofanas* y el fenómeno *Chorofania*. El calor de la mano basta para hacer fosforescentes á ciertas sustancias; otras exigen la temperatura del agua hirviendo y de temperaturas más elevadas.

La Electricidad influye de un modo notable en la manifestacion del fenómeno en ciertos cuerpos; haciendo pasar sobre ellos descargas eléctricas, llegando así mismo por este medio á readquirir esta propiedad á ciertos cuerpos que la han perdido, por haber sido sometidos á una fuerte calcinacion.

Pero sobre todos los medios empleados tenemos el que se practica natural ó artificial sobre ciertos cuerpos por la insolacion; medio que permite observar el fenómeno en las condiciones mas favorables, determinando su persistencia y duracion desde el instante que la causa que le ha producido ha cesado de obrar. Puedese probar fácilmente esta propiedad en ciertos diamantes puestos bajo la accion solar, haciendola girar enseguida en el fondo de un cañon de una pistola, tan pronto como se mira por el orificio del cañon, brilla el cuerpo si este es fosforescente. La *Fosforescencia* por el calor no parece tener relacion alguna con la producida por frotamiento; consérvese esta siempre aunque se haya perdido la otra. Influye en esto el estado de las superficies.

Un cristal limpio de Fluorina que no es fosforescente llega á

serlo, cuando se adelgazan sus caras sobre las areniscas y puesto entonces sobre una placa calentada durante algunos segundos. En general los cristales cuyas caras naturales son vivas y brillantes nunca son fosforescentes y lo verifican por el contrario cuando las superficies son despojadas ó se las ha seccionado en fragmentos. Sucede á veces que se vuelven los fosforescentes cuando se les espone sobre una lámina caliente, por las caras secundarias, mientras que no lo son cuando se las coloca sobre las caras primitivas. El *diamante* adquiere la fosforescencia cuando está pulimentado, pero nunca cuando es cristal natural. La duracion de la fosforescencia ha llegado á medirse por M. Edmond Becquerel por el instrumento inventado por el; el Fosforóscopo.

20. *Fluorescencia.*

Efecto instantáneo no permanente que concluye desde el momento en que cesa de obrar el agente que le determina. Difiere por consiguiente del fenómeno anterior en que la *Fosforescencia* consiste en la permanencia de la impresion. Agréguese á esto que en la *Flourescencia* el cuerpo no se limita solo á reflejar la luz que recibe, sino que es luminoso por sí mismo así como los cuerpos fosforescentes, lo cual se reconoce en que emite rayos de un color todo diferente. En el primer cuerpo que se le ha observado es en el *Espato fluor*; pero existe tambien esta propiedad en el diamante y en grado elevado en el sulfato de quinina.

M. Becquerel por nuevas investigaciones ha creído que ambos fenómenos distinguibles con sus nombres ciertamente diversos, no difieren en el fondo sino por el tiempo durante el cual la impresion de la luz puede conservarse y para este físico la *Fluorescencia* es una *Fosforecencia* que no dura sino un instante inapreciable. En donde se observa de un modo mas notable y sensible la *Fosforescencia* es en los cuerpos compuestos de fluoruros y sulfuros metálicos ó que contengan uno de estos cuerpos binarios en su composicion. Ciertas sales que no son fosforescentes por sí mismas lo son despues de haber sido calcinadas en contacto del

carbon. De este modo se formó en la antigüedad el *Fosforo* artificial llamado de *Bolonia*. Se le fabrica con una variedad fibrosa de sulfato de barita encontrado en el *Monte Paterno*, cerca de esta villa y que se le calentaba fuertemente con algunas materias orgánicas; el *Sulfato de Barita* se descomponía en parte y se trasformaba en *Sulfuro de Bario* que daba lugar enseguida á la Fosforescencia.

21. *Electricidad.*

Los minerales como los demás cuerpos se electrizan por cualquiera de los medios que se emplean con este fin. En su mayoría no se electrizan sino cuando se les frota con otro cuerpo, como un trapo; otras basta comprimirlas suavemente con los dedos, y otros por último cuando se les somete á cierto grado de calor. Dividirémos los minerales respecto á esta propiedad en *Aislantes* y *Conductores*: los primeros se electrizan al momento, retienen el fluido como encajado en sus poros, sin permitirle que se estienda sobre los cuerpos que le rodean, y que se les puede tambien electrizar por frotamiento teniéndolos entre los dedos. Los *Conductores*, los que trasmiten con mas ó menos facilidad el fluido eléctrico á los cuerpos inmediatos y que para electrizarlos necesitan aislarse, siendo en general cuerpos aisladores los de sustancias trasparentes é incoloras en su estado de perfeccion, y que adquieren por frotamiento la electricidad vitrea ó positiva.

Las sustancias dotadas de color propio, y de naturaleza resinosa, son tambien aisladoras; pero que por rotamiento nos dan electricidad resinosa ó negativa. Las sustancias opacas y dotadas de brillo metálico, son buenas conductoras, adquiriendo cuando se las aísla y frota, las unas la electricidad positiva, otras la negativa. Los minerales correspondientes á cada una de estas divisiones, difieren por lo que se vé de la especie de electricidad, por lo cual diremos que este carácter está sujeto á numerosas escepciones difíciles de apreciar en la mayor parte de los casos: así se observa que las variedades cristalinas no

siempre adquieren por rozamiento la misma electricidad que las formadas por agregaciones irregulares. Lo mismo dos cristales de una misma sustancia adquieren electricidades diferentes y en un mismo cristal se desarrolla por la frotacion de una de sus caras, una electricidad, y por el roce de la otra adquiere la electricidad contraria. Pueden prevenirse en algun caso estas diferencias, como sucede, por la mayor ó menor transparencia de los cuerpos, su pulimento y brillo en las caras y facetas bastan para producir una variacion en la electricidad, como lo vemos en el vidrio pulimentado y en el deslustrado. Tambien difieren los minerales por la mayor ó menor facilidad con que se electrizan y por su facultad conductriz; asi sucede que el Espato de Islandia y el Topacio, apenas podemos tocarlos sin que se electricen, en otros no sucede sino con gran dificultad.

Lo que podemos decir que se ignora en que consisten estas diferencias, si bien se suponen en relacion con las superficies más ó menos estriadas ó alteradas que todavia no se han estudiado de un modo suficiente.

Electròscopo. Podemos determinar la electricidad adquirida por un cuerpo por frotamiento ó presión, colocando el mineral electrizado próximo á un aparato llamado *Electròscopo*; compuesto de una aguja metálica horizontal movida sobre un pivote como la aguja de la brújula en cuyos extremos tiene una esferita del mismo metal. Una vez aislada esta aguja se la comunica una electricidad conocida y se juzga de la especie de electricidad que el mineral posee, segun haya atraccion ó repulsion. Bueno es que haya dos electròscopos en que el uno posee la electricidad positiva y el otro la negativa. Haüy formó un Electròscopo con una aguja de laton, terminada por un lado con un glóbulo del mismo metal, y en el lado opuesto, un pedazo pequeño de Espato de Islandia transparente, bastando la presión de los dedos sobre el Espato, para hacerlo eléctrico (electròscopo positivo).

Otro Electròscopo (negativo), en que la aguja precedente es remplazada por una simple aguja metálica, terminada por dos esferitas y guarnecida en su medio de una capa de cristal de

roca que sirva para aislarle. Para comunicarle electricidad negativa es preciso tocar una de las esferitas con un cilindro de cera de España, frotado de antemano con un trapo de lana.

Este mineral es el llamado Distena (dos virtudes), por Haüy, porque algunos de sus cristales se electrizan positivamente sobre una cara, así como negativamente sobre la otra.

Electricidad Polar. Es la propiedad que tienen ciertas sustancias de electrizarse por medio de un aumento de temperatura, es uno de los fenómenos más notables; ofreciendo entonces la electricidad positiva en una de sus estremidades, y la negativa en la otra, que es lo que se llaman *Polos eléctricos* y cuya línea de union, recibe el nombre de *eje eléctrico*.

Los mismos efectos tienen lugar al disminuir la temperatura de un modo uniforme pero con inversion de los polos. Si la temperatura permanece estacionaria desaparece por completo el fenómeno. Este fenómeno ha sido observado desde luego en las agujas de Turmalina y los prismas de Topacio, encontrándole Haüy, en otras varias sustancias, manifestándonos la existencia de una correlacion entre la diferencia de naturaleza de los polos eléctricos y la diferencia de forma de las partes donde residen. Becquerel nos dá á conocer el desarrollo y especie de electricidad que corresponde á cada polo de la Turmalina. En los cristales de Turmalina, y de Boracita, existe siempre una diferencia de configuracion en los vértices donde residen los Polos de nombres contrarios, si bien estos vértices corresponden á partes, que en la forma fundamental, son geoméricamente iguales.

En La Turmalina, los cristales pertenecen al sistema romboédrico, tienen por consiguiente, un eje principal de simetria. Calientes ó frios, adquieren dos polos solamente; situados en las estremidades del eje de cristalización, que aparece de este modo como un eje eléctrico, y los vértices correspondientes, difieren en general por su forma, presentando uno de ellos, mayor número de facetas que el otro. En los cristales de Boracita, cuya forma ordinaria es el cubo, se observa siempre 8 polos y 4 ejes eléctricos que se confunden con las diagonales del Cubo. Polos

idénticos 4 á 4 de manera que dos polos contrarios son siempre diametralmente opuestos.

Hemos supuesto hasta aqui que en los cristales pyroelectricos los polos estaban siempre colocados al exterior, á las dos estremidades de un mismo eje.

M. M. Reiss y G. Rose nos manifiestan un caso de piroelectricidad enteramente distinto que han reconocido en los cristales de Topacio y Prehnita (silicato de alumina, cal y hierro,) estos cristales son prismas rectos de base romba de $99^{\circ} 56'$. Aquí los polos eléctricos no están todos situados en la periferie, unos son interiores ó centrales, otros exteriores.

La Piroelectricidad polar no se muestra mas que en las sustancias cristalizadas y que no es muy comun por cuanto tiene su razon de ser en una estructura que es bastante rara en los minerales, á saber aquella de que resulta una hemiedria polar ó rotatoria. Otra propiedad eléctrica mas general que se puede estudiar en los minerales es la *conductibilidad eléctrica* ó llámese el poder que tienen las superficies de los cuerpos cristalizado de conducir desigualmente en direcciones diversas la electricidad de tension, que se acarrea en un punto cualquiera determinado, tocando este punto con la estremidad sutil de un hilo conductor metálico.

Conestemotivo M. Wiedman espolvorea las caras de los cristales con polvos de Lycopodio; este polvo repelido en todos sentidos al rededor de la punta fina del metal que conduce la electricidad, pero sobre los cristales del sistema regular, lo está de un modo igual en todas direcciones, de modo que el espacio así barrido es circular; en cristales pertenecientes á los demas sistemas no se obtenian círculos sino en aquellos que eran paralelos á las bases en el segundo y tercer sistema; en todos los demas casos, se obtienen elipses, de manera que la ley de conductibilidad se muestra siempre en relacion con la simetria de la estructura.

22. *Magnetismo.*

Es uno de los caracteres que menos sirven para reconocer los cuerpos, en razon de ser escaso el número de ellos, que le poseen. Hasta el presente solo el hierro es el único cuerpo que se encuentra en la naturaleza en estado de poder producir algun efecto. En el magnetismo se observan los mismos fenómenos que en la electricidad, puestos que los minerales ó son simplemente magnéticos ó gozan de polaridad, ejerciendo ó no sobre la aguja la atraccion ó repulsion en sus dos polos. Los únicos metales en los cuales se han reconocido señales de este género de accion son los metales regulinos de la familia del hierro, como el *nickel*; *cobalto*, *romo*, *manganeso* y *hierro*, este es el único que se halla en la naturaleza en estado conveniente para obrar de un modo especial sobre la aguja.

Es preciso distinguir, primero el *magnetismo simple* que consiste en que los cuerpos obran por atraccion sobre el uno y otro polo de la aguja, como se observa con un pedazo de hierro dulce. Segundo, el *magnetismo polar*; en este caso sustancias que poseen por sí mismas los polos en que uno obra por *atraccion* y el otro por *repulsion*, sobre la misma estremidad de la aguja, y que ambos atraen y retienen las limaduras de hierro en las que se sumerge el mineral. Por estas acciones de repulsion y atraccion podemos demostrar en todos los casos la polaridad eléctrica. Para esto es menester presentar sucesivamente al mismo polo de la aguja las diversas partes del mineral para encontrar un punto donde haya repulsion; hallado el de atraccion, se presentará el mineral por el punto diametralmente opuesto, y se observará una repulsion del mismo polo, en los casos de magnetismo polar: El *magnetismo simple*, solo requiere aproximar el mineral de ensayo á la aguja imantada, y ver si la aguja es desviada de su posicion de equilibrio. Cuando una sustancia natural se halla dotada por si misma de la facultad de obrar sobre la aguja imantada, son magnéticas todas sus variedades; pero

porque una de ellas presente el *magnetismo* polar, no se deduce que las demás estén en el mismo caso. En la especie donde la polaridad eléctrica se halla desarrollada en su máximo, es en el *iman natural* ó *hierro oxidulado*, son las variedades terrosas donde la sustancia parece haber experimentado un principio de descomposicion y desagregacion, que son magneti-polares, mientras que los cristales no poseen lo mas frecuente sino el magnetismo simple.

M. Delesse ha demostrado que muchos minerales y rocas, diferentes de las que contienen hierro, son magnéticas, lo cual se reconoce suspendiéndolas libremente entre los dos polos de un poderoso electro-iman en forma de herradura; ha hecho ver mas, que toda sustancia magnética puede aparecer magnetipolar si se la pone en contacto de las estremidades de la herradura y mejor si se une á las dos ramas algunas piezas polares, ó armaduras en hierro dulce, que se aproximan hasta que se toquen para aplicar enseguida la sustancia magnética á su punto de mútuo contacto: en este último caso la imantacion es mas fácil y mucho mas enérgica. *Delesse* ha examinado con sumo cuidado gran número de sustancias, y ha determinado en las mismas su *poder magnético* por la cantidad de limaduras que uno de los polos es capaz de sostener.

M. Faraday ha reconocido que toda sustancia es sensible á la accion magnética, cuando se la coloca entre los polos de un electro-iman poderoso; ejerciéndose de dos maneras esta accion, como una fuerza atractiva, y como una fuerza repulsiva. Dos agujas delgadas de estas diversas sustancias, ó de pequeños tubos llenos de su polvo, libremente suspendidos por su medio son; ó atraidos por los polos del imán con tendencia á dirigirse segun la línea de los polos, ó repelidos por ellos, y con direccion perpendicular al eje magnético. Despues de lo cual tendremos: 1.^o *Sustancias magnéticas* propiamente dichas: sustancias *paramagnéticas* son las que toman una direccion paralela al eje; *hierro Nickel, Cobalto, Manganeso, Platino, Turmalina, Oxido de estaño, Piroxeno.*

2.^o *Sustancias dia-magnéticas*; son las que toman una direc-

cion trasversa ó Ecuatorial como en el *Azufre, Arsénico Antimonio, Bismuto, Caliza, Cuarzo, Yeso, Hielo, Topacio, Zircon, Zinc, Plomo, Oro.*

En la Distena segun las diversas variedades es unas veces pura magnética; otras diamagnéticas.

SECCION 3.

Por último nos ocuparemos de algunas propiedades que constituyen por decirlo así la base del mineral siendo los rasgos característicos más importantes de su especificidad. En primer lugar hay que considerar entre los rasgos importantes el color que en algunas variedades, como en todas las demás que afectan nuestros ojos, por esta razón se les llama *Variedad de color*. Werner los al-
mora que se ocupó de un tratado especial del cual se han extra-
ido algunos rasgos de dichos caracteres: tienen importancia
no para resolver una especie sino para su descripción.

El color en un mineral cuando los rayos luminosos pa-
saron con libertad á través de su masa de manera que
se distinguen con claridad los colores primarios, tales como
rojo, azul, verde, amarillo, etc. se llaman *Variedades de color*.
En algunas variedades la transparencia es perfecta; pero
puede modificarse por diversas causas, entre las cuales el grado de
pulimento de una superficie, la intensidad de los colores y la
combinación molecular.

SECCION 3.^a

§ 1.º

Caractères exteriores.

Por último nos ocuparemos de aquellas propiedades que constituyen por decirlo así la facies del mineral siendo los mas propios para darnos una idea de su apariencia á quien nunca los haya conocido, entre los mas importantes citanse la *trasparencia* *brillo*, *color*, con todos los demás que afectan nuestros órganos por cuya razon se les llama *Órgano lepticos*: Werner fué el primero que se ocupó de un tratado especial del cual se han eliminado despues varios de dichos caractères; tienen importancia no para reconocer una especie sino para su descripcion.

1.º *Trasparencia.*

Llámase en un mineral cuando los rayos luminosos penetran con libertad á través de su masa de manera que se distingan con la claridad consiguiente los objetos mirados á su lado opuesto. Puede ofrecer sus grados de intensidad desde la *Opacidad* completa hasta la *trasparencia* mas perfecta; pudiéndose modificar por diversas causas, entre las cuales el grado de pulimento de una superficie, la intensidad de los colores y la colocacion moléculas.

Trasparentes, serán los objetos cuando á través de ellos se coloca un objeto y se vé con perfeccion, como el Espato de Islandia.

Semi-transparente, cuando no deja ver los objetos sino de una manera muy confusa; algunos cuarzos.

Traslucido, cuando no se puede distinguir nada solo y deja pasar la luz; esto solo sucede en las Agatas Calcedónias.

Opaco, sino deja pasar ningun rayo de luz (en el jaspe.) En muchas sustancias aparece la opacidad si son gruesas, y luego transparentes cuando se reducen á láminas delgadas; así como tambien pueden apellidarse traslucidos en los bordes como sucede en el *Silex pirómaco* y algunos pedazos de pedernal.

Pocas sustancias hay que no sean transparentes cuando se presentan químicamente puras y homogéneas en su estructura. La opacidad completa puede proceder de varias causas, como del espesor del cuerpo, de la colocacion de sus moléculas, del color y de la interposicion de materias estrañas sólidas ó líquidas: esto último se debe á una descomposicion sobre todo en las sustancias en que entra el agua como principio constituyente, solo con dejarlas empapar de agua para que vuelvan á adquirir la transparencia que habian perdido por desecacion. Este fenómeno se llama *hidrofanía* y en el cuerpo que se observa tenemos el *Opalo hidrofanó*.

En lo antiguo esto se consideraba como una maravilla aun entre los Mineralogistas, no comprendiendo de que manera el reemplazo del aire, por un cuerpo menos transparente que el pudiese aumentar la transparencia de la piedra, fenómeno que no esplicaban: hoy este fenómeno físico se demuestra: (se ve el «agua penetrar y sustituir al aire que sale de la piedra en forma «de burbuja, y como el agua tiene una densidad que se aproxima mucho mas á la de la sílice, la heterogeneidad es menor bajo «este concepto, y la opacidad se halla por esto disminuida.)

2.º *Lustre*.

Es una propiedad por la que los cuerpos presentan mas

ó menos facilidad para reflejar con mas ó menos intensidad los rayos de luz sin descomponerlos. Es preciso observar que en un caso hay una verdadera reflexion mas ó menos regular segun el grado de pulimento del cuerpo; su finura de la molécula y la estructura reciente: por otra parte hay otro efecto que depende de la accion que el cuerpo ejerce sobre las moléculas luminosas que penetran hasta cierto punto, la primera capa antes de ser transmitidas á nuestros ojos en todas direcciones. El *color* no depende sino de los rayos reflejados. El *lustre* es como la *Trasparencia* y el *color* susceptible de variar por graduacion mas ó menos *vivo* ó *tierno* y aun desaparece en las variedades cuyo aspecto aparece mate, petreo, ó terroso.

Se distinguirá del *Brillo* que debe observarse en la superficie formada nuevamente por la *Fractura*: el *Lustre* que consiste en el rozamiento ó alteracion de toda superficie por la accion ó concurso de los agentes externos por lo cual no debe ignorarse que con frecuencia varia en un mismo cuerpo el brillo, de manera que nose puede bajo este concepto distinguir una sustancia de otra, apesar de que no vemos que pase de metálico á vítreo pudiendo de este modo servirnos algun tanto. El lustre en sus variedades se espresa por comparacion.

1.º *Metálico*. Propio de los metales (nativos ó aleados, metales sulfurados y oxidados) unido casi siempre á la mayor opacidad, con mas ó menos intensidad ó perfeccion.

2.º *Metaloide*. Facies de apariencia metálica, presentada por algunas sustancias combustibles ó pétreas no se manifiesta, mas que en la superficie desapareciendo al ser rayada esta misma para dar lugar á un color blanco grisaceo. En algunas *Antracitas*, *Micas*, aproximase bastante al llamado anacarado.

3.º *Nacarado*. Mezcla del argentino con el vítreo, semejante al nácar de las conchas y perlas; formado mas ó menos probable por hendeduras planas determinase sobre ciertas caras de los cristales, en especial sobre las de fácil esfoliacion; á veces paralelo á la base del prisma ó cristales prismáticos en especial en los que tienen un eje principal; citanse el *Yeso laminar* la *Caliza espática*, el *Corindon Micas*, etc.

4.º *Adamantino*. Se parece al del diamante como en algunos *Corundos*; es un término medio entre metálico y vítreo propio á ciertos cristales de gran poder refringente, como el *Diamante Zircon* y otros cuyas caras pierden su aspecto vítreo por tomar una apariencia metálica, inclinados de modo conveniente cuando se les mira.

5.º *Vítreo*. Por su analogía con el vidrio hallándose en muchos cristales cuyo poder refringente es poco considerable, teniendo los minerales de este lustre una electricidad positiva por lo cual se determina su importancia.

6.º *Resinoso* de aspecto particular parecido á la resina, término medio entre el *graso* y vítreo, cuya relación con la electricidad se manifiesta de un modo evidente por adquirir la negativa los que este carácter presentan *Asfalto, resina asfalto* etc.

7.º *Graso* como en el *Cuarzo graso*, cuya facies parece ha sido frotada con aceite ó sustancias untosas, bastante notable en ciertas piedras de fractura vítrea.

8.º *Sedoso*. No es sino el nacarado que acompañado de la estructura fibrosa la determina. Admitense diferentes variedades, designadas con los epítetos de *semi-metálicas, semi-vítreas*. El *lustre* del diamante tiene algo de particular que no se encuentra sino en muy corto número de sustancias. Es este carácter uno de los que se consideran de bastante utilidad práctica entre los exteriores, además por estar relacionado con uno de los caracteres físicos, la electricidad de que hemos hablado arriba.

3. *Color.*

Este carácter se siente sin que de un modo preciso se defina. Diciendo únicamente ser un fenómeno óptico producido por la influencia de la luz sobre los minerales: únicamente por comparación con los del Espectro podremos dar una idea de lo que en cada caso suceda.

Los minerales diremos que son incoloros y coloreados. Los *incoloros* y transparentes presentan la limpidéz del agua pura; la

decoloracion unida á la opacidad constituye la blancura. Cuando el color se une á la transparencia, puede ser causa, sea de la luz trasmitada ó refractada, sea de la luz reflejada por la superficie.

Estúdiase con separacion el color de la masa del cristal y el color de su polvo, puesto que son diferentes en razon á que puede ser modificado en la masa por la intensidad mayor ó menor de su lustre, ó por el estado de agregacion de la masa. Para determinar el color del polvo puesto que son diferentes en razon á que puede ser modificado en la masa por la intensidad mayor ó menor de su lustre ó por el estado de agregacion de la masa.

Para determinar el color del polvo, se raya el mineral con una punta acerada, ó pulverizarle con el mortero, poniendo el polvo sobre un papel blanco: distinguiremos en los minerales los *colores propios* y los *accidentales*. Los primeros convienen á la naturaleza íntima de los cuerpos, siendo importantes para su distincion como sucede con los de los *metales*, el *Azufre*, los *Sulfuros*, *óxidos* y sus compuestos; son uniformes en toda su masa, variando solo de intensidad en los óxidos, y aun parecen negros, segun su mayor ó menor compacidad; pero que en este caso siempre tiene el polvo el mismo color, y por esta razon se indica el *color* al esponer los caractéres.

Los *colores propios* varian por efecto de la particular disposicion de las moléculas del mineral: de tal manera que el azufre fundido á 110°, y enfriado presenta el color amarillo y se hace frágil: por otra parte llegado el punto de ebullicion (400°) y enfriado bruscamente, aparece moreno rojizo y blando. Una cosa parecida se observa en el fósforo que enfriado con lentitud presenta un color amarillo, y negro si se enfria con rapidez.

Los *colores accidentales* se constituyen por la reunion ó mezcla de varios minerales ó por una descomposicion de los mismos (química y espontánea:) pueden variar al infinito en la misma especie, no pudiendo suministrar caractéres fijos como los colores propios. Un gran número de cuerpos térreos, pétreos y vítreos son blancos por naturaleza, pero con frecuencia

se hallan mezclados de materias dotadas de colores diversos, que interesan en el todo ó en parte de su masa. Estos cuerpos pueden eventualmente presentar multitud de colores diversos segun las circunstancias en que hayan sido formados; de tal modo que el cristal de roca es unas veces *incoloro*, otras *amarillo*, *verde*, *moreno*, *violeta* etc. Que la *Esmeralda* que se figura *verde*, sea *incolora*, *azul*, ó *amarilla*. Tambien se ve que las materias que han cristalizado juntas penetrarse en algunas de sus partes y aquellas que son coloreadas, diseminarse en la masa de las otras, dándoles un tinte particular. En varios casos esta suerte de mezclas manchan ó empañan la transparencia de los cuerpos, volviéndolos opacos, sin embargo, tambien aparecen entonces mas ó menos diáfanos, lo que quiere decir, ó que la materia estraña es de partículas sumamente finas, ó que se encuentra en una especie de combinacion química. El *Policroismo* con sus efectos nos indica en los cuerpos algunas disposiciones particulares de las materias colorantes que algun día nos conducirán á su esplicacion. Estas materias colorantes son fugaces, pudiéndolas hacer desaparecer con el fuego como en el cuarzo negro.

No hay uniformidad en los colores accidentales como en los propios; por un lado varian de intensidad y de nutaciones, por otra se mezclan con frecuencia de un modo que la misma masa, el mismo cristal se colora de diferentes maneras con sus diversas partes; denominando estos dibujos con los nombres de *cin-tados*, *Zonarios*, *punteados*, *salpicados*, *venados*, *nubados*, *dendri-ticos*, *reniformes* etc.: cuyas disposiciones parecen ligadas á las circunstancias que han acompañado á la formacion de los cuerpos, esplicándose como el jaspeado del jabon, con mas ó menos finidéz ó vinosidad de las materias en el momento que ha precedido la consolidacion. La disposicion en ruinas y las quemadas, se juntan á algunas fisuras dirigidas en todos los sentidos en los que se penetran de los líquidos ó vapores que han ocasionado algunas descomposiciones á mayor ó menor profundidad. El *mármol ruiforme* de *Florenzia* no es mas que una variedad de piedras calizas tomadas de las inmediaciones de las

hendeduras por las que se escapan los vapores que constituyen el gran fenómeno de las fumarolas. El color de los minerales es susceptible de *mutaciones, cambio ó fuego de colores*. Así que en las mutaciones nos hallamos con el *Iris y Cambiante*.

La *Irisacion* por lo general se presenta exterior y dependiente de la disposicion laminar de los minerales mas ó menos lustrosos cuya superficie recibe rayos luminosos bajo ángulos diversos, por cuya razon podemos decir que algunos de los colores accidentales no existen en realidad mas que en la superficie de los cuerpos, conteniendo algunas películas delgadas de materias estrañas en ellos depositadas, que tienen lugar en ciertos minerales de hierro que presentan sobre sus aristas (hierro oligisto de la Ista de Elba,) ya sea sobre las estalactitas, algunas tintas irisadas, muy vivas, más ó menos variadas, que el lavado destruye muchas veces del modo más completo. En otros casos resisten estos *iris* á la alteracion misma de la superficie, como sucede en el Cobre piritoso. Tambien nótese los *Iris* interiormente siendo unos debidos á algunas hendeduras más ó menos estensas, otras veces se atribuyen á circunstancias desconócidas.

El *Ópalo* irisado tan solicitado en el comercio, se atribuye á estas últimas; y las tintas vivas y variables segun la mayor ó menor inclinacion de los cuerpos sobre la luz que se hacen notar en la piedra del Labrador.

Cambiante. Llámase por cambiar de aspecto, pasando por todas las variaciones del prisma, segun la posicion del observador, ó aspecto bajo el que se observa el mineral. El fenómeno de los minerales cambiantes, como sucede al Feldespato Piedra de Luna es debido á la reflexiones interiores que se realizan sobre los sistemas de laminas ó fibras, cuando procede de la superficie del mineral ó de su interior, los reflejos diversamente colorados, cuyo efecto es igual al del *Iris*, se dice entonces que es irisado. Los cantos de Feldespato Labrador, largo tiempo espuestos á la intemperie, son notables por sus raros colores irisados. Entre los juegos de luz accidentales se halla el aspecto *aventurinado* observado en ciertas variedades de *Cuarzo* granudo

ó *Feldespató laminar*, en pequeñas particillas de Cuarzo vítreo, pequeñas laminillas de *Mica* ó de hierro oligisto diseminados de un modo uniforme, forman una multitud de puntos brillantes de que la piedra parece sembrada. Un ejemplo tenemos en la *Piedra del Sol* ó *Venturina* oriental (variedad de Feldespató Oligoclasa).

En la *Venturina* verde sub-variedad de Feldespató dicho, *Piedra de las Amazonas* sembrado de puntos blancos sobre fondo verde: y por último la *Venturina* comun, variedad de Cuarzo moreno y opaco, en medio de la que existen puntos chispeantes producidos por partículas de Cuarzo vítreo ó laminillas de *Mica* produce un efecto notable que por una imitación tan perfecta á la venturina artificial (producto de un óxido colorado y aventurinado por pequeños cristales octaédricos de cobre metálico), se la denomina *venturina natural*.

Respecto de la *venturina* artificial, fué formada en medio de una pasta vítrea, cuando todavía se hallaba en fusión, cuya pasta contenía el óxido de cobre, al que se había agregado una materia carbonosa propia, á obrar la reducción. Se supone que un obrero de una fábrica de vidrio de Murano en Venecia, habiendo tirado incidentalmente, una porción de óxido de Cobre mezclado de este modo, al vidrio fundido, se sorprendió del resultado obtenido después de enfriado, y cómo esto se hizo á la *ventura* como de ordinario se dice, se la llama *venturina* á la sustancia.

CUADRO SINÓPTICO

DE LOS COLORES DE LOS MINERALES.

ESPUESTO POR WERNER, ASI COMO SUS DERIVADOS.

Colores metálicos.

- | | |
|-----------------------------|--------------------------|
| 1.º Rojo de cobre | Cobre nativo. |
| 2.º Moreno de Tumbaga | Parece al del h.º magt.º |

3.º Amarillo de bronce	Pirita de hierro.
4.º A. de loton	Pirita de cobre.
5.º A. de oro	Oro nativo.
6.º Blanco de plata	Plata nativa.
7.º Blanco de estaño.....	Estaño y mercurio.
8.º Gris de plomo	Antimonio.
9.º Gris de acero.....	Platino.

Colores no metálicos.

1.º

1.º Blanco	Barita y Calamina.
------------------	--------------------

Derivados por agregacion.

B.º de Nieve	Yeso niviforme.
B.º Rojizo	Feldespató.
B.º Amarillento.....	Algunas calizas.
B.º Verdoso	Talco y mica.
B.º Azulado	Talco variedades.
B.º Grisáceo	Algunas pizarras.

2.º *Gris.*

Gris	Algunas arcillas.
------------	-------------------

Variedades.

Gris ceniciento	Alg. ^{as} pizarras y Calizas
G. Verdoso.....	Calizas y pizarras.
G. Azulado.....	Calcedonias y Calizas.
G. Rojizo	Pizarras arcillosas.
G. Amarillento.....	Algunas micas
G. Ahumado.....	Cuarzo.
G. Negruzco.....	Polianita y carbon fósil

5.º *Negro.*

Negro.....	Diamante una variedad
------------	-----------------------

Variedades.

N. Grisáceo.....	Jaspe lidio-Antracita.
------------------	------------------------

N. Aterciopelado	Turmalina.
N. Moreno	Amfibol y asfalto.
N. Rojizo.....	Algunas Turbas.
N. Verdoso.....	Amfibol Horblenda.
N. Azulado.....	Espató fluor.

4.º Azul.

Azul.....	Azurita.
-----------	----------

Variedades.

Azul Negruzco.....	Fluorina.
A. Azur	Lazulita.
A. Violeta	Amatista.
A. Espliego	Lithomargo (silicato de alúmina y H.º hidratº)
A. Prusia	Zeolita azul.
A. Esmalte.....	Yeso anhidro.
A. Indigo	Hierro fosfatado.
A. Celeste	Turquesa y Celestina.

5.º Verde.

Verde	Esmeralda.
-------------	------------

Variedades.

V. Gris.....	Una arcilla esmética.
V. Calcedonia	Berilo.
V. Montaña	Idem.
V. Pera	Amfibol verdoso.
V. Esmeralda.....	Malaquita.
V. Manzana	Crisoprasa.
V. Alfónsigo	Crisolita.
V. Negruzco	Amfibol negro.
V. Oliva	Peridoto.
V. Hierva.....	Piomorfita.
V. Espárrago	Esparraguina.
V. Aceite.....	Berilo.
V. Canario.....	Obsidiana y serpentina.

6.º amarillo.

Amarillo..... Topacio y azufre nativo

Variedades.

A. Azufre..... Azufre amorfo.
A. Paja..... Picnita variedad de to-
pacio.
A. de Cera..... Opalo.
A. Miel..... Topacio.
A. Limon..... Oropimente.
A. Ocre..... Silicato de hierro.
A. Vino..... Topacio semi-ahumado
A. Isabela..... Agata.
A. Naranjaado..... Molibdato de plomo.

7.º Rojo.

Rojo..... Granates Rubi.

Variedades.

R. Aurora..... Rejalgar.
R. Jacinto..... Jacinto.
R. Ladrillo..... Estilbita.
R. Escarlata..... Cinabrio.
R. Sangre..... Granate piropo.
R. Carne..... Baritina.
R. de Carmin..... Rubi espinela.
R. Cochinilla..... Var. de cinabrio.
R. Rosa..... Cuarzo.
R. Flor de alberchigo..... Lepidolita.
R. Cereza..... H.º oxidado rojo.
R. Moreno..... Silicato de H.º.

8.º Moreno.

Moreno ó pardo..... Turba.

Variedades.

M. Rojizo..... Granate.

M. de Clavo	Hematites parda.
M. de Castaña	H.º concrecionado.
M. Pardo amarillento.....	H.º siliciatado.
M. de Hgado.....	Tierra de colonia.
M. Negruzco.....	Carbones lignitos.

4. Olor.

Este carácter no puede servir para diferenciar los minerales, pero necesitamos ante todo manifestar que son preciosos medios para reconocerles, por frotacion despréndese el fétido, que pose la Caliza dicha fétida: el que por inhalacion del aliento sobre la superficie de los cuerpos, como nos lo producen las arcillas: asi como el *aliaceo* de los minerales arsenicales, como el de *Selenio* á rábanos por medio del fuego. Asi como el color; el olor, se divide en propio y accidental, lo que se desprende de la composicion química de los minerales, y de la mezcla en los mismos observada.

5. Sabores.

Este carácter no se dá por sí mismo, sino que se funda en la solubilidad del mineral, como en varias sales: al tocar uno de estos cuerpos con la lengua, disolviéndose, dejan un gusto característico: así decimos *Salado* en la Sal marina, *Dulce* en el Borax: *Amargo* Sal de Epson: *Fresco* en el Nitro: *Picante* en la Sal amoniaco: *Astringente* en el Alun: *Cáustico* en el carbonato de sosa: *Acido* en el acido sulfúrico.

Todos los cuales reciben por los mineralogistas el epíteto, de *sui generis* para diferenciarle del de los cuerpos que le poseen; así se dice de un cuerpo que es salado, y el de la sal marina le diremos sabor *Sui generis*: el modo más propio para su distincion.

6. Apegamiento à la lengua.

Consiste esta propiedad en la adherencia que tienen ciertos

cuerpos porosos, cuando se aproximan á la lengua, procede de la accion capilar ejercida por estos cuerpos sobre la humedad de este órgano: algunas arcillas y cuerpos silíceos se pegan á la lengua con tal fuerza, que para demostrar su resistencia al quererlos separar, es frecuente dejar parte de su masa sobre dicho órgano: de modo que aunque realmente parezca un carácter químico, se ve que se determina en general en algunos cuerpos por la avidéz de los anhídros á hidratarse: esta propiedad nos hace distinguir con facilidad á la *Magnesita* de la *Creta blanca*; la *Caliza hidraulica* de la *Caliza grasa*.

7. *Untuosidad.*

Cuyo carácter se determina por la disposicion más ó menos grasa que todo mineral presenta, al ser tocado con las manos, tal sucede en la *Estealita*. En contraposicion de este fenómeno, se observan las diversas particillas que en la superficie de algunos minerales, aparecen, determinando la llamada *aspereza*, esto se manifiesta en la traquita sobre todo carácter, que en union de sus tres variedades motivadas por el Color, la distinguen de todos los minerales ó Rocas.

8. *Frialdad.*

Determinase por cierta impresion de baja temperatura producida en nuestra piel por ciertos minerales, siendo más pronunciada en aquellos, cuyas moléculas tienen mayor cohesion. Diferencias estremas se notan entre la *Piedra Pomez* y el Cuarzo. No puede confundirse *este* con el *vidrio* tallado, por cuanto el primero produce sobre la piel una impresion marcada de frialdad, y el vidrio nada de esto nos presenta. La *Caliza Espato de Islandia*, no se confundirá con el *Yeso cristalizado* aún cuando se desconociese su sistema cristalino. Tambien es más frio el *Diamante* que el Cuarzo, así como el vidrio más frio que los carbonos fósiles.

Con lo cual hemos terminado lo correspondiente á las propiedades físicas de los minerales.

SECCION 4.^a

§ 1.^o

Propiedades químicas de los minerales.

1.^o Al proceder al estudio de estas propiedades en los minerales, manifestaremos ante todo dos medios importantes de investigación, tratándose en primer término de los elementos que constituyen el mineral; en segundo lugar buscar las proporciones de estos elementos. El primer medio de investigación corresponde al *análisis cualitativo*. El segundo esclusivo del *análisis cuantitativo*, más complicado ciertamente que el anterior.

Los cuerpos simples se hallan con frecuencia en estado libre en la naturaleza, ó como se dice, en estado nativo; así sucede con el *Antimonio, Arsénico, Azufre, Bismuto, Carbono, Cloro, Cobre, Mercurio, Nitrógeno, Oro, Oxígeno, Paladio, Platino, Plata, Teluro*; sean 15 cuerpos nativos. Se admite el Hierro por algunos, hallándonos en el caso de presentar si acaso, algunas objeciones así *en pró*, como *en contra* de su estado nativo. Los demás cuerpos considerados como simples, no han sido observados sino en el estado de combinación, dos á dos, tres á tres, etc. Valiéndonos para demostrar, esto de los diferentes medios Físicos y químicos para obtenerlos en su verdadero estado de pureza.

Estas combinaciones en extremo variadas, constituyen gran número de cuerpos, lo más necesario para su determinacion le obtenemos por medio del *ensayo* y el *análisis*, en virtud de cuyos medios, el conocimiento es inmediato.

Si se trata de reconocer un mineral ya descrito, los *ensayos cualitativos* bastan casi siempre, por existir tambien ciertos caracteres físicos fáciles de evidenciar, así como la *forma*, *esfoliacion*, *dureza*, *densidad*, etc., los que reunidos á los resultados del *análisis cualitativo* nos harán conocer la especie, objeto del exámen. Así diremos, «un mineral que contiene *Silice*, *Alumina*, *Sosa* y agua, y cristaliza en el sistema cúbico en *Trapezodrô* será la *Analcima* ó Silicato de Cal y Sosa hidratado:» Cuando por el contrario se examina un mineral, cuya composicion cualitativa es diferente de la de minerales que ya conocemos, y cuyas propiedades físicas no están acordes con cuerpos ya determinados, es preciso hacer un *análisis cuantitativo* y determinar con precision la proporcion de los diversos elementos. Esta es la parte más difícil para el químico, porque ante todo es preciso ver, si es homogéneo el mineral que se examina, y si tiene mezcla de uno ó más cuerpos ó especies.

2.º *Cuerpos electro-positivos y electro-negativos.*

Es necesario recordar antes de todo los principios generales de los cuerpos en su composicion. Cuando por medio de la accion de la pila de Volta, se acaba de destruir una combinacion, se observa siempre que uno de los componentes sea simple, sea así mismo compuesto de muchos elementos, se coloca en el polo positivo, y el otro se coloca en el polo negativo: de donde deducimos que el primero posee por si mismo la *electricidad negativa*, en virtud de la cual es atraído y fijado en el *polo positivo*, mientras el otro posee la *electricidad positiva* y se dirige al *polo negativo*. De lo cual se deduce, el que se llamen los primeros, *electro-negativos* y los segundos *electro-positivos*. La combinacion ha sido mirada como el resultado de esta oposicion, y se ha concebido que habia combinacion entre dos cuerpos, todas las

veces que uno podia ser *electro negativo* con relacion al otro que es entonces *electro-positivo*.

Entre los simples, son *electro-negativos*, el *Oxigeno*, *Cloro*, *Bromo*, *Yodo*, *Fluor*, *Arsènico*, *Selenio*, *Antimonio*, *Teluro*, *Mercurio*, siendo entre todos el mas enérgico el *Oxigeno*.

Entre los cuerpos oxigenados, aquel que contiene mayor cantidad de oxigeno es el mas *electro-negativo*, y asi de los demás, con relacion al que contiene menos. Los dotados de propiedades ácidas, son de ordinario los mas enérgicos y se combinan con la mayor de los demás; despues de lo cual siempre se distinguen dos suertes de cuerpos en una combinacion por complicada que esta sea; los cuerpos *electro-negativos* que con frecuencia se llaman *ácidos* en los cuerpos oxigenados; y los cuerpos *electro-positivos* que se llaman generalmente *bases*.

5. *Análisis y Sintesis de los minerales.*

A un mineral se le puede descomponer por medio de otros cuerpos y de fuerzas suficientes. Este modo de operar constituye el *análisis*; asi como llamaremos *sintesis* á las operaciones comunes que tienen por objeto reunir cuerpos simples para formar otro compuesto.

El *análisis* primero será *cualitativo* si tiene por objeto dar á conocer la diversa naturaleza de los factores del compuesto.

Análisis cuantitativo, si ademas de lo que antecede se aíslan estos factores para conocer sus proporciones.

Los análisis cualitativos de los minerales se hacen por la via seca y por la via húmeda. Las operaciones necesarias para reconocer la naturaleza de los cuerpos pueden hacerse siempre con pequeñas partículas de mineral, de modo que así no haya complicacion ni multiplicidad en los aparatos usados con este objeto, no empleando sino una gota de ácido cuando haya necesidad; evaporar en pocos minutos los líquidos superabundantes sin perder los vapores. Bajo estas condiciones los ensayos mas complicados pueden hacerse en cualquier parte, y en tiempo

corto que la costumbre de distinguir los minerales puede así mismo reducir.

4. *Via seca.*—*Ensayos.*

Son de la mayor importancia los ensayos por la via seca para el reconocimiento de los minerales que puede practicar con un soplete del que nos serviremos, para operar en la fusion de los cuerpos con ó sin reactivos; (la descripcion de dicho instrumento no la hacemos por creerla sabida de todos, y además por no ser difusos.) Este instrumento con el cual Adan Swad creése fué el primero que le aplicó á los ensayos mineralógicos; Sausure obtuvo resultados muy importantes y Berzelius en el siglo actual han hecho una aplicacion tan precisa de este instrumento para el análisis, que nada puede apetecerse: se necesitan algunos reactivos, poco numerosos por cierto; un espectróscopo y algunos efectos que se mencionarán.

Los ensayos al soplete, consisten en la accion que una elevada temperatura producida por el dardo de una llama *oxidante* ó *reductriz* hace experimentar á los minerales tratados solos ó con ciertos reactivos.

Los instrumentos además del soplete son: unas pinzas con su extremo de platino, hilos de platino, una cuchara de platino, una lámina de platino, un martillo, un mortero de ágata, una espátula de acero, algunos tubos de vidrio, algunos vidrios de reló ó copelas que pueden ser tambien de porcelana; una barrita imantada, un lente, un vidrio azul coloreado por el cobalto.

Como combustible se emplea una bujía, ó mejor el alcohol de trementida, (que se obtiene disolviendo en el alcohol hasta su saturacion, la esencia de trementina, y añadiendo un poco de alcohol ó de éther si el líquido resulta un poco límpido.)

El alcohol de trementina se quema en una lámpara de alcohol ordinaria y produce una temperatura muy elevada bajo la accion del soplete, á la vez que la estremidad del cono azul ó llama de reduccion es muy distinta.

Quando hay gas en abundancia, un pico de Bunsen ordinario es lo que hay mas cómodo, á condicion de disminuir la llegada del aire á la lámpara al soplar con el soplete.

Reactivos. { Borax.—Sal de fósforo.—Sosa (carbonato de sosa; seco.)—Nitro.—Cianuro de potasio.—Bisulfato de potasa.—Nitrato de cobalto.—Acido sulfúrico.—Acido dorhidrico.—Fluoruro de calcio.—Fluoruro de ammonio.—Cloruro de calcio.—Oxido de cobre.—Papel tornasol.—Papel de curcuma.

Como la fusibilidad de los cuerpos se determina á diferentes temperaturas, y desde luego con mas ó menos facilidad para una misma temperatura elevada, se ha pensado emplear una sèrie de minerales que sirvan como tipo para el grado de fusibilidad; dándole el nombre de escala de fusibilidad de M, Kobell dispuesta con los minerales siguientes.

- 1.º Estibina.
- 2.º Mesolipa.
- 5.º Granate almandino.
- 4.º Ámfibol actinota.
- 5.º Ortosa adularia.
- 6.º Broncita.

Los dos primeros funden en astillas bastante gruesas, cuando se las introduce en la llama, sin que para ello haya necesidad de soplo. El tercero funde con facilidad bajo la accion del dardo de la llama, tambien en astillas de bastante grueso. El cuarto y quinto, no funden sino en escamas muy delgadas, sobre todo á la estremidad del cono azul, (ó llama de reduccion.) El sexto por último se redondea apenas en la estremidad de las astillas las mas delgadas.

Tomando con las pinzas de platino astillas delgadas de un mineral del que se quiere conocer el grado de fusibilidad con el soplete, se le compara con otro cuya astilla sea del mismo grueso, tomado de entre los seis de la escala. Y á la vez que se vea hasta donde llega la fusibilidad de una sustancia dada, hay



que notar de que modo esta, se ha determinado; si de un modo tranquilo, con henchimiento ó hirviendo; si la masa fundida tiene el aspecto de *vidrio*, de *esmalte* ó de *escoria*; si la masa es ó no ampollosa, si cambia de color ó de aspecto.

Expongamos los diversos ensayos que pueden hacerse con el soplete.

- 1.º En el *matraz* ó tubo abierto por un extremo.
- 2.º En el tubo abierto por los dos extremos.
- 5.º Sobre el carbon.
- 4.º Con la sosa.
- 5.º Por la coloracion de la llama.
- 6.º Con el Borax.
- 7.º Con la Sal de fósforo.
- 8.º Con el Nitrato de cobalto.

Desde luego vamos á ver que los caractéres que se manifiestan por la simple accion del calor, son: la fusibilidad ó la infusibilidad, la volatilizacion completa ó pàrcial, ó la descomposicion del mineral.

Si le sometemos al fuego por el soplete, obrando con este la corriente de aire por él trasmitada, se dirige sobre la llama que hayamos de emplear, sea de aceite, de alcohol, etc., esta llama se prolonga horizontalmente en forma de dardo, cuya punta posee un calor muy intenso, con las pinzas de platino sugetaremos el pedacito de ensayo ó sobre el carbon, ó sobre una copela etc. Ademas se observa que la llama no se limita á fundir el mineral; en la mayoría de los casos obra químicamente sobre el mismo, oxidándole si es combustible, ó desoxidándole si es oxigenado. Para conocer esto hay que darse cuenta de la naturaleza y constitucion de las llamas; por lo cual reconoceremos en ellas tres partes bien distintas.

1.^a Una interior oscura de forma cónica, formada de gas combustible.

2.^a Una envoltura luminosa muy brillante, en la cual el gas experimenta una combustion incompleta, por cuanto el oxígeno no se halla en cantidad suficiente, y el carbon se halla en el estado de particillas incadescentes.



3.^o Una envoltura luminosa exterior de un brillo mucho menor, en el que la combustion es completa.

En la parte interior y brillante de la llama, el gas es de *reduccion* porque las particillas combustibles, jamas se queman enteramente. La envoltura exterior de la llama es por el contrario *oxidante*, por cuanto se halla en contacto con el aire atmosférico.

Resultan de aquí dos modos de obrar, ó se calienta el cuerpo en contacto del aire, colocándole en la punta de la llama, en cuyo caso se oxida si es combustible, lo que se llama obrar al fuego de *oxidacion*; ó caliéntase sin el contacto del aire, sumergiéndole todo entero en la parte mas brillante de la llama; desoxidase entonces si es oxigenado, lo que se llama obrar al fuego de *reduccion*.

Variando de modos diversos las maneras de obrar con el soplete, se obtienen caracteres pirognósticos muy preciosos para la distincion de las especies. Para esto se trata el mineral, ó solo, ó agregándole cuerpos estraños; como son los reactivos.

Los fenómenos que presentan los minerales sometidos á los ensayos por el soplete, son varios.

1.^o *Perdida de color y transparencia*; lo cual es muy natural siquiera se observe la separacion de las sustancias ó cuerpos que determinen aquel y la accion de la llama con sus gases, trasformando la disposicion molecular además: esto último se observa en el Espato de Islandia.

2.^o *Aumento de volumen*; así puede observarse en muchos hidratos y en muchos minerales, en cuya composicion entra el ácido bórico, fenómeno acompañado de efervescencia, como en la Prehnita (del minero holandés Prehn) $\text{Al Si} + \text{Ca}^2 \text{Si} + \text{H}$.

3.^o *Combustion*; total, como en el *asfalto* y *sucino*, tambien parcial, como en la *ulla*; nótese el color de la llama y su residuo.

4.^o *Reduccion* de los óxidos al estado metálico.

5.^o *Fusion*; que se puede verificar, pero apreciando de un modo aproximado el grado de fusibilidad por el tiempo que tarda en pasar al estado líquido, por el tamaño de los fragmentos

sometidos al ensayo, y por la temperatura empleada al objeto, puede no fundirse tambien.

6.º *Volatilizacion*; puede ser total, como en el *cloruro amónico*; parcial, como en la *galena* y *antimonio gris*; nótese el olor que se desprende por los vapores, que podrán ser *sulfuroso*, como en la *galena*; *alíáceo*, como en los *arseniuros*; y *arsénico-sulfuroso*, como en el *oropimente*.

4.º *Ensayos en el matraz: sin adición de reactivos.*

Tómese un tubo que tenga 10 centímetros de longitud, y 5 ó 4 milímetros de diámetro interior, de paredes bastante fuertes y poco fusible; estíresele en su mitad por medio del soplete, para tener dos tubos cerrados por su extremo; la materia de ensayo se coloca en el fondo de este tubo, ya en polvo ó en fragmentos, caliéntese desde luego con la lámpara, solamente y poco á poco se eleva la temperatura con el soplete. Se reconoce si la sustancia es fusible ó no, si es reducible ó no, á glóbulo metálico, si por el calor se desprende un principio volátil que se halla formado, ó que se produce al tiempo de la operacion del tostado (ó quemado.)

La fusibilidad se ensaya con las pinzas ó con el hilo de platino, examinase si se funde en glóbulo perfecto; si se redondea solamente sobre sus bordes delgados, ó si se recubre solo superficialmente de una capa vítrea: si el resultado de la fusion es una *escoria*, como hemos manifestado, una materia hinchada é irreducible á boton (*pedra-pomez* ú *obsidiana*;) es una *frita* ó cuerpo que ha experimentado una fusion parcial estando la parte no fundida, diseminada en la fundida: un *esmalte* ó cuerpo vítreo, ú opaco, blanco ó coloreado: un *vidrio* ó glóbulo vítreo trasparente, igualmente blanco ó coloreado cuyo interior puede ser compacto ó con burbujas, si el glóbulo es esférico ó poliédrico, si liso ó áspero.

Si no hay fusion, se vé si se altera ó cambia de aspecto, si se endurece ó ablanda, si adquiere propiedades alcalinas que se reconocen con los papeles reactivos, si decrepita, si se esfolia,

si se hincha á manera de coliflor, ó si hierva con desprendimiento de vapores.

Si hay volatilizacion, véase si es completa ó parcial. Para *sublimar* las materias formadas en el mineral se coloca despues de pulverizado en el matraz de cuello prolongado, tubo cerrado y por la accion del fuego las materias volátiles se desprenden y depositan de ordinario en la parte alta y fria del tubo. Ciertas combinaciones de *arsénico*, *antimonio*, *mercurio*, *veluro*, *selenio*, *azufre* y las *sales amoniacaes* nos dan sublimados caracteriscos por su color ó aspecto: las materias orgánicas, le dan sólido ó líquido de ordinario con depósito de carbon.

Si el mineral contiene agua, lo que tiene lugar en los minerales hidratados, el agua se condensa en gotas sobre las partes frias, haciendo ver si esta tiene una reaccion ácida ó alcalina: no está demás observar si se desprende óxigeno, para lo cual se pone un cuerpo en ignicion.

Para reconocer las materias volátiles, se pone el mineral en un tubo de *vidrio abierto* por sus dos estremidades y encurvado en su parte media, despues se calienta á través del tubo, ó se le pone en una pequeña cavidad hueca hacia la estremidad del carbon.

Así el *teluro* y *telururos* dán sublimado blanco de *óxido de teluro*, que se puede luego fundir en gotitas limpidas. El *arsénico* y *arseniuros*, un depósito blanco de *ácido arsenioso*, cristalino, infusible y volatil. El *antimonio* y *antimoniuros* nos dan vapores blancos densos, de *óxido de antimonio*. Cuando nos servimos del carbon, el sublimado se estiende en la atmósfera, no reconociéndole sino por el olor ó color propio etc. Un olor sulfuroso anuncia la presencia del *azufre*; olor de ajos, el *arsénico*, de *rábanos* el *selenio*. Sobre el carbon se ensayan muchos por saber si nos dan glóbulo metálico. Hácese una cavidad en el carbon con un cuchillo y se coloca sobre él, un fragmento de ensayo, si decrepita, se reduce á polvo la sustancia; se obra elevando poquito á poco la temperatura con objeto de observar con perfeccion los fenómenos que se posan, ya sea á la llama de oxidacion ó á la de reduccion. Los óxidos de hierro nos darán una

sustancia atraible por la barra imantada, así como ciertos compuestos de *níquel* y *cobalto*, nos dan una masa magnética.

Puede dar una capa amarillenta en caliente, y blanca en frío, significando la presencia del *zinc*; así como de amarillo oscuro para el *cadmio*. Puede obtenerse algunos granos metálicos con formación de una capa, que para el *plomo*, son granos maleables con capa amarilla; el *bismuto* nos da granos quebradizos con cubierta amarilla; y el *antimonio* los dá frágiles con cubierta blanca. Puede darnos la materia granos metálicos sin cubierta de ninguna género, como sucede con el *oro*, *plata*, *cobre* *estaño*.

2.º *Ensayos con los reactivos.*

Con objeto de realizar el ensayo en muchos cuerpos, júntase á la materia de ensayo algunos reactivos para que se determine la fusión ó descomposición, descubrir los óxidos y á veces conseguir su reducción. Reconócese los óxidos metálicos sin necesidad de reducción por los colores que comunican á las materias vitreas en las que se disuelven.

Los fundentes y reactivos mas frecuentes al uso son:

1.º El *Borax* ó *borato sódico*.

2.º El *carbonato de sosa* ó *la sosa*

3.º *Fosfato doble de sosa y amoníaco*, ó sea *la sal de fòsforo*.

4.º El *borax*. Este reactivo es uno de los fundentes que mas se emplean para disolver ó fundir las sustancias. En el caso que la materia sea pulverulenta, se proyecta sobre el *borax* cuando este aumenta de volúmen, cuando el mineral está en fragmentos pequeños se fija sobre el glóbulo que resulta de fundir el reactivo, humedeciéndole lo bastante, para que se adhiera bien. Los ensayos sobre el *borax* se hacen sobre el hilo ó lámina de platino. Los diversos óxidos metálicos hemos dicho se distinguan entre si, por las diferentes tintas que toma el vidrio de *borax*, al fuego de reducción y oxidación, antes y despues del enfriamiento.

El ingenioso Leibailif ha pensado hacer los ensayos en pe-

queñitas copelas (formadas con partes iguales de porcelana y tierra de pipas) las cuales reciben la materia de ensayo mezclada con el fundente, colocándoles en seguida sobre el carbon ó entre las ramas de las pinzas de platino. A la primera impresion del dardo entra en fusion la materia y se adhiere á la copela, el vidrio que resulta se estiende del todo en la superficie sobre un fondo blanco, lo que hace resaltar mas su color. Operando asi, se tiene la ventaja de poderse guardar la copela y demostrar en todo tiempo el resultado del ensayo, y uno de los caracteres de la sustancia.

Los minerales de *cobalto* con su ácido, coloran en *azul* el vidrio de *borax* al fuego de oxidacion y reduccion.

Los óxidos de *manganeso* dan á la llama de oxidacion un color *rojo-violeta*, *incoloro* á la de reduccion enfriado con rapidéz.

Color *verde esmeralda* nos dan los minerales de *romo* á la llama de oxidacion en frio.

Color *amarillo oscuro* á la de reduccion en caliente.

Color *rojo sombra* en caliente los óxidos de hierro al fuego de oscilacion, *amarillo*, ó *incoloro* en frio.

Color *verde botella* al de reduccion ó *verde azulado*.

Los *óxidos de cobre* al fuego de oxidacion nos dan un color *verde*; al fuego de reduccion, el vidrio del *borax* es *incoloro* en caliente, y *rojo ladrillo* en frio.

2.º La *Sosa*. Empléase la *sosa* como fundente y disolvente en caliente, y á la vez como reactivo para descomponer las sales insolubles, sustituir sus bases, y dando lugar á un fenómeno de doble descomposicion.

En algunos casos se funde con la *sosa* como se haria con el *borax* sobre la lámina ó hilo de platino, un mineral que tiene un óxido colorante. Pero el principal uso de la *sosa* en union con el carbon, es para reducir los óxidos metálicos, y describir en los minerales las cantidades de metal reducible, bastante diminutas para escapar á los análisis hechos por la via húmeda. Sirviendo por fin la *sosa* para desagregar los silicatos en la cuchara de platino.

3.º *Sal de fósforo*. Es fundente como reactivo, por el fuego

se transforma en un *fosfato de sosa* monobásico muy fusible; lo cual dá lugar á emplearle como el *borax* para disolver en caliente los óxidos metálicos, haciendo resaltar mejor que el *borax* las tintas características de los diversos óxidos, de los cuales nos dá con poca diferencia los mismos colores, de tal modo, que el *hierro* nos dá á la llama de reduccion una perla amarilla ó rojiza; el *vanadio* nos dá á la llama de oxidacion una perla amarilla; con el *urano* se obtiene una perla verde, á la llama de oxidacion; advirtiendo, no se disuelve jamás en la *sal de fósforo* y nos dá un residuo que sobrenada en la perla.

Se emplea el ácido *bórico*. Tambien como disolvente en algun caso, y por su medio llegase á reconocer la presencia del ácido fosfórico en un mineral, «para lo cual se disuelve en caliente el mineral en el ácido bórico, se introduce un hilo de hierro en la masa fundida, el hierro se oxida á espensas del ácido fosfórico y se produce fosfuro de hierro y un borato de hierro. El fosfuro se funde en una bola metálica, blanca y frágil.» El hilo de hierro se emplea ademas para precipitar diferentes metales, ó para separar los del azufre, ó de los ácidos fijos, con los que pueden estar combinados.

Ensayos en el Espectróscopo.—Diferentes metales alcalinos y alcalino térreos nos dan el *espectróscopo*, despues de introducidos en la llama algunas rayas características y fáciles de reconocer, como sucede con el *potasio*, *sodio*, *bario*, *estroncio*, *calcio*, *litio*; entre los cuales el *potasio*, *sodio*, *calcio*, etc., se hallan con frecuencia en los minerales en especial en los *silicatos*.

Ademas el empleo del espectróscopo permite á veces descubrir en un mineral, cuerpos que habian pasado desapercibidos á las investigaciones ordinarias de la química; así que el *polux* que se ha mirado siempre como un *silicato de alumina y potasa* con un poco de *sosa* contiene una cantidad notable de *cesio* en lugar de la *potasa* que se le atribuía.

Veamos como se opera: tómese el mineral reducido á polvo con el hilo de platino humedecido de antemano con ácido clorídrico y se presenta á la llama de un pico de Bunsen. Es ne-

cesario tener cuidado de poner el hilo de frente á la hendedura del Espectróscopo é introducirle un poco en la llama; desde el momento en que aparece incandescente y cesado todo fenómeno colorante, es necesario humedecer de nuevo con el ácido, para mejor volatilizar los metales.

Si se trata de un silicato es menester calentarle muchas veces sobre el hilo de platino ó sobre la lámina, con el fluoruro de amonio, con objeto de eliminar la sílice, despues se humedece con ácido clorídrico. Como los diversos cloruros no son igualmente volátiles, obsérvanse de un modo sucesivo los espectros de cada metal: así que, en una mezcla de potasa y cal, se ven primero las rayas de la cal, y despues las de la potasa: hé aqui las rayas mas características de algunos metales:

Sosa.—Una raya amarilla única.

Cal.—Una raya verde y otra roja.

Litina.—Una raya roja única mas separada de la de la *Sosa* que la raya roja de la *Cal*.

Potasa.—Raya de un rojo sombra mas separada de la *sosa* que la de la anterior. Esta es visible con el vidrio azul, lo cual no se consigue con la anterior.

Estronciana.—Raya anaranjada muy cerca de la *sosa*; muchas rojas y una azul.

Barita.—Una série de líneas verdes apretadas las unas sobre las otras.

Ademas, tenemos en el instrumento un micrómetro que nos permite fijar la posicion exacta de todas las rayas, á la derecha é izquierda de la raya amarilla de la *sosa* que sirve siempre de punto de partida.

Es preciso para el otro medio de ensayar los minerales la facultad disolvente de los mismos en el agua, ácidos ó álcalis. Respecto del agua, se halla el campo muy limitado porque tenemos la *sal comun*, *sal amoniaco*, *sulfatos de hierro*, *cobre*, *magnesia* y *zinc*. Es inseparable el sabor á la solubilidad en el agua, facilita el medio de reconocer estas sustancias, así que algunos mineralogistas han tenido la idea de reunirlos en un mismo grupo al que daban el nombre de *hydrólytos*; tambien su-

cede que cuando el agua tiene dificultad de disolver los cuerpos en estado normal basta elevar la temperatura y tambien con la presencia de un *ácido, álcali ó sal*, que tenga en disolucion, si se emplea muchas veces el alcohol como disolvente es en razon del reconocimiento de los colores que estos comunican á la llama del alcohol.

Los ácidos alcalinos sustituyen al agua en el poder disolvente.

Los ensayos por los ácidos tienen por objeto:

- 1.º Ver si es soluble ó no, el mineral.
- 2.º Si produce efervescencia ó no.
- 3.º Si la disolucion es total ó parcial, dejando residuo térreo ó gelatinoso.

En el caso primero, veremos si la accion de los ácidos es lenta ó rápida debido á su saturacion y condiciones del mineral; el liquido resultante puede ser coloreado ó incoloro, lo cual debe observarse porque vemos que una disolucion verde, casi siempre sabemos pertenece á un mineral de *cobre*, así como el color rosado nos anuncia el *cobalto*. Las sustancias que se disuelven con efervescencia, hay que distinguir la naturaleza del gas, así como la intensidad del fenómeno, así vemos que el *cobre nativo*, el piritoso y en general los metales nativos, combinaciones metálicas no oxidadas, así como tambien ciertos óxidos al minimum de oxidacion al disolverse en el ácido nítrico, producen una efervescencia de ácido nítrico característica por su olor, y color del ácido desprendido. Existen sustancias que se disuelven parcialmente dejando un residuo de mas ó menos consideracion; otras por el contrario son atacadas por aquellos, observándose en la disolucion una masa trasparante gelatinosa que tiene aspecto nubado: fenómeno observado en ciertos hidro silicatos: porque la parte gelatinosa es debida al hidrato de sílice, que por su estado de division flota en la disolucion. Algunas sales *deliquescentes* estando disueltas y espuestas á un aire húmedo, atraen la humedad atmosférica, en gran abundancia, bastando el agua que absorben para disolverlas, de manera que se resuelven en liquido (como la sal marina).

Efflorescentes. Son las sales que se reducen á polvo e-puestas

al aire; sales hidratadas que ceden al aire toda ó parte del agua de cristalización ó combinacion, fenómeno opuesto á la deliquescencia. Las sales de sosa hidratadas como la sal de Glaubero son muy eflorescentes al aire, así como el *nitro*. Algunas sales privadas de agua, como el *sulfato de sosa anhidro glauverita*, se reducen á polvo en el aire, por cuanto se hidratan tomando agua de la atmósfera, consecuencia de esto mismo es la completa desagregacion que experimentan.

Si queremos darnos razon de como se practica cualquier ensayo; supondremos que se quieren determinar la composicion cualitativa de un compuesto salino formado por la union del ácido silícico con tantas bases como requiera, los silicatos son insolubles desde luego, de modo que lo primero, será menester calcinar el silicato con la sosa; luego se disuelven en el ácido clorídrico ó nítrico; despues de lo cual la primitiva combinacion queda destruida y separados los principios constitutivos del mineral. Para eliminar la silice, es preciso, como hemos dicho evaporar la disolucion á sequedad y luego se trata el residuo por el agua que disuelve todas las bases, las que se hallarán en el estado de *cloruros ó nitratos* segun se haya empleado el *ácido clorídrico* ó el *nítrico*. Filtrase la disolucion, y lo que en el filtro quede es la silice.

Búscanse las bases en el licor filtrado; se tratará la disolucion por el amoniaco cáustico hasta que tenga un ligero olor amoniacal; el amoniaco precipitará todas las bases, menos poderosas que él, así como la alumina, glucina, peróxido de hierro; y no quedará en el liquido sino los álcalis fijos, la barita, estroncioniana, cal, magnesia, etc.

5. *Procedimientos en los ensayos por la via húmeda.*

Los reactivos necesarios á este fin pueden ser, y de hecho lo son de dos clases:

PRIMERA CLASE DE REACTIVOS.

Líquidos.

- Acido Clorídrico.
- » Sulfídrico.
- » Nítrico.
- » Sulfúrico.

Alcohol.

Amoniaco.

Agua destilada.
• de cal.

Cloruro amonico.

• Platínico.

Cianuro ferroso-potásico.

• férrico-potásico.

Sulfidrato amónico.

• Potásico.

Infusion de agallas.

Potasa cáustica.

Sosa cáustica.

Nitrato argentino.

• Bórico.

• Cobáltico.

• Plúmbico.

Oxalato amónico.

Sulfato amónico.

Carbonato amónico.

Sólidos.

Borato sódico.

Nitrato hórico.

» Polásico.

Fosfato sódico amónico.

Subcarbonato sódico.

Limaduras de cobre.

Láminas de cobre.

» de hierro.

» de estaño.

» de zinc.

Estaño en hojas delgadas.

Cloruro de estaño.

Sulfato ferroso.

Los ensayos por la via húmeda tienen por objeto disolver los cuerpos ya sea en el agua, en las ácidos ó en los álcalis. Siempre que se pueda disolver con mas ó menos trabajo el cuerpo en el agua, deberemos emplear este líquido con preferencia á otro, cuando de ninguna, le conseguimos disolver, entonces tendremos que hacer uso de los ácidos ó álcalis.

No obstante las disoluciones por el agua pueden ser aplicadas en muchos casos á cuerpos que no son solubles, y aplicando seguidamente el sabor, pues sabemos que todos los cuerpos solubles necesariamente han de tener sabor; así es que una sal de sabor amargo fresco, diremos que es el nitro; si ácido y astrigente es de hierro.

En muchas ocasiones sucede que los minerales no son solubles, en este caso se funden con el carbonato de cal ó bicarbonato sódico, por cuyo medio el ácido carbónico se desprende y queda libre el óxido de sódio que forma una sal alcalina soluble, otras veces produce una sal que se disuelve parte en el agua y parte en los ácidos.

Luego, los ensayos por la via húmeda tienen por objeto saber en qué líquidos son solubles los minerales, si se produce ó no efervescencia y si se disuelve todo, ó queda algun residuo, así como el aspecto de este si le hay, puede ser gelatinoso ó térreo. Cuando el cuerpo se disuelve deberemos observar si hay efervescencia ó no, si la disolucion se verifica lenta ó rápidamente, así como tambien el color de las disoluciones; este carácter que á primera vista parece insignificante, basta por sí solo para determinar la mayor parte de las veces no tan solo el género á que pertenece el mineral, sino tambien las especies de estos mismos minerales; así sucede en las disoluciones de *ácido de cobre* y *ácido nítrico* aparece un color verde característico por la reaccion, hay vapores rutilantes de color verde esmeralda, si el color de esta disolucion fuese mas ó menos rosáceo; diríamos que habia *cobalto*.

Cuando hay efervescencia notaremos la naturaleza y el estado de ella, así los óxidos generalmente producen una efervescencia mas ó menos rápida. La efervescencia disminuye segun

Wolfran, estando mas ó menos diluido el cuerpo. Tambien en la efervescencia tendremos que estudiar el gas que de ella se desprende, que cuando es incoloro, puede decirse casi siempre que es ácido carbónico; si tiene color podrá ser debido este, á otros gases muy diversos. Tambien observamos si la efervescencia es ó no rápida, lo cual no es buen distintivo, pues depende casi siempre del estado en que esté el cuerpo y de la mayor ó menor pureza del mismo: así sucede en las cales carbonatadas. La *dolomia* produce una efervescencia mas lenta que la cal carbonatada pura, si los minerales están reducidos á polvo la efervescencia será mas considerable y rápida.

Si durante los ensayos no se disuelve totalmente el cuerpo sino que deja un residuo mas ó menos abundante, (el cual unas veces suele ser gelatinoso, en cuyo caso diremos que el mineral es un *hidro silicato*); la disolucion parcial nos indica una mezcla con cuerpos insolubles, así es como se distinguen las *cales hidratadas* de las otras (que no lo son), aquellas que suelen tener arcillas interpuestas que nos dejan un residuo mas ó menos intenso que sirve para caracterizar dichas cales; así, las que tienen poca arcilla las denominamos poco hidráulicas, medianamente hidráulicas, hidráulicas y eminentemente hidráulicas, siendo de advertir que no son muy buenas hidráulicas porque tengan mucha arcilla, sino que cuando esta es excesiva pierden su hidráulicidad.

6. *Ensayos por los alcalis.*

Son en muy corto número, y en realidad para lo que sirven es para modificar y rectificar los resultados obtenidos por los ácidos, así una sal de plata tratada por el ácido clorídrico nos dá un precipitado blanco que podria quedarnos duda de si efectivamente era el cloruro argentino y entonces añadiéndole un poco de amoniaco volverá á quedar disuelto, no quedándonos duda de la existencia del cloruro de plata: del mismo modo podremos valernos de la potasa como sustancia alcalina.

Estos son los principales ensayos para los cuales tendremos

que hacer uso, como se ha manifestado de una lámpara, etc., y considerando como accesorio, *copas* para las disoluciones, y cuando dispongamos de cortas cantidades de reactivos, *vidrios de reloj* que se agarran con unas pinzas de platino en su terminacion; metal inatacable, pues si se emplease unas de hierro por ejemplo, podria resultar su disolucion, en cuyo caso nos encontrariamos con una sal de hierro que no sabriamos de donde procedia y que achacaríamos al mineral, que probablemente no tuviese la mas mínima cantidad de hierro.

El análisis cualitativo es muy bastante para manifestar en la mayor parte de los casos, la naturaleza de los cuerpos. Sin embargo, hay cuerpos que como el azúcar y el alcohol tienen, una misma composicion quimica, siendo muy diferentes sus propiedades lo que depende de las diferentes cantidades que entran en la composicion, de modo que el análisis cualitativo no bastará, tienen lo por lo tanto que proceder al *cuantitativo*, el cual necesita muchas mas precauciones que el anterior.

7. *El análisis no siempre establece con claridad las diferencias en los cuerpos.*

El análisis basta, en la mayoría de los casos, para establecer con claridad las diferencias que presentan las especies minerales; hay no obstante casos en que este medio que en un principio parece tan fácil, pueda fallar: en efecto; sucede á veces en que solo nos dá á conocer la naturaleza y las proporciones relativas de los cuerpos simples que entran en la composicion de los cuerpos; acontece que las sustancias minerales, formadas de los mismos elementos y en las mismas proporciones, difieren bastante entre si para que sea indispensable separarlas. Sucede que existen dos carbonatos de cal que dan exactamente los mismos resultados por el análisis, y no obstante difieren notablemente entre si por el conjunto de sus caractéres físicos. Uno de ellos el *Espato calizo*, cristaliza y se esfolia con la mayor facilidad en Romboedros; no posee cuando es trasparente, sino un solo eje de doble refraccion; pesa menos y tiene menor dureza.

El Aragonito cristaliza en prismas distintos del Rombeedro, de una esfoliacion mas dificil, tiene dos ejes de doble refraccion: una cosa análoga sucede con dos especies de Sulfuro de hierro como en la Pirita comun y la Pirita blanca, radiada ó Esperquisa.

De modo que en estos casos como en otros semejantes, para establecer las diferencias habidas, es preciso recurrir á las propiedades físicas mas importantes, siendo una de las mas importantes la del agrupamiento molecular, correspondiente á la naturaleza íntima del cuerpo, que nos lo revela la forma cristalina: dos cuerpos de una misma composicion, que cristalizan de dos maneras distintas ó en dos sistemas diferentes, sus diferencias se refieren por consiguiente á su diversa agrupacion molecular; luego en este caso el análisis no basta á establecer estas diferencias y precisamente las encontramos en las propiedades físicas que dichos cuerpos siempre nos presentan.

8. *Cuerpos electro-positivos y cuerpos electro negativos.*

Llámanse cuerpos *electro negativos*, los que no conducen bien el calor y la electricidad.

Cuerpos *electro-positivos* los que conducen bien el calor y la electricidad, y espuestos á la accion de la pila se dirigen al polo negativo.

Para reconocer los cuerpos llamados electro-negativos, usaremos indistintamente los ensayos por la via seca ó la húmeda, y aun en muchos casos de las dos, sucesivamente, puesto que el solo ensayo por la via seca pudiera dejar lugar á duda, por lo cual podremos rectificar, los resultados obtenidos, por la via húmeda, pues que si bien la fusion nos distinguirá muchos minerales; así nos podrá dar á conocer el Rubí que no tiene la propiedad de fundirse del Granate que se funde (que es muy semejante;) el cristal de roca que no se funde de la esmeralda incolora que tiene esta propiedad; el platino que no se funde, de la plata que si, y algunos otros.

Siete son los principales ensayos que podremos practicar para reconocer los cuerpos electro-negativos.

Primer ensayo: Se reduce el mineral á polvo, y se le echa en un tubo de ensayo, y elevando la temperatura observaremos si se condensan en la parte alta y fria del tubo unas pequeñas gotas de agua en cuyo caso diremos que el mineral es un hidrato, tal observamos con el sulfato de magnesia hidratado; es preciso sin embargo examinar si dicha agua es *ácida* ó *alcalina*, lo primero lo conseguiremos aplicándole un papel reactivo de tornasol que se enrojece- rá en tal caso, si *alcalina* lo probaremos con el mismo pa- pel de tornasol préviamente enrojecido por un ácido, en cuyo caso le devolverá el color azul propio de dicho papel, sin em- bargo se prefiere usar el papel de curcuma que será enrojecido por el álcali, tambien por este medio se reconocen los *Hidrar- giuros*, pues condensan pequeñas gotas de mercurio en la parte alta y fria del tubo, que hasta llegan á azogar completamente algunas partes del tubo, de este modo podemos distinguir perfectamente el *Sulfuro de mercurio* de la *Plata roja*, con la que á primera vista pudiera confundirse, si se combina el papel con el hierro, entonces se forma el *sulfuro de hierro* dejando el mer- curio: tambien por este medio puede acusarse la presencia del *Antimonio* que en contacto del aire forma el *Óxido de antimonio* el cual forma unos vapores blancos que se adhieren al tubo y que por el calor se volatilizan.

2.º Ensayo. Oxidar los cuerpos en un tubo encorvado y abierto por sus dos estremidades, se desprenderá el óxido en vapores blancos, por este medio reconoceremos los *Seleniuros* por su olor de verza podrida y formacion del *òxido de selenio*.

Los *Arseniuros* por su olor de ajos bien característico.

Los *Antimoniuros* por la produccion de unos vapores blancos que determinan un sublimado volatilizable de un punto á otro del tubo: adhiriéndose á sus paredes en forma de un polvo blan- co fino.

El *Teluro y telururos*; los cuales dan unos vapores blancos de Óxido de Teluro, que al depositarse en las paredes frias se fun-

de en forma de unas pequeñas gotas de aspecto cristalino.

Azufre y sulfuros; los cuales forman una cantidad de ácidos sulfurosos que por su olor, es fácil de reconocer. Sin embargo, ciertos sulfuros, no producen este efecto habiendo que apelar al cuarto ensayo.

5.º *Ensayo.* Reducido el mineral á polvo y mezclado con el carbon, se le calienta en el tubo cerrado cuyo efecto es desoxidar ciertos cuerpos, por cuyo medio se descubre.

1.º El Acido Arsenioso }
 Arsenitos y arseniatos } reaccion $ASO^3 + C = ASO + CO^2$ por el mismo medio se descubre el *Acido sulfúrico* y *sulfatos*, $SO^3 + C = CO + SO^2$ así como el *Acido antimoniaco* y *Antimónico* los cuales se desoxidan y nos presentan los vapores blancos de que ya hemos hecho mencion. Por fin los *Nitratos* por cuanto durante la operacion toman al dilatarse el aspecto de una usada.

4.º *Ensayo.* Mezclando las sustancias con carbon para dar lugar á nuevas combinaciones; de este modo se caracterizan los llamados *Sulfuros* y *sulfatos*; estos se trasforman por la reaccion $FeO, SO^3 + 2C = 2CO^2 + FeS$ los *sulfuros* los reconoceremos sin necesidad del carbono tratándolos por una corta cantidad de agua acidulada como podemos observar: $FeS + SO^3, n(HO) = FeO, SO^3 + HS.$

5.º *Ensayo.* Tratando los cuerpos por el *acido nítrico* el cual nos dará á conocer la presencia del *acido carbónico* cuando hay eferescencia y desprendimiento de un gas incoloro, insipido y muy poco oloroso, lo mismo que la presencia del *Acido bórico* en los Boratos, el cual queda depositado en unas escamitas pequeñas y brillantes de lustre nacarado (un residuo blanco que nos da por el alcohol la propiedad de brillar con llama verde). Los *Silicatos*, los cuales se nos manifiestan por una jalea que no es más que un precipitado gelatinoso de silice en su estado particular.

6.º *Ensayo.* Fundiendo la sustancia mineral en dos veces, su peso de *fosfato sódico amónico* y así que estén fundidos se pone en contacto de un *fluoruro*, se desprenderán vapores de *ácido fluorídrico* que atacan al vidrio, cuando vemos la misma operacion con los *cloruros* y *cloro* sometidos á la llama del soplete, se teñi-

rá esta de un *color azul* purpúreo siempre y cuando se mezcle tambien con el óxido de cobre.

Bromo y bromuros; cuando se somete el Bromo y Bromuros á esta operacion, el resultado es una llama de color azul intenso.

Yodo y yoduros: que tienen la llama por el mismo procedimiento de un color verde intenso.

7.º *Ensayo*. Calentar y aun fundir el subcarbonato sódico en contacto del mineral, (el ácido de este si le tiene, forma con aquel una sal que puede ser ó no soluble en el agua.) Cuando es soluble en el agua añadiremos una pequeña cantidad de *ácido nítrico* ó clorídrico para que acabe de reducir todo el subcarbonato que pudiera haber quedado sin descomponer; en seguida, si tratado por el *nitrate argentino* nos dá un precipitado amarillo, diremos que el cuerpo sometido á dicho ensayo era un *fosfato* por indicarnos este ensayo la presencia del *ácido fosfórico*; por el *Motibdato amónico*: nos dá un precipitado bastante visible.

El *Cromo* y los *cromatos* nos darán por el *nitrate de plata* un precipitado de rojo intenso, amarillo, que se blanquea muy pronto; el de los ácidos Molibdico, Tungstico y Vanádico toman un color azul intenso echados sobre una plancha de estaño: pero para distinguir estos tres cuerpos, trataremos el del ácido molibdico por un ácido y nos dará un precipitado blanco, y lo mismo en los otros cuyos precipitados recogidos y fundidos con el borax nos darán; un vidrio verde el de Molibdeno, azul el Tungstico é incoloro el Vanádico. Tambien la *silice*, puede precipitar en blanco por la accion de un ácido, el cual no puede aparecer al pronto. Si es *insoluble* en el agua, tendremos que disolverle en el ácido clorhidrico y en él averiguaremos la presencia de la silice, si no toma ningun color con el fosfato sódico amonico, evaporado al soplete:

El *Titano* nos deja un *vidrio azul violado*, y la *Alumina* no nos deja ningun residuo, ó cuando se le agrega algo de amoniaco, cristaliza en unos copos blancos que es la forma que toma la alumina cuando está libre.

— Espuestos los siete principales medios para el reconocimien-

to de los minerales *electro-negativos* espondremos otros medios secundarios.

Calentando el cuerpo con el *nitrate potásico*, nos puede acusar la presencia del cloro, si durante la operacion se funde y hay vapores blancos con el olor característico del cloro.

Tratando algunos minerales por el *ácido sulfúrico* nos dan unos vapores blancos que corroen el vidrio, diremos que el mineral era un fluoruro. Los *yoduros* tratados por el *ácido sulfúrico* y *peróxido de manganeso* nos darán unos vapores violados de *yodo*.

Los *Bromuros*: nos darán vapores rojos intensos; y en general todos los cuerpos alógenos presentarán los mismos y análogos fenómenos: reaccion $\text{Na, Cl} + \text{MnO}_2 + 2\text{SO}_3 = \text{NaO, SO}_3 + \text{MnO, SO}_3 + \text{Cl}$. La presencia del *ácido nítrico* ó nitratos, la probaremos uniéndole al cobre y tratándole por el *ácido sulfúrico*. Reaccion $\text{KO, NO}_5 + \text{Cu} + 2\text{SO}_3 = \text{KO, SO}_3 + \text{CuO, SO}_3 + \text{NO}^4$.

9.º *Reconocer los cuerpos electro positivos.*

Investigaciones de las bases.

Seis son los medios que tenemos para el reconocimiento de los cuerpos *electro positivos* ó bases.

1.º *Ensayo*. Calentando el mineral sobre el carbon al fuego de reduccion, si la llama adquiere un color rojo intenso con aureola naranjada, el mineral tendrá Cadmio.

2.º Fundir sobre la placa de platino un poco de subcarbonato sódico y echando la sustancia mineral, esponiéndola al fuego de reduccion primero, y al de oxidacion despues, se adquiere al primero un color verde, que se convierte al segundo en amarillo, el mineral tendrá *Cromo* ó será un *cromato*; y Manganeso si es de un verde-azulado.

5.º Fundir la sustancia mineral con el *Borato sódico* despues de tostado aquel al fuego de oxidacion, y si fundidas las dos nos dan un vidrio de *color azul intenso* diremos que el mineral tiene *Cobalto*. Tambien se puede notar el mismo fenómeno con una disolucion nítrica; este ensayo nos dá á conocer la presen-

cia de la alumina ó las sales de esta, cuando el vidrio que nos dá es de un color azul verdoso.

4.º Tratar las sustancias por el *ácido nítrico* en cuyo caso podrán disolverse ó no, en él; cuando no se disuelva, le combinaremos previamente con el subcarbonato de sódio en cuyo caso ya se fundirá. Si la sustancia se disuelve y contiene cuerpos sin oxidar, una parte del *ácido nítrico* se descompondrá, tres de su oxígeno irá á oxidar las materias que no lo estén, y las otras dos con el nitrógeno formarán (en contacto del aire,) el deutoxido de nitrógeno, fórmase ácido hiponítrico característico por los vapores rutilantes que despiden. Si una disolución nos dá vapores rutilantes y un precipitado blanco amarillento, se dirá, que el mineral contiene *Molibdeno* y el precipitado de *óxido molibídico*; cuando la sustancia se disuelve en parte y precipita otra, recogeremos este precipitado, y si se volatiliza por la elevacion de temperatura, diremos que el mineral tiene *Antimonio*, y el precipitado de *óxido de antimonio* muy volátil. Si se forma un precipitado abundante que recogido no se funde ni volatiliza, diremos que el mineral contenia mas ó menos *Estaño*. Si el mineral se disuelve completamente en este ácido podremos descubrir otras sustancias metálicas, como el *Bismuto*. Será de *Plata* el mineral si por un cloruro nos dá un precipitado soluble: una gota llevada sobre una lámina de *cobre* forma un precipitado blanco cristalino metálico; lo que equivale á que frotada una placa de cobre con dicha disolución, la placa se plateará. Lo mismo podremos sospechar la existencia de una sal de Mercurio, si sumergida en ella una lámina de *cobre* tambien se platea, en cuyo caso pudieran confundirse la de *plata* y *mercurio*, pero se reconocerán porque espuestas á la accion de un fuego vivo, la de este se volatiliza mientras permanece fija la de aquel. Tambien podemos en dicha disolución probar la del *cobre* sumergiendo en ella una *lámina de hierro* á la que se adhiere una capa de *cobre* verdadero, lo cual se llama por cementacion.

Niquel probaremos su existencia vertiendo una gota de su disolución en el *ácido nítrico*, sobre una placa de *hierro*, que

tratada la mancha por el *amoniaco* nos dará un color azul intenso.

Zinc; cuya presencia por el mismo medio, nos dará un color blanco.

Despues de estos ensayos se colocarán diferentes gotas de la disolucion primitiva sobre pequeños vidrios de reloj y se reconocerán; el *hierro*, tratando la disolucion por el cianuro ferroso potásico que nos dá un precipitado *azul* bastante intenso.

Plomo, *Barita* y *Estronciana*, dan un precipitado blanco por un sulfato, las cuales se distinguirán entre si porque la de *Plomo* con HS dá agua y un precipitado *negro* más ó menos intenso; si es de *óxido de Bario* no se pondrá negro por el HS y precipita aun cuando la disolucion esté muy diluida, y la de *Estronciana* por el *ácido sulfúrico* ó un sulfato no la ha precipitado aun cuando esté muy concentrada la disolucion. Como ya hemos manifestado en todas las operaciones hay que apartar la mitad de los precipitados y disoluciones: dada (por ej) una disolucion nítrica, se dividirá en dos porciones, con la primera haremos las experiencias ya indicadas: á la segunda la trataremos por un exceso de *Amoniaco* que se precipita formando unos copos blancos que se disuelven á su vez en el *amoniaco*; el mineral tendrá *Alumina* (ú *óxido de Alumina*). Si dá un precipitado mayor ó menor, el cual recogido ó fundido con el *fosfato sódico amónico*, nos dá un *vidrio verde*, el cuerpo tendrá *Urano*. Si se satura la disolucion y se trata por el agua, dá un precipitado blanco, tendrá *Iridio*.

Glucina tendrá cuando no precipite. Tendrá *Cal*; si el cuerpo dá por el *oxalato amónico* un precipitado blanco.

Magnesia si fundido el precipitado, nos dá un *vidrio incoloro* en caliente y *turbio* en frio.

5.º Tratar todas las sustancias por el *ácido nítrico*, si en este son solubles, y si no lo son, fundirlas previamente con el *Carbonato de barita*, que hará que la disolucion se verifique; trátase esta seguidamente por el cloruro amónico, el cual precipitará todas las sustancias en forma de *carbonatos*, menos la *Potasa*, *Sosa* y *Litina*; seguidamente se concentra el líquido en un crisol, y una vez filtrado y vuelto á evaporar en un crisol de

platino; si queda algun residuo, el mineral tendrá *Potasa* la cual, recogida y disuelta en el agua, se trata por el *cloruro de platino* formándose una sal doble de *amarillo de canario*. Si queda manchada la cápsula será la *Litina* y si queda un residuo que no se disuelve en el agua, y no dá precipitado por el *cloruro de platino* será la *Sosa*, y si mezclada con la *Cal* y agitada la mezcla nos dá un olor á amoniaco, será el *cloruro* de esta base; de modo que tendremos la reaccion $\text{NH}_3\text{Cl} + \text{Ca} = \text{Ca Cl} + \text{NH}_3$.

6.º Para descubrir la existencia de los metales preciosos nos serviremos del agua régia (ácido cloro-nítrico), que los disuelve, y si tratada la disolucion por el *cloruro* de Estaño, dá un precipitado purpúreo (*Púrpura de Casia*,) será el *oro*.

Será *platino* si nos dá un precipitado de color amarillo de canario por la *potasa*.

Nótese sin embargo que solo nos hemos ocupado de los cuerpos más ordinariamente encontrados en la naturaleza, pero como pueden presentar muchas dificultades que no podrian seguramente vencerse; veremos de esponer algunas ideas á su más sencilla solucion.

4.º Al tratar los cuerpos por el *ácido nítrico*, podriase manifestar el *Paladio* de disolucion roja que precipita sobre una lámina de cobre, lo hace en negro por el *Cloruro de estaño*; anunciándose la presencia del *Torinio* por la ebullicion, despues de la adicion de un sulfato, porque el sulfato de *Torinio* se precipita á 100º.

2.º En el ensayo de disolucion por un exceso de *amoniaco*, el precipitado puede contener sustancias que no hemos indicado, á saber: *Glucina* que está unida con la alumina en la disolucion potásica, es menester saturar con un ácido para tratarla de nuevo por el amoniaco. Si el precipitado es la *Alumina pura*, introduciendo una gota de *nitrato de cobalto*, y calcinándole toma un hermoso *color azul*. Si este es de *glucina pura*, el color aparece negro, si hay mezcla se obtiene un azul súcio.

Zircona, Lilio y Cerio: El residuo de la accion de la *potasa* puede contener estas tres sustancias, vuelto á tomar por el ácido nítrico, eliminado despues para tomar el exceso de ácido y

vuelto á disolver en el agua, nos dá un precipitado blanco por el oxalato de amoniaco. Para el *primero*, este precipitado aparece de *moreno canela* por calcinacion, y forma con el doble fosfato, un vidrio rojo en caliente, é incoloro en frio. Para los otros el precipitado no se oscurece; forma con el primero para el uno, un vidrio incoloro opaco con el doble fosfato; para el otro, un vidrio trasparente.

5.º No hablaremos de las reuniones fortuitas que podrian encontrarse; porque entonces los precipitados podrian ser muy complicados, y para llegar á algunos resultados seria menester conocimientos de química más profundos.

10. *Análisis de los minerales. Necesidad del mismo.*

El ensayo químico basta siempre para la distincion de un cuerpo simple pero no asi con un compuesto, la naturaleza y el número de las materias reunidas no son bastantes y es preciso conocer las cantidades relativas. Ejemplo. Nadie confundirá el azúcar con el espíritu de vino, y no obstante son el uno y el otro compuestos de los mismos elementos como son; carbon, oxígeno é hidrógeno, y no se encuentra otra diferencia que la relación de las cantidades. Lo mismo tiene lugar en los minerales, hay muchos cuerpos compuestos de los mismos elementos, y que presentan las diferencias tan marcadas como los dos cuerpos precedentes; de que resulta que para caracterizarlos químicamente, es menester separar exactamente las materias, pesar cada una de ellas, y referirlo á la unidad, para establecer la comparacion bajo este punto de vista; de tal modo que se puede distinguir el *Minio* y el *amarillo de plomo* diferentes al exterior; aún formados de los mismos elementos.

$$\text{Amarillo de plomo} \dots\dots \left\{ \begin{array}{l} \text{Oxígeno} \dots\dots\dots 0,07 \\ \text{Plomo} \dots\dots\dots 0,93 \end{array} \right\} = 100.$$

$$\text{Minio} \dots\dots\dots \left\{ \begin{array}{l} \text{Oxígeno} \dots\dots\dots 0,10 \\ \text{Plomo} \dots\dots\dots 0,90 \end{array} \right\} = 100.$$

Exposicion de algunos medios generales. El análisis se hace poco mas ó menos como los ensayos; solo con algunas más precauciones que se podrian entonces descuidar. Es menester pesar una cierta cantidad de mineral reducido á polvo finisimo y tener cuidado de no perder nada en el curso de la operacion. Despues de haber calcinado, si se ha reconocido el agua, y pesada de nuevo para hacer constar la pérdida que es el peso del liquido, se trata por el *ácido nítrico*, por el *agua régia*, ó por fusion con antelacion á la Sosa, luego se recoge sucesivamente por filtracion, los precipitados que han podido formar en la disolucion; se les lava cuidadosamente haciendo pasar suficiente cantidad de agua sobre los filtros, se le pesa exactamente, (pero antes se secan de modo conveniente estos filtros, con la materia que llevan y se descuenta el peso del papel, que ha debido pesarse. Se recoge entonces el liquido filtrado y todas las aguas del lavado y se hacen vaporar de modo conveniente para provocar en seguida otros precipitados sobre cada uno de los cuales se opera del mismo modo. El objeto principal consiste en dirigir bien las operaciones sucesivas, emplear los reactivos que separan en totalidad una sustancia determinada y que no encierren parte alguna de las otras. En esto consiste la dificultad y los medios que nosotros hemos empleado en los ensayos.

En efecto; en tanto que no se trate, sino de descubrir la presencia de un cuerpo poco importante que le precipite conteniendo otros, con tal que estos estén ocultos y que los que se buscan se manifiestan claramente. No es lo mismo en el análisis, y hay casos en que se necesita el talento de un buen químico, para llegar á una separacion exacta de los elementos.

Afortunadamente en la mayor parte de los casos no hay necesidad sino de simples elementos de la ciencia, y estos son los que se presentan mas comunes en el uso de la vida. Asi, el análisis de las piedras *Calizas*, *Margas*, *Arcillas*, *tierras arables*, *Silicatos mas comunes*, *escorias de los ingenios*, de los *minerales de hierro*, de *Cobre*, de *Plomo*, de las *Sales empleadas en las ar-*

tes, de las *aleaciones más útiles*, pueden hacerse todos los días con facilidad; estos cuerpos en efecto, no encierran sino algunas materias perfectamente conocidas, de quien la separacion se hace siempre con bastante limpieza.

Esponiendo algunos análisis útiles, tendríamos una idea de lo que deberíamos hacer en los casos más ordinarios.

Ensayo en la Marga. Cinco gramos disecados á 100° han perdido 545 miligramos de agua. Otros cinco gramos, tratados por el *ácido nítrico* diluido, han hecho efervescencia durante algun tiempo y han dejado algun residuo arcilloso, que lavado, despues de disecado ó 100° pesan 5,879 gramos, de que resulta que el carbonato de Cal estraído por el ácido, es de 0,776 gramos. Esta Marga se compone desde luego.

Carbonato de cal... 0,776	} = 5.000	ó por 4. 0,1552	} = 1,0000
Arcilla y agua..... 4,224	 0,8448	

Cuya materia empleada en agricultura es más propia para los terrenos arenosos que para los arcillosos.

2.º *Ensayo en la piedra caliza.* Cinco gramos han sido atacados por el *ácido nítrico* y han dejado un residuo insoluble de 45 centigramos. La disolucion tratada por el Amoniaco nos ha dado 204 miligramos de peróxido de hierro que ofrece al soplete algunas señales de Manganesa.

El liquido reunido á las aguas del lavado, y evaporado lo bastante, ha sido tratado en caliente por el sub-carbonato de amoniaco y filtrado inmediatamente, ha dado un precipitado notable de Carbonato de Cal, luego, 100 partes de Carbonato de Cal contiene 56, 29, de Cal, de modo que la proporcion 100: 56, 29:: 4,098 : x=2,507, que nos dá la cantidad de Cal en el presente caso.

Por último, despues de la evaporacion de las aguas y calcinacion al rojo quedan de resto 217 miligramos de Magnesia, así que la piedra se compone de

Materia insoluble	0,150	..... ó por 1.....	0,0500
Peróxido de hierro ...	0,204	.....	0,0408
Cal	2,507	.....	0,4618
Magnesia	0,217	.....	0,0454
Acido carbónico con-			
eluido por diferencia....	2,422	.....	0,4244
	<u>5,000</u>		<u>1,0000</u>

5.º *Ensayo Cerusa* ó blanco de Cerusa que es el Carbonato de Plomo, pero se falsifica esta sustancia mezclándola con la Creta que disminuye su valor y quita mucha solidez á la pintura. Es muy útil saber cual es la naturaleza de la materia que un obrero emplea en el trabajo que se le hace ejecutar.

Análisis; 5 gramos de materia atacados por el ácido nítrico diluido nos deja 10 centígramos de residuo. La disolución tratada por el sulfato de sosa ha dado un precipitado de sulfato de plomo pesando 4,559 gramos; de donde se deduce 3,258 gramos de óxido de Plomo.

Ahora; 100 de Carbonato de Plomo, contienen 73,56 de óxido de Plomo. Se tiene la cantidad de óxido en el caso presente en la proporción $100 : 73,56 :: 4,559 : x = 4$ gramos de carbonato de Cal.

Después; 100 de Carbonato de Plomo contienen 83,46 de óxido de Plomo y tenemos la proporción $83,46 : 100 :: 3,338 : x =$ etc., el líquido filtrado, reunido á las aguas del lavado, y evaporado habiendo sido tratado por el sub-carbonato de amoníaco, ha dado 0,902 gramos de Carbonato de Cal. Esta materia encierra.

Cerusa pura ó Carbonato de Plomo..... 4 ó por 1..... 0,80

Creta.....	}	Carbonato de Cal.... 0,90	} 1.....	0,20
		Materia insoluble... 0,10			} 5.....	1,00

Luego la Cerusa está mezclada con un cuarto de Creta: Cuando el fraude se hace con una mezcla de sulfato de Barita esta permanece insoluble.

4.º *Caso; Escoria de los altos hornos.* La materia ha sido fundida con la Sosa, y el resultado tratado por ácido nítrico. Los cinco gramos han dado despues de la ebullicion 1,27 gramos de Silice. El Amoniaco ha determinado un precipitado de peróxido de hierro, que despues de haber sido lavado, y tratado por la Sosa, despues lavado de nuevo y secado, pesó 2,757 gramos. El líquido amoniacal, reunido á estas aguas de lavado, ha dado por el carbonato de amoniaco un precipitado de Carbonato de Cal de 4,805 gramos ó 4,016 gramos de Cal.

Las aguas sódicas evaporadas, despues saturadas de ácido y tratadas por el sub-carbonato de amoniaco nos dan un precipitado de Alumina de 205 miligramos y el resultado será

Silice,	Peróxido de Hierro,	Alumina,	Cal.	}	Total=5,226.
1,270,	2,757.	0,205.	4,010,		

El aumento de peso hace ver aquí, que el Hierro se halla en estado de protoxido, de que es menester reducir la cantidad á 2,544. Este resultado demuestra que es necesario modificar las operaciones del ingenio, uniendo al mineral lo que se llama Castina (Carbonato de Cal), con objeto de saturar la Silice y evitar la pérdida en hierro. El análisis de los minerales y de la Castina desde luego determinarian positivamente la cantidad de fundente que se ha de emplear. Cuyos ejemplos bastan para demostrar lo observado.

11. *Enunciacion y comparacion de los análisis.*

Cuando solo se trata de los usos comunes de la vida, no hay necesidad de espresar la composicion de otro modo que por los pesos mismos que proporciona el análisis; pero cuando se considera á los Cuerpos brutos, bajo el punto de vista científico, se reconoce luego que es imposible compararles unos á otros espresando el peso, porque las relaciones son mucho más complicadas. Asi, aún cuando no se perciban grandes diferencias en los Cuerpos.

Azufre	Primer analisis	0,192.	Segundo	0,162	Tercero	0,175
Cobre	"	0,189.	"	0,518	"	0,455
Plomo	"	0,619.	"	0,520	"	0,572

Es difícil enunciar estas diferencias de modo que puedan darnos una idea clara.

Durante largo tiempo se ha parado poco la atención en la composición química, contentándose con comparar los cuerpos por los caracteres exteriores; poco ha se conocen las leyes por las que se ha podido deducir lo útil de muchos cuerpos, de aquí, que por el conjunto de todas las observaciones, se vé que todos los cuerpos simples ó compuestos se combinan entre sí, en cierto número de proporciones clara y distintamente determinadas, que no admiten ninguna intermedia, que tienen entre sí las relaciones simples á lo menos cuando se trata de los minerales. Sabemos que

100 partes oxigenos se combinarán con 201,50, de Azufre nos dan el ácido hiposulfúrico; 200 oxígeno con 201,42 Azufre (Acido sulfuroso:); 500 oxígeno, con 201, 18 Azufre; Acido sulfúrico.

100 oxígeno se combinan con 595,69 de Cobre.

100 " " " 791,59 de "

200 " " " 595,68 de "

100 Azufre " " 595,59 de Cobre.

200 " " " 595,38 de "

100 Silice " " 184,99 de Cal.

200 " " " 184,98 de "

500 " " " 184,98 de "

Es decir que una cantidad determinada de base, ó el doble de esta cantidad, se combina con otra de cuerpos electro-negativos, ó con dos, tres veces etc., esta cantidad: este es un hecho de análisis inorgánico.

12. Enunciación atómica.

En esta exposición de análisis, obsérvase una manera más cómoda para su enunciado y comparación de los diferentes compuestos. En lugar de considerar el núm. 100 en los cuerpos oxigenados, como el peso de cierto número de partículas, de

oxígeno, se ha pensado considerarle como el peso de una partícula, tomando al mismo tiempo el número correspondiente por peso de una partícula de masa. Desde entonces, se ha dicho:

En los compuestos de Oxígeno y Azufre las cosas son de tal modo que hallamos sucesivamente, una partícula de Azufre, pesando 201,46 reunida á una dos ó tres partículas de oxígeno pesando cada una 100. Del mismo modo en los óxidos de cobre una partícula de cobre pesa 395,69 se encuentra reunida con una ó dos de oxígeno, ó dos partículas de cobre con una de oxígeno.

Desde luego hemos procedido á buscar el peso de la partícula de cada cuerpo, á partir de 100 que se admite para el oxígeno, ó de otro ya fijado con relacion á esta unidad: así 201,46 lo está para el Azufre. Si no se conocen los óxidos de cobre, se podría tener el peso de la partícula buscada en este metal por los sulfuros.

Un sulfuro de cobre, tiene Azufre y cobre; el peso de la partícula de azufre es de 201,465: sabiendo que un sulfuro es compuesto de 100 de azufre y 395 cobre, fórmase la proporcion siguiente $100 : 395, 58 :: 201, 465 : x = \text{peso de la partícula buscada}$.

Estas son las bases de lo que llamamos Teoría atómica ó de los equivalentes, que ha prevalecido sobre el de la partícula que se hubiera podido adoptar.

15. *Trasformaciones atómicas.*

Espresándonos de esta manera, se puede enunciar con facilidad todas las especies de combinaciones, y sobre todo comparar las unas á las otras; pero ante todo es preciso, trasformar en *relaciones atómicas*, las *relaciones en peso*, que son proporcionadas por el análisis. Esta trasformacion se hace dividiendo el peso de los componentes (de cada uno,) por el *peso atómico* corespondiente y reduciendo en seguida las relaciones á su mas simple espresion.

Para el primero de los procedentes.

	<u>Pesos.</u>	<u>Se hallarán las relaciones atómicas.</u>
Azufre	0,192	..... 0,00095..... ó 2.
Cobre	0,189	..... 0,00048..... ó 1.
Plomo.	0,619	..... 0,00048..... ó 1.

Para esto se buscará en las tablas los pesos atomísticos del *Azufre*, *Cobre* y *Plomo* que lo son 201,165. 595,695. 1294,498, por los cuales *se dividirán* los pesos correspondientes dados por el análisis, como sigue.

Pesos del análisis.....	<u>0,192</u>	·	<u>0,189</u>	·	<u>0,619</u>	::n
Pesos atómicos.....	201,165	·	595,695	·	1294,498	

: n. n. de modo que los cocientes nos darán relaciones atómicas 2, 1, 1 determinados despues de las operaciones.

Luego el cuerpo se halla compuesto de *dos átomos de Azufre*, *un átomo de Cobre*, y *un átomo de Plomo*. Los otros dos análisis dados se trasforman del mismo modo.

Ahora veamos lo difícil que es demostrar como se trasforman los análisis de cuerpos oxigenados. Ejemplo: Conociendo el peso atómico de la *Silice*=577,488; el de la *Alumina*=642,554; y el de la *Cal*=556,019.

4.º análisis

5.º análisis

<u>Cuerpos.</u>	<u>Peso.</u>	<u>Relaciones atómicas.</u>	<u>Peso.</u>	<u>Relaciones atómicas.</u>
Silice...	0,403.	0,00070 ó 2 átomos.	0,424.	0,00073 ó 5 at.º
Alumina	0,225.	0,00055 ó 1 " "	0,514.	0,00049 ó 2 " "
Cal.....	0,572.	0,00104 ó 1 " "	0,262.	0,00073 ó 2 " "

Despues de practicadas iguales operaciones tendremos por resultado en los *cinco* análisis anteriores.

1.º Azufre,² Cobre,¹ Plomo,¹ 2.º Azufre² Cobre,² Plomo,¹ 3.º Azufre,³ Cobre,¹ Plomo¹ 4.º Silice,² Alumina,¹ Cal,³ 5.º Silice,² Alumina,² Cal.³

No obstante es fácil comparar estos cuerpos los unos á los otros, espresar con claridad las diferencias, con objeto de formarse una idea clara.

14. *Espongamos los signos de composicion. Nomenclatura.*

Para representar la composicion de los cuerpos mas fácilmente, se emplean las iniciales de los nombres en lugar de estos, tomando para ello lenguaje comun á los nombres latinos. En la siguiente tabla cada cuerpo es electro-negativo respecto á los que le siguen y electro-positivo respecto á los que preceden.

<i>Nombres españoles.</i>	<i>Fórmula.</i>	<i>Nombres españoles.</i>	<i>Fórmula.</i>
Oxígeno.....	O.	Paladio	Pd.
Fluor	F.	Plata	Ag.
Cloro	Cl.	Mercurio	Hg.
Bromo	Br.	Urano	V.
Yodo	I.	Cobre	Cu.
Azufre	S.	Bismuto	Bi.
Selenio	Se.	Estaño	Sn.
Fósforo	P.	Plomo	Pb.
Nitrógeno.....	N.	Cadmio	Cd.
Carbono.....	C.	Zinc.....	Zn.
Boro	B.	Niquel	Ni.
Silicio	Si.	Cobalto	Co.
Arsénico.....	As.	Hierro	Fe.
Cromo	Cr.	Manganeso.....	Mn.
Vanadio	V.	Cerio	Ce.
Molibdeno.....	Mo.	Lantano	La.
Tungsteno.....	W.	Didimio	D.
Antimonio	Sb.	Erbio.....	E.
Teluro	Te.	Terbio	Tr.
Pelopio	Pp.	Thorinio.....	Th.
Ilmenio.....	Il.	Zirconio	Zr.
Niovio	Nb.	Itrio	I.
Tántalo.....	Ta.	Glucinio.....	G.
Titano	Ti.	Aluminio	Al.
Oro.....	Au.	Magnesio.....	Mg.
Hidrógeno	H.	Calcio	Ca.
Osmio	Os.	Estroncio.....	Sr.
Rutenio.....	Ru.	Bario	Ba.
Iridio	Ir.	Litio	Li.
Platino	Pt.	Sódio.....	Na.
Rodio.....	R.	Potasio.....	K.

Para designar una combinacion, se escriben los signos de los componentes, uno despues de otro y para indicar los números atómicos, se colocan las cifras en esponente sobrentendida la unidad, como *Fe Su* nos indica la combinacion de un átomo de Hierro y uno de Azufre etc. En las combinaciones de tres ó de un número mayor de elementos, se puede escribir la fórmula de muchas maneras, como si $Fe\ Cu\ Su^2$, partiésemos el elemento electro-negativo entre las dos bases, $Fe\ Su\ Cu\ Su$ y poner $Fe\ Su + Cu\ Su$. Así tambien $Fe^2\ Cu\ Su^3$ escribiremos $Fe^2\ Su^2 + Cu\ Su$: pero que entonces los esponentes que son del mismo valor se escriben como coeficientes y se dice $2\ Fe\ Su + Cu\ Su$. Lo cual se apoya teóricamente, sobre que los componentes ternarios de nuestros laboratorios son lo más frecuente el resultado de la combinacion de dos compuestos binarios. Podria escribirse lo mismo la composicion de los cuerpos oxigenados: CaO, SiO_3 indicarian la union de *un átomo de Calcium* y *un átomo de Oxigeno*, de *un átomo de Silicio* y *tres de Oxigeno*: pero los cuerpos Oxigenados siendo muy numerosos se ha convenido, para evitar complicaciones en las fórmulas, suprimir el signo y reemplazarle por algunos puntos sobre la letra, en número igual al de átomos. Tenemos $\overset{\cdot\cdot}{Ca}\ \overset{\cdot\cdot}{Si}$ en lugar de $CaO\ SiO_3$. Cuando sucede que la base entra por dos átomos en el Oxido se ha convenido cortar la letra por medio de una línea horizontal. Así $Fe^2\ O^3\ Cu^2\ O$ se escribirá $\overset{\cdot\cdot}{Fe}\ \overset{\cdot\cdot}{Cu}$, y por la dificultad de tener estas letras rayadas sobre todos los cuerpos se aplican otros medios, cortar la letra por un corte de lima como sigue: $\overset{\cdot\cdot}{\text{Fe}}\ \overset{\cdot\cdot}{\text{Cu}}$, ó se ha colocado una línea de bajo $\overset{\cdot\cdot}{\text{Fe}}\ \overset{\cdot\cdot}{\text{Cu}}$ ó lehan puesto algunas cifras en índice como $\overset{\cdot\cdot}{\text{Fe}}\ \overset{\cdot\cdot}{\text{Cu}}$; ó tambien unas comas $\overset{\cdot\cdot}{\text{Fe}},\ \overset{\cdot\cdot}{\text{Cu}},\dots$

Los sulfuros siendo por otra parte muy abundantes y á veces muy complicados, se imaginó representar los átomos por unas comitas colocadas sobre la base, así: $\overset{\cdot}{Pb},\ \overset{\cdot}{Fe}$ en lugar de escribir $Pb\ Su\ Fe\ Su^2$

15 Signos mineralógicos.

Así mismo se emplean algunos signos para indicar la relación que existe entre los diversos cuerpos, así como para simplificarlos: pero nos servimos entonces de las letras bastardillas ó cursivas para demostrar que los elementos son oxidados y se escribe *Al, Ca, Si* en lugar $\ddot{A}l, Ca, \ddot{S}i$.

Cuando hay muchos óxidos del mismo cuerpo se emplea la cursiva minúscula para el *Protóxido* y la cursiva mayúscula, sea simple, sea con un signo adicional; para los óxidos más elevados. Ejemplo: *fe* y *Fe mn* y *Mn er Cr* son la misma cosa, que *Fe $\ddot{F}e$ Mn, $\ddot{M}n$ Cr $\ddot{C}r$* ; expresando el agua en general por *Ag* que equivale á H_2O ó *H₂*. Esto espuesto nuestras dos combinaciones pueden escribirse $Ca Al Si^2$ ó bien dividiendo $Ca Si + Al Si$; tambien $Ca Al^2 Si^3$ de este modo $CaSi + 2 Al Si$. Estos signos más simples que los precedentes han sido llamados mineralógicos, porque la mayor parte de las sustancias minerales siendo algunas de las compuestas oxigenadas (de óxidos) pueden estar indicadas de esta manera. Por oposicion los otros signos han sido llamados químicos porque á la vez indican todas las relaciones químicas.

1.º Tránsito de un signo químico á uno mineralógico. Es suficiente contar los puntos que indican el oxígeno, multiplicarles por los esponentes y coeficientes y de simplificar enseguida las relaciones si hay lugar. Ejemplo: en la fórmula $Ca^3 \ddot{S}i + 5 \ddot{A}l \ddot{S}i$, el primer término equivale á $Ca^3 Si^3$ ó $3 Ca Si$. El segundo equivale á $Al^9 Si^9$ ó $9 Al Si$. El conjunto es por consiguiente $3 Ca Si + 9 Al Si$ ó reducido $Ca Si + 3 Al Si$.

2.º Tránsito de una fórmula mineralógica á una química.

Para ello es menester multiplicar de antemano los esponentes por los coeficientes despues restablecer los puntos á cada óxido, y los esponentes les debea multiplicar por tener las mismas relaciones, por último repasar á los coeficientes y simplificar si

hay lugar. Ejemplo: $2 \text{Ca} \cdot \text{Si}^3 + 5 \text{Al} \text{Si}^3$: El primer término equivale á $\text{Ca}^2 \text{Si}^6$, ó $\text{Ca}^2 \text{Si}^2$, y $2 \text{Ca} \text{Si}$. El segundo equivale, á $\text{Al}^3 \text{Si}^9$ ó $\text{Al} \text{Si}^3$ y el conjunto será $2 \text{Ca} \text{Si} + \text{Al} \text{Si}^3$.

16. *Cuerpos isomorfos.*

La discusion y cálculo de los análisis no ofrecen dificultad de ningun género, cuando los minerales son puros, ó son compuestos en toda su masa de una sola especie de moléculas. Pero hay casos que pueden complicar la cuestion; sucediendo esto, siempre que el mineral analizado es uno de estos cristales mistos formados de muchas especies de moléculas, pero de las llamadas Isomorfas y que, á pesar de su diferencia de naturaleza química, se muestran del mismo modo, parecen equivalentes en relacion con su cristalización, y concurren juntas á la construcción de un solo y mismo cristal. Los cuerpos Isomorfos compuestos de elementos diferentes pero de igual número de átomos y reunidos de la misma manera. Los casos en que se manifiesta la propiedad del Isomorfismo son muy numerosos, muéstrase aún en los cuerpos simples. Los elementos isomorfos combiniándose con un mismo número de átomos de Oxígeno ó de Azufre producen ácidos ó bases, al mismo grado de oxidacion y sulfuracion, con formas análogas é idénticas, por cuyo motivo no dejan apercibir muchas veces diferencias importantes en sus caracteres exteriores, teniéndonos por consiguiente que servir del análisis químico para descubrir las que realmente existen.

Reconocemos las sustancias isomorfas, así mismo sean simples ó compuestas, no solo por cristalizar del mismo modo, sino por mezclar sus moléculas propias y reemplazarse mutuamente en la misma combinacion, sin alterar sensiblemente su forma cristalina. De este modo los diferentes Carbonatos Romboédricos de la naturaleza se hallan mezclados y cristalizados juntos y en diversas proporciones; lo mismo que sucede en los *Granates*, *Amfiboles*, *Piróxenos*, cuerpos antiguos de Haüy, que en general son formados de mezcla de muchos compuestos isomorfos: de muy antiguo así Químicos como Mineralogistas anduvieron divagando, creyendo en estos, mezclas puramente accidentales

pero en el día se han llegado á interpretar y calcular con un rigor preciso.

17. *Relacion de la forma cristalina y composicion molecular.*

La mayor parte de las sustancias capaces de cristalizar, tienen una forma cristalina que les es propia, y á la vez una composicion quimica determinada. Pero la forma cristalina estando estrechamente ligada al de la molécula fisica, y esta derivando á su vez del tipo particular de la molécula quimica, la que resulta de la naturaleza, número y desarrollo de los átomos componentes, se comprende que deba haber una cierta dependencia entre los dos caracteres fundamentales y de órdenes diferentes, que nos sirven para distinguir las especies, á saber:

El *carácter fisico* de la forma cristalina; y el *carácter quimico* de la composicion molecular, así como nos lo dan las fórmulas atómicas. Esta relacion se manifiesta por los fenómenos del *Polimorfismo* ó *Isomorfismo* que hemos mencionado.

18. *Polimorfismo.*

Existen cuerpos de la misma composicion quimica relativa, por cuanto nos dan el mismo resultado al análisis, difiriendo por sus propiedades quimicas y por su forma cristalina, por su densidad y aun por todos sus caractéres fisicos. Son los cuerpos llamados compuestos isómeros. Existen á la vez cuerpos que con parecida semejanza de composicion, tienen la misma diversidad de forma cristalina y propiedades fisicas que con dificultad pueden resolverse por los medios quimicos: suponiendo que nada ha cambiado en el grupo molecular de estos cuerpos, ni en su naturaleza intima: se deduce de estos hechos que una misma combinacion quimica, podia cristalizando en circunstancias y bajo condiciones fisicas diversas, darnos los cristales geométricamente diferentes, con una composicion idéntica.

Así que el azufre, que á 15° cristaliza por *disolucion* en *octaedros rectos rómicos*, y aquel que ha cristalizado á 110° por *su-*

sion en prisma *klinoròmbicos* (ó del 5.º sistema,) serian uno solo y mismo cuerpo *dimorfo*; una sola y misma sustancia dotada de *polimorfismo* ó facultad de cristalizar bajo formas diversas en circunstancias distintas.

La *caliza espática* y el *aragonito* son una misma especie química, cristalizan ya en Romboedro ó en el sistema *ortoròmbico*. El bisulfuro de hierro ó dos piritas en que el uno es cúbico, y prismástico el otro.

El ácido titánico sustancia *trimorfa* dándonos tres formas que constituyen solas las diferencias exteriores que nos ofrece este compuesto en el estado de *Rutilo* (en prismas rectos de base cuadrada) *Anatasa* (prisma cuadrático pero en octaedros agudos) y *Brookita* (en dodecaedros triangulares ó primas tabulares.)

Resulta que el dimorfismo ó polimorfismo será un principio nuevo, y distinto de la Isomeria: con el nombre de polimorfismo, lo que se ha querido explicar ha sido, un caso particular de la Isomeria; para M. Mitscherlich la caliza y el aragonito jamás han constituido una especie dimorfa, sino más bien dos especies *heteromorfas*, de modo que la *heteromorfía* debería reemplazar en los casos de este género, la palabra *polimorfismo*, que no tiene sentido real sino para aquellos que se sitúan bajo el punto de vista particular de los químicos.

19. *Isomorfismo.*

Si dos cuerpos químicos están formados por igual número de átomos diferentes, situados entre sí de la misma manera, tienen un mismo tipo molecular, y desde luego deben presentar á la vez una fórmula de composicion atómica semejante, y una forma cristalina casi igual.

Tal es la ley de isomorfismo reconocida y sentada por M. Mitscherlich; cuyo principio ha obrado una verdadera revolucion enriqueciendo los luminosos trabajos de hombre tan importante, que ha ejercido la mayor influencia sobre los progresos de la química y de la mineralogía.

Dos cuerpos isomorfos son desde luego cuerpos que ofrecen á

la vez una doble semejanza de composición atómica y de forma cristalina, respecto de la forma, es á consecuencia de la analogía de composición. Si ambos cristalizan en el *sistema regular*, la identidad de forma es rigurosa; pero si sus formas se refieren á uno de los cinco sistemas ó tipos cristalinos, el isomorfismo no es mas que aproximado y no es mas que un *homeomorfismo*. Entre todos los casos de isomorfismo citados por Mitscherlich las formas cristalinas eran del mismo género y pertenecian siempre al mismo sistema; pero siguiendo á M. Lauren, el isomorfismo podria franquear los límites ordinarios de los sistemas cristalinos y mostrarse entre formas de géneros diversos, sin embargo muy aproximados.

M. Mitscherlich ha demostrado la existencia de varios cuerpos en los que los compuestos se parecen por su composición atómica y su forma cristalina, cuyas sustancias son de ordinario algunas sales, al mismo grado de saturación, y compuestas de un ácido comun y de bases diferentes, ó de una misma base y de ácidos diferentes, de tal modo que las bases ó ácidos que difieren contienen siempre el mismo número de átomos de oxígeno. Un ejemplo notable de sales isomorfas, es el grupo de los carbonatos neutros romboédricos, en el cual se encuentra un gran número de especies cuya fórmula general de combinaciones Cr (r señalando el radical variable de la base) y cuyas formas cristalinas son romboedros obtusos cuyo ángulo varia de uno á dos grados en la série.

Haüy no podia suponer el Isomorfismo, juzgaba que dos minerales de composición diferente no podrian tener la misma forma á menos que no fuesen pertenecientes al sistema segular.

El descubrimiento de Mitscherlich ha hecho ver lo que esta asercion tuviese de exacto: es necesario convenir, que en los compuestos mas exactamente *isomorfos*, la diferencia de naturaleza de los elementos, está siempre anotada por una diferencia correspondiente en la medida de los ángulos, excepto las formas del tipo cúbico; si bien esta diferencia algunas veces es muy débil y difícil de encontrar.

El Isomorfismo enunciado desde luego de un modo poco

exacto, pero referido por un autor á su verdadera significacion, ha dado lugar, como el Polimorfismo á nuevos ataques contra el método de Haüy. Se ha llegado á proclamar hasta defectuoso: tomando de aquí pretexto para anunciar que la Mineralogia jamás seria reemplazada bajo el imperio de la quimica: lo cual era juzgar mal el objeto del nuevo principio, que lejos de separar las dos ciencias, mas bien fué causa de conciliarlas y cimentar entre si perpétua alianza.

El Isomorfismo de M. Mitscherlich es riguroso, cuando se trata de cristales del primer tipo cristalino; no es mas que aproximado cuando se trata de los cinco restantes; pero en ambos casos lo que esto revela al espíritu, consiste siempre en la doble analogía que se observa, por un lado entre las formas cristalinas y por otro entre las suposiciones atómicas de dos sustancias cristalizadas. De tal modo, para que los cuerpos sean amorfos, en la acepcion ordinaria de la palabra segun la definicion de M. Mitscherlich, no basta que sus formas sean semejantes, es necesaria además, que sus composiciones quimicas puedan referirse á una misma fórmula: en este caso la analogía de las formas no es mas que una consecuencia de la que preexiste en los tipos moleculares.

Importa notar que el Isomorfismo que consiste en una semejanza del tipo molecular en ciertos compuestos, y en su condicion de llenar las mismas funciones, jamás es un carácter fijo, que le sea inherente y preexista siempre al acto de la combinacion ulterior ó de cristalización, por la que le hacemos constar; es á veces producido por las mismas circunstancias que acompañan este acto. De tal modo, que cuando una combinacion salina es dimorfa, la combinacion en la disolucion de un pequeño cristal de una de las dos formas, determina á veces, que la sal cristalice bajo esta forma, con preferencia á la otra. Existiendo además un Isomorfismo condicional porque en lugar de preceder la combinacion, depende de ella de un modo cualquiera debiéndose á una acción de presencia que ejercen unas sobre otras, ciertas moléculas físicas para referirlas á su propio tipo.

Estas acciones pueden ser físicas ó químicas. Así el Sulfuro de plata y el Sulfuro de cobre son isodimorfos; el primero aislado cristaliza en cubos, y el segundo á su vez en prisma ortorómbicos; pero cuando cristalizan juntos, el Sulfuro de cobre obliga al de plata á tomar el estado polimórfico al que tiene tendencia particular: se producen los cristales de la stromeyerita (sulfuro doble de plata y cobre) que tienen la forma del Sulfuro de cobre (Prisma Romboidal de $119^{\circ} 34'$.) El Arsénico y Antimonio no están en concepto de isomorfos con el azufre; sin embargo no puede ponerse en duda que no aparezcan como tales en los Arsenio-sulfuros de Niquel, de Cobalto y de hierro; y en el Antimonio, Sulfuro de Niquel.

Tambien debemos manifestar que existen grupos de cuerpos que presentan un Isomorfismo parcial que se muestran perfectamente isomorfos en la zona del prisma fundamental, mientras que sus cristales difieren un poco mas por los vértices, estando terminados ya sea por una base recta ó por base ligeramente oblicua en uno ú otro sentido; y al mismo tiempo estos cuerpos tienen composiciones muy aproximadas. Este es un *hemiomorfismo* á la vez químico y geométrico que procede sin duda de que las moléculas son ellas mismas semejantes en parte por su composicion y estructura, que engendran formas cristalinas que sensiblemente las mismas en dos de sus dimensiones, no difieren sino en la tercera que es la parte terminal en general, que en muchas sales hidratadas esta variacion podria proceder del número de átomos de agua que estarían proyectados hácia las dos estremidades del eje.

Ahora los cuerpos que son isomorfos en el sentido ordinario de la palabra, es decir, geométrica y químicamente á la vez, lo son además bajo las relaciones puramente físicas; y sucede muchas veces que si uno de ellos posee las esfoliaciones muy limpias, los otros las presentan análogas como se observan en en el grupo de los carbonatos espáticos; no obstante hay algunas excepciones á esta regla.

Los cuerpos isomorfos deben tener las estructuras reticulares semejantes, ofrecer un modo igual de cristalización. Los parale-

lipípedos generadores de sus redes cristalinas deben ser sensiblemente iguales de consiguiente también sus volúmenes moleculares y densidades geométricas, como sus pesos específicos deben estar entre sí en la misma relación que sus pesos atómicos.

19. *Plesiomorfismo.*

Muchos casos se presentan en que los cuerpos pueden ser isomorfos geoméricamente sin serlo química ni aun físicamente, este es, sin ofrecer el interior ni semejanza de composición química, ni analogía de estructura reticular. Este género de Isomorfismo es puramente exterior, y consiste únicamente en que las series cristalinas de estos cuerpos ofrecen un mismo conjunto de caras y aristas cuyas direcciones se corresponden exactamente en el primer tipo cristalino y con corta diferencia en los demás. Esto es todo lo que de común tiene con el *Isomorfismo* ordinario; jamas supone como este, relación íntima entre las moléculas que componen los cuerpos de que se trata, ni de semejanza perfecta en el conjunto de estas moléculas. Hecho designado bajo el nombre de *Plesiomorfismo* equivalente al de *homeomorfismo* usado por M. Dana. *Ejemplos* de Plesiomorfismo, el Azufre, el Bisulfato de potasa y la Escorodita (arseniato de hierro cuprífero:) la caliza espática, el nitrato de sosa y la plata roja; El aragonito, el Nitro ó salitre y Burnonita (plomo antimonio sulfurado cuprífero.) El cuarzo y la chabasia silicato de alumina, cal sosa potasa hidratada: el titano Anatasa (Chorlo azul) y la Idocraso silicato de alumina, cal, protoxido de hierro y magnesia:) El Piroxeno Augita y el borax, (loza boratada ó sea $\text{Na } \ddot{\text{B}}^2 + 10 \text{ H}$) (Manganesa-oxidada ó sea $\text{Mn}^3 \text{ O}_4$) que es la Manganita.

El número de especies en las que el Plesiomorfismo aparece por la comparación directa de sus formas primitivas es muy considerable; auméntase todavía, si se lleva la comparación no solamente sobre las formas adoptadas de ordinario, como fundamentales y cuya elección es siempre mas ó menos arbitraria, sino que también sobre sus derivados las mas simples. M.

Laureu pretende hacer ver que el Isomorf.^o, própiamente dicho no solo tiene lugar en las especies del mismo sistema cristalino, sino que puede franqueando los limites de este sistema, estenderse á los inmediatos, así como recorrer todos los grados de la escala cristalomórfica. Lo mismo sucede con el Plesiomorfismo; establece para las especies que tienen el mismo tipo de composicion atómica una aproximacion en todo semejante entre las que pertenecen á los últimos sistemas cristalinos, y aquellos que se refieren á los primeros. Esta aproximacion se debe á ciertas formas que se pueden llamar de transicion, y que son tales que en modificando muy ligeramente uno ó dos de sus ángulos, pasan á las formas de los sistemas vecinos.

Un ejemplo del sistema ortorómbico. En los minerales que cristalizan en prisma recto de base romba, sobre 140 especies bien determinadas, hay mas de 50 que ofrecen prismas hexagonales cuyos ángulos son todos poco mas de 120° ; son no solo plesiomorfos entre sí, sino tambien con aquellas del sistema hexagonal; estas son por decirlo así cristalizaciones hexagonales, que habrían sido débilmente alteradas por algunas causas perturbatrices. Por otro lado, conocense mas de otras treinta especies que cristalizan en prismas rómbicos cuyos ángulos difieren en extremo poco de 90° estos son plesiomorfos no solamente entre sí, sino con las sustancias que cristalizan en prismas rectos de base cuadrada. Lo mismo tiene lugar para las especies del quinto sistema relativamente á las del cuarto.

El hecho del Plesiomorfismo considerado en sí mismo independientes de las causas que los produce, ofrece una importancia evidente bajo el punto de vista de la química y de la Minerología própiamente dicha.

Haüy habia observado que en muchos prismas (Esmeralda, Apatito, Idrocasa) los planos tenian dimensiones sensiblemente iguales en altura y anchura, y en este caso nunca le faltaba el atributo de forma de cuadrado. Creyó notar ademas, en los prismas oblicuos de base romba, una relacion geométrica muy simple que admitida por él como exacta, le servía para limitar la altura de estos prismas.

Por otra parte MM. Weiss, Mhos y Breithanpt han sostenido la opinion que todos los cristales conocidos podrian ser referidos á los sistemas de ejes rectangulares lo cual daria lugar á reducir á 4, los tipos cristálicos.

MM. Nauman y Wallmark han creido apereibir en muchas especies algunas relaciones muy simples de magnitud entre los ejes de una misma forma fundamental.

Por último M. Breithanpt por un procedimiento que llama de derivacion progresional ha pretendido deducir del Octaedro regular todas las formas primitivas de otro sistema, como los octaedros del sistema cuadrático, componiendo los ejes de este de un número más ó menos grande de partes del eje del octaedro regular, que supone de antemano dividido en gran número de partes alícuotas, á saber: 750.

Es cierto que estos echos se esplican con facilidad por el Pleiomorfismo donde sino podemos fijar principios puédense establecer leyes aproximadas.

SECCION 5.^a

§ 1.^o

Caracteres Geológicos.

Espuestos los caracteres así Físicos como Químicos para el conocimiento y determinación de los minerales nada podríamos concluir de un modo definitivo, sino se toman en cuenta la manera de ser de estos minerales y su relacion intima, lo cual llenará en lo posible esta 5.^a seccion de los caracteres geológicos: en ella manifestaremos las reglas que deben presidir á su desenvolvimiento en un órden metódico, notando que no solo se determinarán como especies, sino que serán el complemento para su clasificacion y descripcion hasta en sus menores variedades. Pero que teniendo necesidad de espresar su historia, que es el objeto principal de esta parte; para que sea completa é interesante, es preciso manifestar para cada especie, su manera de ser particular en la naturaleza, y sus relaciones de posicion respecto de las demás sustancias: todo lo cual nos conduce á trasladar aquí las nociones precisas que la Geología nos suministra; definiremos algunas palabras de las que hemos de hacer un uso frecuente, esponiéndolas con la claridad posible; para lo cual pasaremos la vista sobre las grandes masas minerales llamadas *Rocas* y *Terrenos* que forman los diversos pisos de la corteza terrestre donde señalaremos el lugar de cada especie.

Sabemos la diferencia de origen de los minerales, abundancia, modo de ser en la superficie como en el interior de la corteza; forma, estructura, como la disposicion relativa de las masas que ellos constituyen, tambien su edad y época de formacion. La desigual estension de las diferentes masas, de modo que unas forman grupos en grande y componen por si ó asociadas las *rocas* y *terrenos*: las otras se presentan rara vez siempre en pequeñas particillas aisladas, esparcidas ó diseminadas en medio de las masas. Estas que llaman *Rocas*, no se han formado al mismo tiempo, ni de la misma manera, pero se refieren á épocas diversas, y á modos distintos de formacion: tambien son constituidas de una sustancia ó de varias, asociadas en forma de *Cristales*, láminas ó granulaciones, formando los *Terrenos* de todos los lugares, con los mismos caracteres generales de estructura y composicion.

Terreno, se dice á una gran unidad de formacion, por la que el geólogo esplica simplemente la constitucion del suelo de una comarca. Los terrenos se dividen:

- 1.º Terrenos de sedimento ó Neptunicos.
- 2.º Terrenos ignéos ó Plutónicos.

Los *Neptunicos* se hallan formados de rocas estratificadas con regularidad; los *Plutónicos* de rocas macizas é irregulares.

Resulta de las observaciones hechas, que la envoltura superficial del globo terrestre se compone de gran número de masas de diversa naturaleza, unas regulares que en forma de bancos ó capas se recubren unas á otras, guardando un órden fijo de composicion en todos los sitios donde se hallan: las otras más ó menos irregulares, situadas debajo de los terrenos ó capas, donde se intercalan á modo de cuñas, ó elevándose sobre un nivel en forma de picos, cúpulas, montañas, columnas, resultado de los depósitos de erupcion, que han tenido lugar en diversas épocas, causas fácilmente reconocidas, porque existen actuando á nuestra vista, aunque con menor actividad que en su principio.

La mayoría de las masas minerales en forma de capas, han sido formadas por las aguas superficiales; depósitos de materia-

les de transporte y sedimento que llevados por las aguas se han fijado en su fondo con relacion al peso específico; cuya desagregacion en las montañas ha sido motivada por los agentes exteriores: los continuos derrumbamientos, han llenado los valles de despojos que arrastrados por las aguas y acumulados en las partes bajas de los continentes, han formado amontonamientos de guijos, cantos, arenas y fango: atribuyéndose al mismo origen á esos depósitos de capas, compuestos de *Cantos rodados*, de *Grès*, arenas y arcillas intercaladas y á profundidades diversas en medio de los depósitos sedimentarios de que acababamos de hablar.

Sucede que las materias situadas bajo la corteza mineral del globo son elevadas por fuerzas subterráneas como sucede con los terremotos y volcanes; cuyas fuerzas quebrantan, levantan y rompen á veces las capas de la corteza que se oponen á su paso determinando erupciones de mas ó menos importancia, formando *islas montañas*, saltos de materias fundidas que se extienden en anchas *sábanas* ó bien en *corrientes*, cuyos elementos confundidos sepáranse, y á veces cristalizan durante el enfriamiento de su masa. Gran número de minerales antiguos (mejor rocas) como las *Traquitas*, *Basaltos*, *Traps*, *Porfidos*, etc., han debido formarse por causas análogas. Así como las aguas de ciertos lagos precipitan las sustancias que tienen en disolucion, producen depósitos cristalinos, concreciones compactas ó terrosas: y por disolucion ó precipitacion, han sido formados muchos de los depósitos que actualmente examinamos. Respecto de los Minerales ó pequeñas partes diseminadas en medio de estos depósitos, es probable haberse formado por descomposiciones efectuadas por los gases y las aguas minerales procedentes del interior del globo. Tambien la permeabilidad de ciertas masas ha dado lugar á la formacion de otras, pero respecto de las masas enterradas profundamente é impermeables, para aquellas, entre otras que contienen las sustancias mas útiles y de formacion muy antigua, las mismas causas de alteracion y destruccion jamás existieron en el mismo grado: ni tampoco suponer como los antiguos Mineralogistas que las piedras vejetan á la

manera de las plantas, que los metales maduraban en el interior de la mina y se reproducian á medida que eran estraidos. Jamas nace un mineral ni vegeta como una planta; formado que sea; no cambia hasta el momento que una causa exterior llega á destruirle. Expongamos las diversas formaciones.

2. *Lecho ò Estrato.*

Se llama así, á una masa mineral muy extendida en longitud y anchura pero referida en el sentido de su grueso por dos grandes superficies ó caras sensiblemente paralelas. De modo que se titulan *Bancos*, cuando tienen un espesor considerable. *Lecho ò hojas*, cuando son muy delgados; formándose cada estrato de una sola sustancia, ó de muchos minerales agregados en una sola masa.

Los *Lechos* no siempre son continuos si bien encontramos varios en una misma direccion, pero los vemos interrumpidos por escarpes ó bordes de los valles en los que se depositan ó introducen; unos son horizontales; oblicuos otros, así como los hay verticales. No es infrecuente encontrarlos en zig-zag, con ondulaciones ó curvaturas en diverso sentido, lo cual sucede en los terrenos, que posteriores á su formacion, y antes de su perfecta consolidacion han sido alterados y destruidos por violentas sacudidas interiores (como los terrenos ulleros.)

Estratificacion, será el órden normal de colocacion de las capas ó lechos unos sobre otros. Será *Concordante*, cuando las capas guardan en su colocacion un perfecto paralelismo. *Discordante* si no existe uniformidad en las capas de contacto. Pueden dos sistemas hallarse en discordancia pero guardar su paralelismo si las capas no se suceden ó si difieren por su posicion, grosor ó naturaleza, para lo cual en el primer caso se dice *estratificacion alternativa*, como diversa en los demas.

3. *Montículos ó cúmulos.*

Son las masas minerales de forma irregular que nunca se extienden indefinidamente, ó se hallan reducidas por los accidentes del terreno, así como los *lechos* pero limitadas por sí mismas y rodeadas por todas partes por rocas de diversa naturaleza, forma *Oval* ó lenticular, que se distinguen de las capas propiamente dichas, en que no presentan espesor constante en toda su estension, ni están terminadas por planos paralelos. Pueden estenderse entre dos *lechos* en su misma direccion, llámaseles entonces *Montículos* en *lechos* ó paralelos; son *trasversales* ó cortantes cuando cortan oblicuamente muchas de las capas del terreno.

Muchas de las sustancias metálicas se presentan en *montículos trasversales*, unos voluminosos, otros mas pequeños (forman unos las llamadas bolsas.) Los *Nodulos* ó riñones son montículos, pequeñitos diseminados en las grandes masas.

4. *Filonés.*

Atribúyese este nombre á masas minerales que se presentan en *cuñas* aplastadas, que cortan á través las capas de los terrenos que las contienen y cuya materia componente difiere mas ó menos de la que constituye la roca que la circunda. Puede considerárseles como precedentes de grandes hendeduras producidas en las hiladas de estos terrenos durante su formacion, ó despues, á continuacion de alguna conmocion que habrá trastornado su asiento, y que estas hendeduras han sido despues rellenas en parte ó el todo de materias pétreas ó metálicas. Alguna vez se ramifican y forman redes; hallándose varios en la misma direccion de una region dada: sucede que un sistema de filones se altera y separa en dos partes por otro que le es continuo: dirase que el filon *Secante* es de última formacion.

En todo filon se considera: 1.º las dos paredes ó caras del filon ó masa que le rodea y constituye las llamadas *Salbandas*: 2.º las

paredes mismas de la hendedura en contacto con las *Salbandas*, son las paredes del filon ó veta; si se halla el *Filon* inclinado, se llama la pared inferior sobre que descansa, *Muro*; y la superior *Techo*. Por último, la parte del filon descubierta al exterior denominase *sombbrero* ó cabeza. El conocimiento de cada una de estas partes es de gran importancia lo mismo al minero que al naturalista investigador, por cuanto son los yacimientos mas ordinarios de las materias útiles que buscan; de modo que hay que cuidar no perder de vista su direccion, inclinacion y modo de estenderse. El grueso ó potencia de los filones es vário no siendo uniforme ni en el mismo filon que se abulta ó estrangula alternativamente, teniendo su estension proporcionada á su potencia; es lo ordinario. Los filones cuya potencia se representa por milímetros y son de corta estension se denominan venas; otros por el contrario son de una potencia y estension considerable; uno de los filones más célebres conocidos, es el de Plata de la *Veta madre* de Guanajato en Méjico, cuya potencia tiene 40 metros y más de tres leguas de estension. Es variada su composicion constando de sustancias metálicas y piedras agregadas que le sirven de ganga: Entre las sustancias pétreas tenemos el *Cuarzo*, *Barita sulfatada*, *Caliza espática*, *Fluorina*, en las que se ve la sustancia metálica unas veces en *riñones*, en *granos*, en concreciones dispuestas en zonas concéntricas, en venas paralelas alternando con la ganga, constituyendo los filones citados: las capas se repiten de la misma manera á partir de las dos *paredes de la Veta* (1)

Es muy raro ver lleno un filon; ofrecen en su espesor algunas cavidades cuyas paredes se hallan tapizadas de cristales reunidos en incrustaciones. No se crea hayan sido formados por las mismas causas obrando sin interrupcion; su formacion ha sido no solamente sucesiva, sino que ha tenido lugar con diversas alternativas, y se han podido formar nuevas hendeduras y re-

(1) Para mas detalles trasládese el lector á la obra del Sr. Burat 5.ª edicion.

pliegues, de riqueza variable en sus diversos puntos, especialmente cambia con la profundidad, y estudiado bajo este concepto nótase la influencia de la roca de encaje ó de los otros filones cortados por él.

Obsérvase en los filones metalíferos su mayor longitud hacia el interior de la tierra, terminándose en cuña hacia la superficie; lo contrario sucede en los que contienen fragmentos de rocas, arcillas, arenas, etc.

5. *Diques.*

Que aparecen con aspecto muriforme, que se alzan en medio de las rocas de diferente naturaleza, elevándose sobre el nivel exterior; su composición es de una roca uniforme como el *Basalto Trapp Porfidos*, engrosando á medida que se sumergen y aún á veces sin conocer los límites.

6. *Loma, cascada ó despeñadero.*

Estos se reducen á masas no estratificadas, de ordinario situadas al exterior y teniendo como las capas ó lechos mucha más estension, en su longitud y anchura que en grueso; parecen proceder de una masa fundida, salida como las lavas de los volcanes, que ha corrido por un terreno sensiblemente horizontal ó en depresiones del suelo donde ha podido detenerse y enfriarse con lentitud. Esta materia se ha derramado, ya por una abertura cónica, como el Crater de un volcan; ya por grietas y hendeduras longitudinales (1).

7. *Corrientes.*

Estas se constituyen por depósitos superficiales de materias fundidas, cuyo carácter especial es aparecer en forma de torrentes solidificados instantáneamente. Siguiendo una corriente

(1) La Geología de Beudant puede suministrar más datos si se desean.

llegase á su origen, viendosela estrechar poco á poco y no ofrecer más que una banda estrecha de materias escoriaceas, cuando se llega sobre los flancos inclinados del cono punto de partida. Como se vé hemos indicado varios de los depósitos donde se hallan diferentes sustancias minerales en grandes masas, y las sustancias que forma parte de estos depósitos son en número corto. Las demás especies del Reino mineral, no se hallan sino de un modo accidental y casi siempre en cortas cantidades en medio de ellas, unas veces en forma de hojas ó venas que en pequeño son lo que las Capas de filones en grande: habiendo venas que presentan aspecto de filones, son antiguas hendeduras que se han rellenado: Otros son pequeños depósitos ramificados, cuya formación es contemporánea de la roca que le contiene. Puede ser la vena formada de sustancias distintas de la roca que le rodea, ó serlo de su misma naturaleza y no haber otra diferencia que la del color: esto se vé en los mármoles venados: Unas veces la sustancia de que se trata se halla en forma de pequeños *Túmulos* contenidos en el espesor de las grandes masas recibiendo la denominación de *Nidos*, *riñones*, *Nódulos*, *Almendras*. En los *Nidos* la materia es deleznable é irregular: Los *riñones* compuestos de materias sólidas, redondeados y como estrangulados en diversos puntos, cuyo grueso no excede desde el puño á una Cabeza regular: Los *Nódulos* pequeñas masas cuya forma se parece algo á la de una almendra y cuya materia parece haberse moldeado en una cavidad que antes existía. La mayor parte de las sustancias se hallan ó bien diseminadas en cristales ó granulaciones en las grandes masas pudiéndose obtener enteros los cristales por desagregación de la roca que los deja al fin en estado de libertad; ó sea implantados sobre las paredes de los filones, de las Geodas ú otras cavidades subterráneas: en cuyo caso una de las estremidades se halla fijada en la materia de la roca (así como sucede con el cristal de roca,) y tenemos casos en que se confunde con la roca cuando es de la misma naturaleza: si tratamos de sacar estos cristales se fraccionan completamente y no tenemos sino uno de los vértices.

Tenemos sustancias que se presentan destacadas de un y olu-

men mayor ó menor que supónese sean fragmentos que han pertenecido á rocas antiguas partidas, cuyas partes angulosas, se han despuntado ó puesto romas, así se observa en los fragmentos de los *volcanes*, *cantos erráticos*, *cantos rodados*, etc. Así como vemos la existencia de minerales *eflorescentes* en la superficie de las rocas, como disueltos en las aguas (minerales).

8. *Asociacion de los minerales.*

El fundamento de los caracteres geológicos depende del conocimiento del modo como se encuentran los minerales en el Globo, sus géneros de *asociacion*, su distribucion en los continentes y época de *formacion*; de lo que antecede dedúcese una division del modo de estar los mismos determinada en las *Rocas*, en los *granos* ó *pajitas* y disueltos en las aguas.

Las *Rocas* son compactas y estratificadas. Las *compactas* están formadas por una sola masa mineral la que á veces presenta desgajaduras ó hendeduras vacias ó llenas de diversas sustancias. *Estratificadas* son las formadas por capas superpuestas en forma sensiblemente paralela y diferentes gruesos segun sea más ó menos largo el tiempo de su formacion. Estas capas se llaman *Bancos*. Las *Rocas compactas* ofrecen en general aspecto granitoideo, ó cristalino confusos, que sirve para distinguirlas de las de sedimento, las que parecen haber sido formadas por haber experimentado un principio de fusion por la accion de un fuego intenso y enfriadas repentinamente cristalizaron confusamente, por lo cual se las puede llamar *igneas* ó *Plutónicas*. La estructura de las segundas es muy variable y su origen parece debido, á una disolucion en algun líquido, que una vez evaporado lentamente ha cristalizado más ó menos confusamente, como lo manifiestan los diferentes aspectos cristalinos que conocemos: llámaselas *sedimentarias* y que para distinguir unas de otras, las *Neptónicas* suelen presentar fósiles ó resto orgánico, á la vez que las *Plutónicas* jamás tienen estas impresiones, encontrándose solo pedazos de los seres que constituyen dichos fósiles; solo hay en algun caso impresiones:

A estas deberemos agregar una formacion intermedia vecina de ambas, como la de las *Rocas pizarrosas* Cristalinas, dichas *Metamórficas* por los autores modernos; y *Rocas primitivas* por los antiguos; los modernos dicen que son rocas de sedimento alteradas en su yacimiento por el calor central combinado con los manantiales minerales gaseosos ó líquidos.

§ 2.º

1.º *Consideraciones particulares de las Rocas Plutónicas.*

Jamás las hallamos estratificadas; hemos dicho son constituidas por masas irregulares, hendidas con irregularidad, estructura cristalina. Su composicion casi esclusiva de *Cuarzo*, *Feldespato* y *Mica* ó silicatos, sustancias á veces de difícil y poco exacta determinacion: se distinguen en la mayoría de los casos á primera vista; y los granos de que se forman se adelgazan hasta el punto de no ser perceptibles á la vista, necesitando el microscópio, cuyos trabajos hoy en los centros de alguna importancia científica nos presentan el principio de una nueva época de adelantos científicos, porque hasta el dia muchas sustancias, como el *Petrosiles*, no nos permiten analizar su naturaleza, hoy reducidas á láminas muy delgadas y con auxilio de instrumento tan precioso, se presenta en primer término el aspecto poligonal de las cavidades que en dichos minerales existen, con la presencia á su vez de diversas sustancias en las celdillas espresadas y que dentro de poco es notorio vendrán á satisfacer una necesidad, con lo cual hemos de poner en claro un medio importante y eficaz de reconocimiento en las especies que hoy forman parte de los Apéndices en que se contienen los Cuerpos Adelmorfos.

Podemos demostrar que las rocas eruptivas forman una série continua que es idéntica en todas las regiones del Globo, cuyas masas constituyen una verdadera série geológica.

Las que constituyen la base son el Granito que por medio de erupciones sucesivas á través de los terrenos metamórficos y de sedimento presentan granitos de todas las edades.

Otro segundo periodo eruptivo, ha determinado las rocas porfíricas y trapeanas; dominando el Feldespato en esta série, juegan tambien un papel importante los *Amfiboles*, *Píroxeno* y *Serpentinas*; así como el último periodo que comprende las rocas volcánicas antiguas y modernas, formado tambien de rocas feldespáticas.

Los caracteres Mineralógicos de las rocas eruptivas presentan un interés particular, donde se esplica de un modo más directo la corteza del Globo. Muestras tomadas á diversas profundidades, prueban cada uno de sus diversos periodos, sin ser posible determinar su edad por faltar en ello los restos fósiles, marca indeleble de cada periodo, en sus diversas especies.

El predominio de la Silíce pura y los Silicatos, así como los Feldespatos, *Ortosa* y *Oligoclasa* más ricos en Silíce caracterizan las rocas más antiguas. Los Feldespatos Labrador son los más recientes con los de la época actual.

Principales elementos: *Ortosa*, *Albita*, *Oligoclasa*, *Labradorita*, *Anfigena*, *Nefelina*, que se unen, no por sus caracteres mineralógicos sino por su composición.

En segundo lugar, *Cuarzo*, *Mica*, *Amfibol*, *Píroxeno*, *Peridoto*, *Talco*, *Serpentinas* y Diálagas. Gran parte de estos elementos no siendo más que minerales anejos y subordinados en estas rocas, se les puede referir á la division de un cuadro sinóptico.

	<i>Granítica..</i>	<i>Porfídica.</i>	<i>Volcánicas.</i>	
Rocas Fel- despáticas	}	Granito	Pórfidos cuarcíferos.	Traquitas.
		Pegmatita.	Pórfidos Amfibólicos	Obsidiana.
		Sienita	Pórfidos Argilófidos.	Pomez.
		Protogina.	Euritas.....	Fonolitas.
			Petrosilex.....	Lavas feldespáticas
			Cenizas.	

Rocas Amfibólicas.	{	Dioritas, Trapps, Amigdalóides.
	{	Ofitas, Anfibolitas.
Rocas Talcosas.....	{	Serpentina, Talco, Eufotidas, Gabros.
Rocas Piroxénicas.	{	Basaltos, Doleritas, Wackas, Melafiros, Lavas piroxénicas, Cenizas, Puzolanas.

La tabla que nos presenta M. Burat, es puramente Mineralógica y Geológicamente; consideradas estas rocas en su aparición, se las dá un orden de sucesion que permite dividir las en terrenos, donde la mayor dificultad consistiria en su determinacion, si las masas eruptivas no fuesen comparables más que entre sí. Pero su posicion con relacion á los otros dos grupos viene á completar hasta cierto punto los datos obtenidos por el estudio directo, y permite establecer la série geognóstica de las erupciones; por cuya razon establécense tres séries distintas.

El más antiguo compuesto de rocas granitoideas, es la primera série.

1.^a Terreno Granítico { Muy notables.. } Granito-Syenita.
 { Protógina-Cuarzo eruptivo.

2.^a Del terreno Porfídico; comprende los Pórfidos y rocas trapecanas.

Porfídicos.....	{	Ortófido, Albitófido.
		Feldespáticos.. } Labradófido, Oligófido.
		Magnesianos.. } Amfibolita, Eufotida. { Serpentina, Piroxenita.

5.^a Del terreno volcánico formado por la sucesion de las *Traquitas*, *Basaltos* y *Lavas* modernas: de este modo.

Volcánicos.....	{	Traquíticos.... } Traquita, Fonolita.
		Basálticos..... } Basalto, Leucitófido.
		Lavicos } Azufre.

Cuyos tres grupos nos presentarían á su vez las mayores dificultades al pretender distinguir con claridad cada uno de estos horizontes.

2. *Enumeracion de algunas rocas importantes en la composicion del Globo*

1.^a *Granito*. Es la roca por excelencia, la fundamental y normal entre todas, además la más abundante, de mayor consideracion, y que se puede decir es la roca sobre la cual se hallan todas las formaciones antiguas y modernas. Se halla en cualquier parte donde han sido separadas porciones de los terrenos de sedimento y de transicion, y aún sobre todas las formaciones por causa de la erupcion, diciendo desde luego con razon que sirve de base á todos los terrenos; suponiendo se continúa hasta la masa central incandescente, siendo su espesor segun opiniones de autorizados geólogos, quince veces mayor que el presentado por todos los terrenos juntos.

Característica. Podemos clasificarle compuesto de *Cuarzo*, *Feldespató* y *Mica* en granos cristalinos más ó menos finos agregados confusamente sin órden determinado. En general se observa predomina el *Feldespató*, mientras que la *Mica* que por razon de su estado laminar, parece abunda más, no entra sino en proporciones poco considerables. El granito es una roca muy dura, pero siempre en relacion con la cantidad mayor de *Cuarzo* que posee, y de su grano fino, susceptibles de pulimento, pero de difícil elaboracion. Muchos Geólogos le creen *Roca de erupcion*, mientras que otros no opinan del mismo modo y lo atribuyen á la falta de Filosofía que en muchas cuestiones, parece caracterizar la ciencia del presente siglo.

Las *rocas eruptivas* se hacen notar por la inconstancia y variabilidad de su aspecto y de sus caracteres mineralógicos; mientras en el Granito se nos ofrecen caractéres constantes y fisonomía propia: además el granito ofrece notable como M. Delesse demuestra que su composicion quimica es el tipo ó la intermedia de la mayor parte de las rocas de enfriamiento y de las rocas de

expansion (primitivas y volcánicas;) lo cual confirma lo dicho de que el Granito debe ser considerado como la roca normal y fundamental de la corteza terrestre.

Los mismos Geólogos que opinan ser roca eruptiva el Granito, no pretenden que todos los granitos lo sean; se han reconocido granitos formados por simple enfriamiento de la materia incandescente. Por cuanto no se podría admitir, que del Granito inyectado y el simplemente enfriado en su yacimiento pudiera haber perfecta semejanza entre sí. Si tuviesen un origen tan diverso, si su enfriamiento se hubiese obrado en condiciones tan desemejantes; hubiesen revestido algunos caracteres físicos de tal naturaleza, que no se les podría reunir en una sola y misma especie.

De todos modos, esta composición química casi uniforme de las rocas primitivas y volcánicas, análoga á la del granito. es un hecho importante, que nos interesa en concepto de sus aplicaciones económico-agrícolas, lo que sin duda simplifica mucho en la práctica, el estudio y aplicación de estas rocas.

El Granito y todas las rocas que con poca diferencia tienen su misma composición y que por esto serian todas de Granito, si la materia de que ellas se han formado, se hubiese encontrado absolutamente en las mismas condiciones de *enfriamiento, presión, reposo, lugar* etc., cuya composición general espresamos en el siguiente cuadro.

Silice.....	55 á 75 %
Alumina	20 á 30 »
Potasa.....	4 á 8 »
Sosa.....	1 á 2 »
Cal.....	1 á 2 »
Magnesia.....	2 á 6 »
O.º de Hierro.....	1 á 2 »
Manganesa	0 á 1 »
Fosforo.....	0 á 1 »
Fluor.....	0 á 1 »

Cuyo análisis evita dar el particular que siempre se cambia para cada variedad y aún para cada porción de una misma roca.

Esto nos dirá algo, que puede utilizar el que desee aplicar estas rocas, muy especialmente en concepto del Agricultor para conocimiento de sus tierras y mejoramiento de las mismas. (1)

Respecto de lo alterable que el Granito se presenta, diremos depende en su mayor predominio de la masa Feldespática; llegándose á veces á disgregar entre los dedos: En el Monasterio del Escorial en las paredes exteriores y columnas situadas al aire libre, las que se han reformado en parte por su destruccion; habiendo mucho que hacer para evilar la continuada accion de los agentes exteriores que indefectiblemente todo lo destruyen.

No nos olvidemos que el Granito es la roca fundamental del Globo, la encargada de suministrar al reino mineral los elementos necesarios á su formacion sucesiva de las materias arables. No los hay igualmente descomponibles, los hay muy poco, que depende de la base que al Feldespato acompaña: Puesto que este se considera *lamelar*, *laminar* y aún en *cristales*; de que resultan dos variedades:

Una de base de Potasa como el Ortosa; otra de base de Sosa el Albita; y á veces nos encontramos con el *Labrador* mas rico en cal, ó con la *Oligoclasa*, rica en *cal*, *sosa*, *potasa*; ó el *Anortita* el mas pobre en Sosa y Potasa, pero el mas rico en Cal. Luego, lo que es incontestable, que la tendencia de los Feldespatos á alterarse y descomponerse resulta especialmente de que la Sosa y la Potasa tiene grande afinidad para con el agua; de que se deduce que la cantidad de estos cuerpos nos dice el mayor ó menor grado de alterabilidad. El granito ofrece muchos tipos tan diferentes que constituyen gran número de variedades.

1.º *Granito comun* que es el de que nos hemos ocupado, como tipo del género.

(1) No pretendemos hacer la historia completa del granito, pero diremos al lector se traslade á los importantes tratados de MM. Coquand, Bombee y Burat sin que olvidemos lo escrito sobre el particular por el Dr. Vilanova.

2.º *Granito de grano grueso*, cuyo aspecto de guisantes le determina.

5.º *Granito de grano fino*, muchas veces aparece casi imperceptible.

4.º *Granito porfídico*, en razon de destacarse algunos cristales de Feldespato en la masa.

5.º *Granito cuarzoso* ó granito anormal, por predominio del Cuarzo; pues lo normal en los granitos es el predominio del Feldespato en un duplo.

6.º *Granito Feldespático*, por predominio del Feldespato sobre el Cuarzo tres ó cuatro veces mayor, tambien es mas fácil su descomposicion.

7.º *Granito Micaceo*, por predominio de la Mica. Como el Gneisico que es el tránsito del Granito á la Sienita y la Mica se halla dispuesta en el mismo sentido.

La *Pegmatita* ó Granito gráfico, cuando la Mica desaparece casi por completo.

La *Hyalomiet*a ó Granito Estanífero, cuando el Feldespato falta y contiene de ordinario mineral de estaño.

5. *Sienita.* (ó *granito anfibólico.*)

Roca compuesta de los tres elementos Feldespato Ortosa, Mica y Anfíbol. Es un granito en el cual la Mica es reemplazada por el Anfíbol, pero nótese que si algunas Sienitas conservan perfectamente la estructura, aspecto y fisonomía de los granitos en especial de los porfiroideos, hay otras que le toman diferente y engañoso, de resultas de haber mas Feldespato y menos Cuarzo y tambien por haber varios minerales diseminados en las mismas. La mayor parte de las Sienitas así desfiguradas proceden de erupciones antiguas. La historia de esta roca difiere poco de la del Granito, no hay porque determinarla. En su origen se dió este nombre á un Granito rojo de las inmediaciones de Siena en Egipto, y por eso se llaman Sienitas todos los granitos de un rojo mas ó menos vivo. Haüy que notó, que entre los Granitos rojos, los unos contenian Anfíbol y los otros Mi-

ca; conservó el nombre de Sienita para las especies en que la presencia del Anfíbol las excluía necesariamente del Género Granito: pero cosa singular, por cuanto la variedad que ha dado márgen á esta determinacion, resulta no ser sino un granito porfídico conteniendo mas bien *Mica* que Anfíbol, lo que es contra el supuesto.

4. *Prologina.*

Es un granito en el cual la *Mica* se reemplaza por el *Talco*, pero es frecuente haber *Mica* y *Talco* en especial, en las célebres Protoquias de Monte-Blanco las primeras descritas y observadas. La *Prologina*, cuya etimología es la *primera formada*, era considerada como la roca primitiva de la cadena de los Alpes, de ordinario ofrece una tinta blanquecina ó verdosa; pero que en las variedades del Hartz y Sajonia, el color rojo predomina.

5. *Pòrfido.*

En lenguaje vulgar se designa así, á toda roca cuya estructura porfídica ó en la cual algunos cristales determinables de Feldespato, ó de otro mineral, están diseminados en una pasta Feldespática compacta; hoy se toma en una escepcion mas ámplia; se aplica á toda roca de base de Feldespato compacto, y á otros productos eruptivos, intermedios entre el terreno *granítico* y el *volcánico*; caracterizado por la presencia de un mineral magnésiano. Tenemos *Pòrfidos Feldespáticos* y *Pòrfidos Magnésianos*.

Con motivo de la falta de cristalización en la masa y lo difícil de leer á simple vista la naturaleza, del Feldespato constituyente, acontece que los Geólogos para describir las Rocas Porfídicas acuden á simples accidentes de estructura ó colocacion, antes que al analisis; de aquí la confusion en la Terminología: *M.* Cuand adopta para la especificacion de los Portidos Feldespáticos nombres univocos referidos á los mismos Feldespatos, de modo que su etimología nos enseña su composicion. Asi vemos que

siendo los Pórfidos de base *Ortosa, Albita* etc., establece las denominaciones de Ortófido, Albitófido, Oligofido, y Labradorófido, con sus variedades largas de enumerar.

Los *Pórfidos son rojos* con frecuencia Cuarzíferos: *Pórfidos negros Piroxénicos: Pórfidos verdes* con cristales blancos de Feldespato.

6. *Diorita, (ò Amfibolita de Coquand.)*

Roca granugienta compuesta de Amfibol verde-negruczo, Hornblenda y de Feldespato Labrador; asi como la Serpentina pobre en Cuarzo, con la que se puede confundir. En esta roca predomina el Amfibol, y el Feldespato se presenta compacto: el Amfibol predomina hasta el punto de marcar la presencia del Labrador, la textura resulta lamelar ó pizarrosa mas ó menos fina, y la roca denominase por esto Amfibolita.

7. *Dolerita.*

Roca esencialmente granuda compuesta de Piroxeno Augita, y de Basalto, que muchas veces contiene alguna cantidad de Hierro titanado.

8. *Serpentina, Piedra Ollar.*

Roca compuesta de un silicato de Magnesia hidratado de textura compacta, sin Alumina; fractura tierna y cerea ó escamosa de un verde mas ó menos oscuro, suave al tacto; mezclada de una porcion variable, á veces muy débil de Feldespato, nutaciones de diversas tintas verdes ó negruzcas; manchada de puntos mas ó menos gruesos, y de bandas de verde claro como la piel de las serpientes, nos dá agua por calcinacion, infusible al soplete, y un tanto atacable por los ácidos, se halla en estado demagma como los Pórfidos; se la explota como un mármol y mejor para ornamento y fabricacion de diversos objetos de arte.

9. *Trapps.*

Se dá este nombre á una roca terrosa de color verde negruzco, cuya composicion se aproxima, ya á la diorita como al basalto; compuesta de *Feldespató* y de *Piroxeno* dos minerales que clasificaremos entre los mas fertilizantes, y mas ricos para la vegetacion siendo á la vez mas fácilmente descomponibles, de modo que un lecho de Trapps descubierto en medio de las tierras gastadas falto de cal, de potasa, y de magnesia, seria para una comarca entera un manatial de fertilidad y un descubrimiento de mayor interés que el de una Marga ó de una cantera de piedra de Cal. Forma masas irregulares de gran importancia dividido en planos y paralelipípedos, ofreciendo en los terrenos escarpados, la disposicion de un anfiteatro. Casi siempre su estructura en Almendras, penetrado de Piritá ó hierro sulfurado, sustancia tambien de la mayor importancia para la vegetacion por su facil descomposicion cuya existencia providencial parece le coloca en condiciones las mas ventajosas para la Agricultura para mejoramiento de las tierras. Es preciso hacerse de gruesos ejemplares, para darse cuenta del *Trapps* por ser difícil dar una nocion precisa de sus condiciones; casi siempre se presenta de color negro, duro, y sonoro y aunque compacto, á veces aparece granudo ó amigdalvideo.

10. *Basalto*, (Tefrina dolerita.)

Roca de estructura compacta, ó grano microscópico, su composicion de *Feldespató labrador* y *Piroxeno* indescrínible, fundidos juntamente, contiene á veces *hierro oxidado titanado negro* poco manifesto y tambien *Peridoto* en granos diseminados en la roca, que le caracterizan de las demas que se le asemejan. Es la roca por excelencia del terreno terciario, hállaseles en prismas verticales unidos ó justapuestos: masa lávica vomitada al exterior y que enfriándose con lentitud, sufrió una retraccion y hendido del modo explicado. El Basalto puro es duro, tenaz,

compacto sonoro y de un hermoso negro, perdiendo estas cualidades segun donde se halla: encierra de ordinario hierro titinado en granos. Le hallamos formando diques y filones poderosos, llanuras y laderas de poca inclinacion en forma de sabanas que presentan divisiones bastante regulares (por retraccion.) El *Basalto* y los productos de su emision constituyen el segundo término de la formacion volcánica; porque las notas de su aparicion dicen ser intermedio entre la formacion Traquítica y los volcanes propiamente dichos. Opinion de M. Burat, (pero que no siempre sucede lo mismo). Dice: el Basalto es una lava Piroxénica negra y compacta, roca dominante en dicha formacion y á veces la sola roca de lo mismo: las rocas de agregacion, que acompañan las lavas basálticas muy desarrolladas en ciertos distritos, son todavia menos constantes que las deyecciones de escorias y puzolanas.

Tambien es de notar que la estructura cristalina de los Basaltos es un signo caracteristico del terreno basáltico. La descomposicion del Basalto se manifiesta por un principio de alteracion de la Roca que es causa del fraccionamiento de la misma.

11. *Traquita*. (Obsidiana-Pórfido traquítico de Coquand.)

Roca esencialmente compuesta de un Feldespato potásico, cristalino ó vítreo á manera de las escorias de los altos hornos; en el primer caso tendremos las Traquitas propiamente dichas; en el segundo las Traquitas Obsidianas, formacion bastante complicada que nos presenta su masa, por su compacidad, estado ampolloso, escoriforme, rojo, blanco, negro, agréguese á esto la magnitud del número de cristales Feldespáticos, de su estado vítreo etc., sucediendo, que un mismo canto, hay, Traquita compacta y escoriforme; Varía su peso específico, asi como el calor en la Traquita Obsidiana.

Esta Roca en general tiene una masa terrosa, color blanco, ó grisenciento, tambien rojizo, celular, áspera al tacto, (siempre) y contiene cristalitas de Feldespato vítreo de formas alár-

gadas y hendidos; pero nunca tienen Peridoto (1) al pasar de masas cristalinas á otras más ó menos opacas y ahumadas, da lugar á la Obsidiana indicada ó vítreo Volcánico, y á otra piedra que despues de haber perdido parte de la sustancia, encerradas en su masa, dan lugar á un aspecto celular reconocido en la *Pomez* de diverso aspecto. Por su fâcies la Traquita podria decirse son Pórfidos de Feldespato vítreo; así como los Pórfidos contienen tambien pajitas de Mica diseminada, y una pequeña parte de Amfibol Hornblenda y algo de H.^o Oxidulado Titanado.

Se la considera como la Roca volcánica más antigua del terreno terciario formando masas de consideracion y aún montañas enteras, encontrândosela lo mismo en el Antiguo que en el Nuevo continente: bajo el punto de vista agrícola podemos demostrar su gran utilidad por cuanto su textura grosera, granuda y agrietada, las hace sumamente deleznable á los agentes exteriores, constituyendo de este modo un manantial inagotable de materia Feldespática para las tierras próximas y Valles que les rodean. Las *Traquitas* ofrecen volcanes especiales cuyos materiales parecen no haber salido nunca como las Lavas. Con frecuencia se han elevado en el suelo ó centro de la tierra en estado pastoso en forma de montañas redondeadas ó Cúpulas. No obstante en algun caso, han formado sabanillas de más ó menos grosor que se han extendido sobre un suelo casi horizontal; despues de haber manifestado la union íntima entre las *Traquitas*, *Obsidiana* y *Pomez*, se dirá que la *Obsidiana* se parece á un vítreo ó esmalte; *vítreo* que acompaña á las erupciones igneas, que se halla en los productos de una época más moderna que la de la Traquita, aunque ella sea más abundante en medio de las mismas.

En cuanto á la edad Geognóstica de las Traquitas, dice *Burrat*; (con relacion al terreno donde se hallan,) que se las mira ha tiempo, anteriores á ciertos depósitos terciarios, como tiene

(1) Por este caracterizamos al Basalto, como por ausencia á la Traquita.

lugar en Hungría. También se observa, que las rocas de agregación toman gran desarrollo é importancia en la formación Traquítica, ya sea en virtud de erosiones violentas y prolongadas, que las rocas al ser elevadas del suelo han experimentado; ya por la emisión de las cenizas y escorias de *Pomez*, que parece tuvieron importancia en las erupciones de este periodo, análogas á las espresadas en el Basalto. (1)

12. *Lava*. (Lapilli, Tefrina, Augitófido, Peperino).

La formación Lávica comprende á la vez los Volcanes activos y los extinguidos, es decir, conos de Cráteres que durante el periodo Cuaternario, han arrojado fuera al rededor de sí una cantidad mayor ó menor de *Lavas* y de materias escoriaceas ó pulverulentas; muchos de los Cráteres de erupción han sido tapados por las sustancias proyectadas. De modo que segun Coquand, resérvese el nombre de *Lava* á las Rocas formadas por los Volcanes propios, y constituyen por su conjunto lo que hemos dicho determina la formación lávica.

Se dira sin embargo, que la *Lava*, es una roca de color negro ó grisáceo, algunas veces rojizo, celular ó escoriaceo, salida por el Cráter (en actividad) de un Volcan, bajo la forma de corrientes, estendiéndose en bandas estrechas, sobre los flancos de las montañas cónicas, en cuyo vértice se hallan en general los Cráteres, y despues sobre una vertiente de menor inclinación y mayor anchura, así como por último rellenando valles, hondonadas y llanuras inmensas donde estas corrientes son más ó menos lentas, y aparece la masa dispuesta con más regularidad, pero siempre más ó menos celular ó escoriacea. Pero añadiremos que más bien es la materia misma de las rocas volcánicas (*Traquitas* y *Basaltos* en fusión perfecta), que acabamos de describir las que en general constituyen la *Lava*, en que casi todas

(1) Podríamos entrar en detalles de la mayor importancia sobre los accidentes que esta roca y sus congéneres presenta, pero nos recomendamos á Burat, para el que desee mayores conocimientos.

han sido arrojadas en estado de fluidez ó incandescencia, habiendo formado corrientes que se han extendido á lo lejos y los alrededores.

Despues de todo damos el nombre de *Lava* «aquella materia esponjosa, ampollosa y escoriácea, cualquiera que sea su color, «y su composicion, que por lo demás es casi la misma para estas rocas». Las Lavas constituyen el punto de tránsito á la Tefrina; porque en efecto, la Tefrina no es otra cosa sino una lava con celdillas menores y en menor número. Existe actualmente alguna imposibilidad en la separacion racional de las llamadas Rocas de Lava, porque el análisis nos ha demostrado la existencia predominante del *Feldespató Labrador*, difiriendo del Basalto solo por la época de su aparicion: Otras Lavas tienen por base el Feldespató Oligoclasa (con base de Potasa) y así de los demás, lo que por cierto da lugar á presentar estas variedades.

El célebre Pilla, nos da el nombre de Augitófidó á Lavas del Vesubio muy ricas en Piróxeno. (1)

La palabra *Lava* es una espresion relativa á la forma: jamás designa una roca de una composicion particular, siempre será de composicion variable; pero cuya forma interior, así como la exterior nos acusan una materia más ó menos viscosa ó trabada, que ha corrido (ó determinado corrientes); teniendo por con-

(1) El piroxeno constituye un grupo de variedades que todas son Silicato doble de base de Cal, Magnesia, Manganesa, Protóxido de Hierro, cuyas bases se pueden sustituir entre sí, en diversas proporciones sin que la fórmula se altere. Rammelsberg considera todas las variedades de Piroxeno como formando una misma especie que designa con el nombre de Augita, admitiendo por su composicion la division siguiente:

- 1.º Augita Calcáreo-magnesianá (Diopsida) = (Ca, Mg) Si²
- 2.º Augita Calcáreo-ferruginosa (Hedembergita) = Ca, Fe Si²
- 3.º Augita calcáreo-Manganesífera (Bustamita) = (Ca, Mn) Si²
- 4.º Augita Calcáreo-Magnesianá terrífera = (Augita, Sasilita) = (Ca, Mg, Fe) Si²
- 5.º Augita Ferro-Manganesífera = (Fe, Mn) Si²
- 6.º Augita Ferro-Manganesífera (Hyperstecia) = (Fe, Mg) Si²

siguiente la propiedad de modelarse en todos los puntos que invade sucesivamente, más ó menos quieta su marcha en terrenos poco inclinados, pero muy rápida en los estrangulamientos del terreno y en especial si tiene alguna inclinacion, reflejándose sobre ella todos los puntos é irregularidades del suelo que recorre: de manera que los caracteres esenciales se determinarán por cierta forma de *Contorno*, cierta desigualdad de testura, y una heterogeneidad general sobre sus caracteres esenciales.

La palabra *Basalto* por el contrario, además de presentar una composicion determinada (que no se puede fijar en las Lavas), tiene una manera de ser constante y por esto no puede suceder en cuanto á su forma y testura, si no lo observado como regular en su fisonomia particular, y uniformidad en las diversas partes de la masa. El movimiento ó fenómeno *hydrodinamico* y el enfriamiento característico en la Lava; mientras que el Basalto ofrece un carácter general de uniformidad con exclusion de todo movimiento.

Por lo expuesto vemos muy marcados los caracteres de la formacion Lávica. Las erupciones gaseosas de alguna importancia en el terreno Basáltico, preponderan de un modo tal que llegan á influir muy particularmente, en la disposicion poroso-celular que toma la *Lava*, que en ocasiones se presenta acribillada de cavidades, despues de la salida de los gases, practicada al tiempo de su expansibilidad y acto del enfriamiento. Esto puede observarse en el terreno en estos momentos por cierto ruido que se deja oír, al proyectarse dichos gases fuera de las celdillas ó cavidades de la *Lava* por efecto del fraccionamiento ó ruptura de la capa de lava más ó menos gruesa que los recubre y que rompen por lo dicho anteriormente. Tambien la ausencia del *Peridoto* caracteriza á esta sustancia de la Traquita ocupándonos de su yacimiento al tratar de un modo muy general de la clasificacion de la roca.

§ 5.º

1.º *Rocas metamòrficas ò de transicion.*

Esta sèrie comprende las rocas que constituyen la primera formacion de origen *aqueo*, que en contacto con las rocas igneas han experimentado modificaciones de importancia en su testura y composicion; así vemos que la huella de los terrenos de transicion determina los rasgos más característicos y esenciales de la Geología de una comarca; dibuja los contornos de los grandes valles ó cuencas geológicas en las que se han depositado las formaciones secundarias y terciarias, estableciendo á la vez las principales distinciones mineralógicas que nos presentan las superficies de la tierra: de modo que al proponernos estudiar una comarca cualquiera, siendo muy estensa y accidentada, el método seguido en general es el de dirigirse á los puntos más elevados por ser esto la representacion de un hecho Geológico de la mayor importancia (un levantamiento lo manifiesta). Sin que procedamos á mayores detalles, que corresponden al estudio de los terrenos, diremos desde luego; que las rocas que directamente descansan sobre los terrenos graníticos y que participan de su composicion, se distinguen en general por su aspecto adelgazado ó laminar, así como por su disposicion cristalina, siendo por esto llamados Esquitos Cristalinos que calificaremos de *Pizarras Cristalinas*.

Expondremos algunas rocas importantes de este periodo para caracterizarle. Hemos manifestado que las Rocas metamòrficas constituian grandes masas minerales de sedimento, que sufrieron alguna alteracion en su composicion química, como en sus

propiedades Físicas, si bien lo que consideramos más difícil en este periodo es la demarcacion de los verdaderos límites de la esfera en que esto se determinó por los diversos agentes: y para probar su origen sedimentario del que pudiera ponerse en duda, diremos; que no solo se hallan estratificadas, sino que presentan restos orgánicos en su masa, pudiendo haber desaparecido en medio de los trastornos que se han sucedido; luego vemos su posicion adjunta á las igneas, cuyo aspecto es diverso completamente, no siendo raro encontrar las igneas empotradas en las metamórficas y vice-versa: algo nos dice el desórden en que á veces se encuentran por las dislocaciones sucedidas, á lo que se puede añadir hasta su cambio de naturaleza química, á medida que nos hallamos más próximos á un centro igneo, de manera que expuestas las observaciones que preceden, podemos indicar las más importantes.

2. 1.^a *Gneis*.

Roca Fanerógena compuesta de Feldespato Ortosa laminar y Mica, con granos de Cuarzo algo comprimidos, distínguese del granito por su estructura laminar. Es un granito acintado ú hojoso, sobre cuya fractura esto se determina de un modo completo; y venado, puesto que sus venas paralelas de color oscuro, formadas por la Mica, alternan con otras blancas ó grisáceas que forman los granos de Feldespato y Cuarzo reunidos. (1.)

Los mismos elementos del Granito dispuestos con mas órden y hasta con cierta regularidad, en lugar de hallarse mezclados con desórden: y en efecto, los granitos pizarrosos, que no confundiremos con la Pizarra Micacea, Talcosa etc., que pertenecen de hecho á las formaciones cristalofílicas, asi podemos llamarles, ó á los terrenos metamórficos mas recientes, alternando con las Calizas granudas; son una verdadera dependencia de

(1.) Es un Granito Pizarroso en el que la disposicion de la Mica en bandas irregulares dá á la masa apariencia pizarrosa.

la forma granítica con la que á veces forman un todo indivisible: su aspecto particular se deberá ó la disposicion y abundancia de la Mica, y tambien á circunstancias especiales de enfriamiento.

Su testura hojosa ó laminar en pequeñas masas, tabular cuando mayores, lográndose grandes lajas en las que vemos á la Mica con tendencia al paralelismo, su color tambien varia con sus elementos. Halláanse subordinadas á esta roca varios mármoles y calizas metamórficas mezcladas con Talco y Mica, algunos criaderos metalíferos, como el Antimonio, Cobre, Estaño, Galena, Hierro, Manganesa, Plata, etc. Roca, que tenemos en varios puntos de la Península, como sucede en Pontevedra, Sierra de Porto, cercañas de Betanzos, Sierra de Guadarrama, como en el Escorial, Sierra de Hiendelaencina donde existen criaderos de Plata; Provincia de Almeria, y alrededores de Marbella.

En sus aplicaciones no podemos utilizarla como tal Roca en la construccion, pero su abundancia de Feldespato nos dá por descomposicion el Kaolin y algunas Arcillas cuya aplicacion á la porcelana y alfareria es bien notoria; luego sus detritus en agricultura nos dán una tierra vegetal excelente muy apropósito para *prados* y *arboledas* sobre todo en los valles y sitios bajos en general.

5. 2.^a *Pizarra Micacea, Sin, Micacita, Hialomicta-pizarrosa, Micas lata.*

Roca compuesta esencialmente de Cuarzo y Mica á que se asocia accidentalmente el Feldespato, Ortosa, Turmalina, Granate y otros, es mas pizarrosa y mas rica en Mica la cual predomina hasta tal punto, que sus pajitas grandes y pequeñas pero distinguibles á simple vista, pueden formar lechos continuos mientras se interrumpen en el Gneis. Por otra parte la pizarra micacea ofrece gran número de especies y variedades, pasando de un modo insensible al Gneis por un lado y á la pizarra arcillosa por otro, (el limite extremo entre la Pizarra Micacea y la Pizarra Talcosa, (

cuando la Mica se halla en laminillas imperceptibles á la vista.

Contiene esta Pizarra muchos minerales en ella diseminados, como los *Granates*, *Turmalinas*, *Disthenas*, *Estaurotidas*, *Amfiboles*, *Cloritas*, *Esmeraldas*, *Grafito*, *Hierro* en sus diversas especies mostrándose á la vez alterados y en completa descomposicion. Dedúcese de lo que precede, que para su aplicacion en Agricultura, es una sustancia preciosa para los suelos desprovistos de sustancias alcalinas, y para los que su composicion mineral es muy simple, ó se halla agotada; por cuanto la Micacita en razon de la composicion muy compleja de la Mica, y por contener de ordinario diversos minerales diseminados, es una de las rocas que pueden acarrear á los suelos empobrecidos el mayor número de elementos.

Para construccion, tambien es útil por su económica estraccion; siendo ademas de fácil empleo y mucha duracion: muy especialmente en los largos acueductos, casas de baños, muros de sostenimiento, en los pantános, utilizándose mejor que la Caliza, pues con esta se observa una destruccion mas ó menos pronta y disolucion que á la larga llega á manifestarse en concreciones estalactíticas etc., que obstruyen muchas veces y aun sucede que deposita en las mismas aguas, dando lugar á varios accidentes.

Estas *Pizarras micaceas* se ven subordinadas en general al terreno granítico, con cuyos elementos casi siempre la encontramos asociada: hállase en el terreno Paleozoico antiguo y en otros mas modernos, como en el jurásico de los Alpes y otros puntos. Es conocida en muchas localidades extrangeras por su abundancia: no lo es menos en nuestra Península como en Galicia, que siendo amfibolifera sirve de ganga al Estaño que se explota en dicho punto: Tambien se la encuentra en Asturias; citase por el Sr. Cortina en la provincia de Guadalajara; en Plasencia de Estremadura; en san Martin de Valde Iglesias provincia de Madrid, y en Cataluña, Salamanca, Sevilla, Huelva y en Sierra Mòrena, como en Despeñaperros en contacto con las rocas de Santa Elena, en Somosierra, Sierra Almagrera y en Hiendelaencina.

4. *Pizarra Clorítica, Sin. (Cloritoslata, Sin, Pizarra Cloritosa.)*

Roca compuesta de Clorita y Cuarzo, distínguese de las demás pizarras por su aspecto verdoso debido á la Clorita; es probable que estas Pizarras como las Talcosas, sean resultado casi siempre de la asociacion ó mezcla de la Clorita y Talco; de aquí la mayor dificultad en distinguir unas de otras, y darles su acepcion más adecuada. Esta roca se halla muy estendida en los terrenos cristalinos, jugando un papel importante. Resultando sus diversas variedades de las sustancias que la acompañan; distinguiéndose de la comun; la Talcífera, Granatífera, Oxidulífera por el hierro oxidulado en cristales octaédricos.

Hállase en distintos puntos de la Península en contacto con las demás, como en Asturias y Galicia, provincia de Cáceres. En el extranjero, en los terrenos antiguos y secundarios: es muy raro ver fósiles en esta formacion, sin embargo, no podemos ménos de manifestar que hay *Trilobites*, *Encrinites*, y algun *Spirifer* en la Pizarra arcillosa, que se halla en contacto con la Cuarcita: observándose aquí que la estralificacion aparece más regulada, cuanto más nos elevamos en la série hácia los terrenos própiamente de sedimento.

5. *Pizarra Talcosa, (Sin, Talcita, Pizarra Esteatítica).*

Roca esencialmente compuesta de Talco y Esteatita con Cuarzo, testura pizarrosa, colores claros blanquecinos, verdosos, suave al tacto, que contiene Feldespato de un modo accidental; determinanse sus variedades segun el aspecto de su masa sea *Cuarzosa*, por las cintas que este mineral determina: *Feldespática* por los pequeños lechos granugientos formados por el Ortosa laminar: *Calcarífera* por la Caliza mezclada; *Granatífera* por los Granates que contiene: determinándose la *Micacífera* por las pajitas de Mica que contiene: así como el exceso de untuosidad puede atribuirse á la variedad compuesta casi esclusivamente de laminillas de Esteatita untuosa. No nos olvi-

demos advertir, que segun Dufrenoy y Fournet, muchas rocas á las que se les ha dado el nombre de Talcosas (Pizarras), deben su nombre á una porcion de caractéres esteriore, pero que en realidad no corresponden de modo alguno á la especie Talco. En algun caso se las deberia designar con el nombre de Cloritas Pizarrosas, apesar de la untuosidad del Talco, por cuanto se aproxima á la composicion de la Clorita. Lo comun en estas rocas debidas á causas metamórficas, es el tener composiciones muy diversas: su aspecto Talcoso mas bien es un modo de testura que de composicion. Abunda en los Pirineos y los Alpes, en Córcega, Tirol y Cerdeña, y sobre todo en Cabo Corvo de Cerdeña, donde nos hallamos en diversos puntos del terreno Triásico, modificadas las Calizas, en Calizas Talcíferas ó Chipolinos, las Pizarras arcillosas, en Pizarras Talcosas. Además M. Riviere ve en las Pizarras talcosas, un producto formado por fusion; una de las Rocas fundamentales de su terreno granítico: luego el cemento arcilloso que primero envolvía los guijos de Cuarzo de que se componen las Pudingas y Grés, observados en diversos puntos de esta formacion secundaria, ha pasado así mismo al estado de Talco en pajas y untuoso: de aquí la presencia de los cantos rodados en el seno de los lechos calcáreos y pizarrosos, escluye formalmentela idea de referencia á una formacion primitiva.

6. *Pizarra arcillosa, (Sin, Filada, Ampelita, Pizarra de tejar).*

Roca de estructura hojoso-pizarreña, testura cristalina compuesta esencialmente de silicatos aluminosos de difícil determinacion, ya sea por su naturaleza variable, como por los diversos silicatos que en su masa se encierran á un tipo bien caracterizado. En esta Roca, la Mica ó el Talco, en lugar de observarlos como en las especies anteriores en partículas visibles, forman una especie de capa hojosa de un hermoso mate ó con reflejos satinados.

Se dá el nombre de *Arcilla Pizarrosa* exclusivamente á las *Pizarras arcillosas* de origen metamórfico. Esta denominacion

se reserva á las capas que conservan todavía sus caractéres originales. La coloracion presenta tintas diversas, las hay blancas, azuladas, rojizas, verdosas, grises, etc., no pudiéndose confundir con las arcillas, por ser estas desleidas con facilidad en el agua. En esta, como en las anteriores, se determinan las variedades por las sustancias que se hallan mezcladas con las mismas, así es, que desde luego tenemos la *Cuarcifera*, *Fosilifera*, *Piritifera*, *Porfidifera* y la *Poligènica*, variedad que contiene algunos granos y fragmentos rodados de Cuarzo y otras rocas antiguas, determinando el tránsito á las Anagenitas (Grès) y Granwackas. El origen neptúnico primitivo de esta sustancia se prueba por los fósiles hallados segun M. Roblaye en medio de las Pizarras de Maclas, bien determinadas en las inmediaciones de Rhoan cerca de Ponthivy: Dufrenoy establece tambien que los fósiles indican la naturaleza Neptúnica de este terreno; así como las Maclas por el contrario, no han podido ser formadas sino por una cristalización ígnea, acción posterior sin duda debida al calor producido por las Rocas ígneas introducidas en los terrenos Neptúnicos, despues de formar sus depósitos; como en efecto se vé en las Pizarras Maclíferas formar zonas continuas más ó menos largas, al rededor de los macizos, así como de los mamelones graníticos que envuelven.

Verneuil refiere respecto de Leon y Asturias, unas placas de *Arcilla-Pizarrosa* (que pertenece al terreno Silúrico inferior del Continente Europeo), satinada de negro, llevar á pesar de su estado metamórfico adelantado, algunas impresiones de Grafólitos.

Su yacimiento abunda por casi todas las regiones del Globo; respecto de nuestra Península, pertenecen casi siempre al terreno Silúrico como en Almaden y Sierra-Morena, el yacimiento de la Fosforita de Logrosan, se halla implantado en una formación análoga segun Naranjo; las inmediaciones de Alhama en Aragon; las de Galicia y Asturias segun Werneuil; las de Elorrio de Vizcaya; así como existe en el terreno á la derecha subiendo el rio, de los ricos viñedos que posee Montalban en Aragon (aunque muy corto el trayecto.)

7. *Pizarra comun.*

La definicion es mas bien de un grupo que de una especie, por diferir dichas rocas bastante en su composicion, cuyo aspecto cristalino se observa con cierta uniformidad, en relacion con los cuerpos que contienen, enlazándose esta con los terrenos esencialmente sedimentarios, así como las Micacíferas, Talcíferas, etc., con los verdaderamente cristalinos. Si hay alguna *Pizarra arcillosa* que se considere como roca de sedimento normal, la mayor parte han experimentado alteraciones mas ó menos profundas en su testura y aun en la composicion quimica, por consiguiente entran en el grupo de las metamórficas como hemos expuesto. Ahora la testura foliolar y hojosa, si bien aparece en las Rocas Neptúnicas, como en algunas Arcillas y Areniscas, el resultado de la sedimentacion por capas delgadas de los elementos de densidad diferentes que entran en su composicion; en las Pizarras ya espuestas se reconoce la doble causa de sedimentacion é influencia ígnea que hizo asociar las moléculas de distinta manera como vemos en su masa cristalina y testura laminar que les es propia.

§ 4.º

1.º *Rocas de sedimento ó estratificadas.*

Cierto número de rocas que alternan formando capas ó un conjunto que alterna cuyos caracteres mineralógicos, así como la regularidad de sus capas sucesivas, nos manifiestan el origen sedimentario de las mismas. Materias compactas y terrosas de ordinario en el estado sólido ó movedizas. Los caracteres mi-

neralógicos de las rocas estratificadas, permiten reconocer algunos detalles de formacion y origen idénticos á los de los depósitos actualmente formados por las aguas. Contienen casi constantemente dos suertes de partes accesorias ó restos característicos que nos refieren su origen; hállanse *rocas arenáceas*, producto de la erosion y trasporte como las *arenas y cantos rodados*; algunos *grès* y *pudingas*, gruesos fragmentos de otras rocas que han pertenecido á terrenos más antiguos, algunas arcillas que nos relacionan los caractéres de ciertos depósitos limosos de los deltas y desembocaduras de los grandes rios. Cierta número de fósiles ayudan á reconstruir la série de las especies animales que sucesivamente han habitado en la superficie del Globo, y facilitan en extremo la edad relativa y la sucesion de estos depósitos. Cierta número de fósiles se halla estendido esclusivamente en las capas depositadas en determinada época geológica. No se las vuelve á encontrar, ni en las capas inferiores mas antiguas, ni en las superiores mas modernas, es lo que llamamos fósiles característicos.

Cuatro grupos notables que constituyen otras tantas clases pertenecen á las Rocas sedimentarias que podemos clasificar bajo el punto de vista mineralógico.

- 1.º Rocas Cuarzosas { Cuarcitas y jaspes Grés cuarzoso, Pizarras cuarzosas, Jaspe Lidio, Silex, Moleña.
- 2.º Rocas arcillosas { Pizarras arcillosas, Arcillas Pizarrosas, Arcillas Plásticas, Arcillas esmécticas.
- 3.º Rocas Calcáreas { Mármoles, Calizas compactas, Oolíticas, Creta, Calizas groseras, Margosa, Calizas silíceas, Calizas, Magnesianas, Dolomia, Yeso.
- 4.º Rocas agregadas { Arkosa, Grés micáceo, Granwackas, Grés arcilloso, Maciño, Molasa, Brechas, Pudingas y Conglomerados, Arenas y Cantos rodados, Limo arcilloso.

Si se comparan á las rocas eruptivas vemos que tienen por caractéres generales una testura litoidea, una *densidad* mas débil, y una estratificacion en capas sucesivas, que se reconoce en los detalles de la estructura. Su diverso origen esplica, las diferencias completas que existen en la composicion y en los caractéres mineralógicos de las rocas eruptivas y sedimentarias, y sin embargo, estas últimas, han sido formadas por los restos pulverizados, descompuestos y trasportados de los primeros. Tambien su yacimiento es diferente en razon á que los depósitos de sedimento no forman sobre el Globo más que una emboltura superficial: cuya disposicion de las rocas estratificadas les dá un carácter de horizonte muy estenso, cubriendo dilatadas superficies sobre los mapas, pero que no tienen sino un grueso insignificante comparado con su estension.

2. La Silice se reconoce fácilmente por la dureza de sus granos vitreos, capaz de rayar al vidrio, infusible al fuego ordinario, é insoluble en los ácidos ordinarios.

Las Rocas cuarzosas desde luego han sido producidas por erosiones practicadas sobre los Granitos que formaban la base de la corteza del Globo y expuestos al exterior en los diversos puntos que se les considera. Los *Feldespatos* de los Granitos, así como las Micas, tuvieron menos resistencia á la erosion y sobre todo á la descomposicion, formando los Cuarzos por consiguiente los primeros depósitos, sobre los cuales las erosiones sucesivas de las aguas debian repetirse durante todos los periodos geológicos, trasformándoles en otras variedades. Los *Feldespatos* al descomponerse han formado las rocas arcillosas, naturalmente más potentes que las anteriores, puesto que en el Granito, esta es la sustancia que en general predomina. Esta masa de principios arcillosos recorridos y modificados por las aguas, durante los diversos periodos Geológicos, han dado lugar á una série de rocas bastante variadas, pero cuya potencia y desarrollo han ido siempre disminuyendo. Cuando son puras las arcillas, no está compuesta sino de Alumina, Silice y Agua; es una mezcla terrosa, suave y grasa al tacto, insoluble é infusible,

pero formando pasta con el agua y toma mayor dureza al fuego á la vez que se contrae. Veamos lo que sucede con las Calizas; las Rocas calizas desde luego raras, y poco poderosas, fueron desarrollándose progresivamente, llegando en muchas comarcas á ser los elementos principales de los depósitos sedimentarios. La Caliza es un carbonato de cal, fácil de reconocer por la propiedad que tiene de hacer efervescencia en los ácidos, y por calcinacion reducirse á cal viva. Esta roca, ha sido probablemente disuelta en las aguas, precipitada sucesivamente por reacciones quimicas, y descenso de temperatura; siendo estraidas en muchos casos por acciones análogas á las producidas hoy en las formaciones Madrepóricas.

Estas tres materias principales, mezcladas dos á dos ó todas juntas, forman las Rocas de carácter misto, á las que se ha dado nombres particulares, tenemos:

Las Margas, que son una mezcla de Caliza y Arcilla.

Molasa ó Maciños; areniscas con cemento Margoso ó Calcareo. Modificándose á su vez los Grès (areniscas) por otras partes accesorias que se agregan á los Granos de Sílice y tenemos el *Grès Feldespático ó Arckosa: Grès Micáceo ó Psamita*:

Grès rojo ó Abigarrado con cemento ferruginoso rojo, moreno ó amarillo.

Grès verde con granos de silicato de hierro: indicaciones ligeras de alguno de estos cuerpos.

5. 1.º *Margas*.

Son compuestas de una mezcla de Arcilla con Caliza. Asociándose la Caliza y la Arcilla en mezcla, como dos líquidos en varias proporciones si contiene una arcilla de 2 á 4 „lº de Caliza, se llama Arcilla Calcarifera; pero si contiene un 8 por „lº de Caliza, se dirá Marga. No obstante no será otra cosa sino una *Marga arcillosa*. Existen Margas más ó menos arcillosas, que no contienen mas de 10, 12 ó 15 „lº de Caliza; si hay 20 „lº tendremos la Marga ordinaria, la que pasa á Marga Caliza si llega hácia un 40 „lº de Cal; y aun más lo será si tiene un

30.º pasando por grados á la Caliza pura, de Caliza arcillosa que es en los últimos periodos. De que se deduce varían mucho en su color y aspecto: se reconocerán por su efervescencia en los ácidos (mayor ó menor), su apegamiento á la lengua por ser de una ú otra denominacion. Segun opinion de M. D'Omalius, D' Halloy, cree debe conservarse la denominacion de Marga que tiene esta roca; pero Coquand opina lo contrario; pero D' Omalius se espresa diciendo *Caliza arcillosa* y *Arcilla calcárea* mejor que *Marga arcillosa* y *Marga calcárea*.

La supresion de la palabra Marga, tendrá la ventaja de hacer más sencilla la distribucion de los géneros, á que esta especie se presta con dificultad, porque mientras que la *Marga calcárea* pertenece al género Calizo, la *Marga arcillosa* corresponde al género *arcilloso*. De modo que la misma razon hay para ponerla en el uno, como en el otro de los géneros.

El uso de las Margas ya se cita por Plinio y Columela como lo más útil que en él mejoramiento de un suelo pudiera hacerse, lo cual nos induce á que fije bien sus caractéres el Agricultor para su importante uso. Es una roca de color blanquecino con aspecto cristalino y harinosa, áspera al tacto, consistencia pétreo ó pulverulenta, cuando seca, se pega á los labios, atrae la humedad con avidéz y al sumergirse en el agua se agrieta: soluble en los ácidos con efervescencia, así como en el vinagre comun, infusible al soplete, se endurece poco al fuego, por tener poca agua, y se convierte en Cal viva, de la mejor calidad, la que se pulveriza y esfólia con mayor facilidad.

De las tres especies admitidas tenemos, 1.º la *Greda*, es una *Marga arenosa* con $\frac{2}{3}$ de arenas, Caliza y Arcilla $\frac{1}{3}$, de color gris blanquecino friable y se deslie con facilidad en el agua, no puede emplearse sino en tierras fuertes.

2.ª *Marga arcillosa*, compacta poco friable que cuando contiene $\frac{1}{3}$ de Carbonato de Cal, es muy útil para mejorar los suelos arenosos; si predomina la arcilla, sirve á los terrenos arenoso-calizos.

3.ª *Marga Caliza*. Esta es la considerada como verdadera Marga y la mejor de todas: de lo espuesto, se ve lo importante que

es el conocimiento perfecto de esta roca en sus variedades para poderla utilizar segun convenga en cada caso particular respecto del mejoramiento del suelo.

4. 2.^a *Molasa*. (Etimologia de Molle-blando).

Roca muy variable de aspecto y composicion; al salir de la cantera es tierna; de ordinario es una arenisca de cemento arcillo-calcáreo, mezclada con restos conchíferos friables; granos de Feldespato, Caliza y Mica, con un poco de Talco y Serpentina; Testura porosa, si la tratamos con los ácidos produce efervescencia, alguna variedad presenta una consistencia admirable, siendo apropiado para la construccion, como sucede con la *Molasa Suiza* llamada *Grès Mociño Polygénico*, muy poco conchífero, casi la única roca explotable en algunos puntos del Mediodia de Europa. Muchas Ciudades en sus principales monumentos y edificios como Berna y otras de Suiza, están construidas con esta roca. Pudiendo creerse que la Molasa Suiza no es otra cosa que un Maciño (Grés de cemento Calizo), pero se le considera como una Molasa en razon de hallarse en el terreno terciario medio (Mioceno), llamado piso de la Molasa. No obstante las Molasas se distinguen por un cemento mas complejo, puesto que es Arcillo-calcáreo; por su naturaleza tambien mas compleja; puesto que son Grés más ó menos polygénicos; por su friabilidad de ordinario muy grande, que le ha valido el nombre propio de Molasa, y con frecuencia lo más notable por gran porcion de restos fósiles, pero que esto no es una señal evidente en las Molasas. Cuanto más Friable, Calcárea, Conchífera ó Poligénica es, mas se aprecia en agricultura, que la emplea en vez de Marga, alli donde esta falta; y aun con preferencia á la Marga comun, alli donde reclama el suelo una Marga arenosa.

La *Molasa* se presenta en capas de importancia, ricas en fósiles en el Mioceno (terciario medio). En la Península, en Monzon, Guadalajara como en la provincia de Córdoba.

5. 3.^a *Maciño.*

Arenisca análoga á la Molasa por los elementos que la constituyen aunque su posición sea diferente: su composición de Granos de Cuarzo, si bien menos cantidad que en la anterior, abunda mas el *Feldespató*, así como también hojuelas de Mica é indicios de Cal y Arcilla (Marga), endurecidas por un principio de Metamorfismo en que se distingue de la anterior: Esta roca por su estado particular es más consistente y no penetra el agua con la facilidad que en la Molasa. Abunda en Molina de Aragon, Almería y el Pobo, como en el Señorío de Molina.

6. *Grés.*

Abunda en los terrenos de sedimento. Su denominación en principio, consiste, en que arenas de cualquier naturaleza están unidas ó aglutinadas por un cemento diverso: Por lo que nos hemos de ocupar de estas diversas naturalezas: multiplicando el número de rocas, y aunque limitados por lo restringido de un nombre, sin embargo, se encuentra mayor número de variedades que en la Caliza.

Definición.—Roca esencialmente compuesta de Cuarzo, con textura grasiforme ó arenácea, sirviendo de cemento ó fragmento de Cuarzo ó de otras rocas redondeadas por frotamiento. El Grés recibe nombres diversos según el grueso de los granos arenáceos y las sustancias que los determinan, por cuanto se halla el Común; el de Fontainebleau, el Compacto que forma bancos y se explota en masas de consideración en la mayor parte de los terrenos, así como el pizarroso en laminillas, y es de alguna importancia el Grés Feldespático llamado *Archosa* ó Pelmática de Omálius.—Arenisca compuesta de Feldespato puro descompuesto y Cuarzo granoso que predomina, con algo de Arcilla y Pizarra cementada por la Sílice. Muchas veces se vé el kaolin por descomposición, llamado por Cordier, *Metaxi-*

ta; por manera que esta roca cuyos caractéres son los asignados á las demás Areniscas, es el inmediato resultado del Granito descompuesto y de una recomposicion posterior.

La *Arckosa*, es de los terrenos de sedimento en su parte integrante, y casi siempre cerca de su matriz el Granito: En varios puntos de nuestra Península, como en la Provincia de Guadalupe; en Manzanares y Cabanillas, Provincia de Madrid, aplicada para el ensolado de las calles, alguna vez las compactas en construccion.

7. *Grès Micáceo ó Psamita.*

A esta roca se la llama Asperon en nuestra Península, representa un grupo de Rocas compuestas de granos de diverso tamaño; silíce pura ó mezclada con otras sustancias y aun á veces teñidas por óxidos metálicos reunidos por un cemento de masa Silícea, Feldespática, Caliza ó de cualquier otra sustancia de existencia anterior ó posterior á los mismos. Roca compuesta de los restos, de Rocas primitivas y ofreciendo sobre todo granos feldespáticos. Es un Grés formado con detrimento del Granito en sus inmediaciones; sean más ó menos gruesos, angulosos ó redondeados, ó en pequeños granos como en los Grés, por más que se reconozcan una porcion de granos feldespáticos, cristalinos ó alterados, diseminados en la masa, la roca debé ser clasificada de *Arckosa*. La *Psamita* no sirve sino para distinguir los Grés micacíferos y Talcíferos. Las *Arckosas* son muy frecuentes no solo en el terreno de la *Granwacka* sino en todos los otros sedimentarios.

Como la especie Grés que se pretende dar, tal como se comprende y aplicada en general, es una Roca esencialmente formada á espensas de las Rocas preexistentes, y cuyos fragmentos rodados bajo el punto de vista de su composicion mineralógica y de su volúmen, pueden ofrecer una infinidad de variaciones, nos parece supérfluo sobrecargar la Nomenclatura de nombres particulares, por su talla, el predominio ó presencia persistente ó accidental, de tal ó cual elemento.

La condicion única exigida para tener un Grés, consiste, en que el cemento que une los fragmentos sea cuarzoso, ó que el Cuarzo en estado granugiento sobrepuje á las otras partes constituyentes del cemento. Si la parte aparece arcillosa ó Caliza por agregacion de ambas ó de una, las palabras *Grés arcilloso*, *calcáreo*, *arcillo-calcáreo*, darán mejor cuenta de esta composicion, que las palabras *Maciño*, *Psamita*; ahora, por todas partes dondè los terrenos primitivos se encuentran en la superficie del suelo, los restos y arenas que arrastran y agregan los agentes atmosféricos con el curso de las aguas son necesariamente de *Arkosa*; que por lo pronto en estado movedizo, serán más ó menos tarde cémentados por un limo arcilloso ó ferruginoso ó por un cemento calcáreo ó Silíceo, conducidos por aguas comunes ó minerales que constantemente se infiltran por todas partes. Se comprende bien de qué modo son abundantes estas rocas en todas las partes de la tierra. Hoy se forman sobre todas las pendientes de los terrenos primitivos, lo mismo que ha sucedido en las diversas épocas, sobre todo en las antiguas, donde no habia sino rocas cristalinas en la superficie. No obstante, no son tan comunes como era de suponer, lo cual se explica: que durante los muchos años que se desprenden antes que estas arenas y restos sean cementados y consolidados, son desde luego muchas veces lavados y atravesados por las aguas de lluvia, por las corrientes de agua, y las materias mas alterables y mas descomponibles que se hallan con estos restos, son puestas á disposicion de una destruccion lenta que determina la disolucion del *Feldespato*, *Amfibol* y los demás elementos de fácil destruccion, no dejando mas que una arena cuarzosa, ó un Grés más ó menos puro, allí donde se hubiesen depositado los elementos de una roca mucho mas compleja: de tal modo esto es verdad, que ciertas *Pudingas* y *Brechas* Cuarzosas actuales fueron en un principio *Arkosas*, que interin y despues de su consolidacion perdieron sus elementos *feldespáticos*, *amfibólicos*, *piroxénicos*, arrastrados y conducidos por las filtraciones.

Al Agricultor, sobre todo, le interesan las *Arkosas*, porque representan las mejores rocas *Feldespáticas*. Además son casi

siempre friables; de modo que en muchos casos proporcionarán los mejoramientos alcalinos doblemente útiles, siempre que nos encontremos un yacimiento de *Archosa*; podemos asegurar de un modo racional, que existen en sus inmediaciones á poca profundidad *algun macizo* de rocas cristalinas; de que fácilmente se desprende.

Yacimiento.—Como las arenas sabemos de donde proceden, y son la base fundamental de los Asperones (ó *Archosas*), deducimos su hallazgo en terrenos de sedimento, desde los antiguos hasta los de moderna formacion en los lagos, etc. De aquí el poder establecer una clasificacion en relacion con los diversos períodos de la historia de nuestro planeta. Pero será mas conveniente optar para la clasificacion en la naturaleza del cemento y en la mezcla ó pureza de las sustancias aglutinadas. Indiquemos las variedades de mayor interés.

8. *Arenisca Cuarzosa ó Grès moreno amarillo.*

Es la llamada *Asperon* por escelencia tipo de la especie, compuesta de granos redondeados de diverso tamaño de cuarzo, cementados por la Silice, contiene algunas materias Calizas, hace efervescencia con los ácidos, color blanco, gris ó sucio y amarillento por los óxidos de hierro anhídros ó hidratados. La Roca es compacta, á veces de aspecto brillante ó vidrioso es traslucida en los bordes, y concoidea su fractura, aspecto lustroso y testura particular, lo debe á una cementacion muy fina, en la que habiendo desaparecido los granos de la masa cementosa casi por completo; ó pudo suceder que la Roca hubiese sufrido un principio de fusion ó una accion quimica.

Yacimiento: En Fontainebleau como en la provincia de Teruel y en Barbastro.

9. *Arenisca ferruginosa ó de rojo amarillento.*

Caractères parecidos á la anterior, á diferencia que los Óxidos de Hierro en vez de ser simples materias tinturantes, cons-

tituyen el elemento esencial de la roca. Resulta de aquí una arenisca ferruginosa que la encontramos en las mismas condiciones de yacimiento (en Vizcaya y Galicia).

10. *Arenisca verde ó Clorítica.*

Por ser la Clorita (Silicato de Hierro), el elemento que domina y le imprime un sello particular.

Su color verde ó con manchas blancas de pequeños puntos verdes debido á la Clorita; el cemento suele ser Calizo Margoso ó enteramente Silíceo. Forma capas de gran espesor y estension en el terreno Cretáceo, llegando en varios puntos del extranjero á caracterizar este terreno; notable por los fósiles variados de este piso. Hállase en varios puntos de la Península, como en la provincia de Castellon, en Morella y Cincorres. Provincia de Teruel, en Molina. Rubielos de Mora y en la provincia de Ciudad-Real. Entre los Grés (Areniscas), los unos son duros, otros no, tambien friables, se les desmenuza entre los dedos, y otros en estado de arenillas por no haberse cimentado. A los ojos del Geólogo, toda arenisca es un Grés, solo á las arenas les faltará un cemento, luego las arenas sean de la naturaleza que quieran, son la parte esencial de un Grés ó Areniscas (sean Asperones); el cemento ha venido mas tarde y á veces despues de largo tiempo. De manera que un Grés (Asperon), representa dos épocas: 1.^a el depósito de las arenas que nos suministra el verdadero dato geológico de la Arenisca: 2.^o el depósito del cemento, del cual es imposible fijar la época por haber sido de consideracion el tiempo de su fijacion definitiva.

Este resulta siempre de las aguas cargadas de *carbonato de cal* ó *limos*, de materias salinas diversas, y por las aguas minerales calientes ó frias cargadas de Silice, hierro ú otras materias minerales, que se filtran á través de las arenas, y depositan molécula á molécula durante muchos años las sustancias minerales de que se hallan saturadas; concluyendo por aglutinarse y cementarse los granos de arena ó de restos y guijos que

forman las *Brechas* y *Pudingas*: llenando poco á poco á fuerza de tiempo los intersticios que habia entre granos y guijos.

Pruébase esto, porque vemos muchas areniscas (Asperones), Brechas y Pudingas que no se han consolidado de un modo completo, y en la actualidad las aguas continuan depositando en ellas nuevas moléculas que las consolidan de año en año, pero con lentitud, lo cual costará muchos siglos por la misma razon.

Las Areniscas (Grés), son utilizables en construccion segun su dureza, así como en el ensolado, caminos etc., y las piedras de afilar y pulimentar, son areniscas muy finas. Tállanse perfectamente y se hienden longitudinalmente en grandes placas, con un golpe de martillo, por cuya razon adelantan los obreros en su trabajo: No así en las piedras Calizas, las Silíceas y todas las Rocas que tienen fractura conchoidea ó irregular exigen mayor cuidado y más tiempo en su talla.

Poco interesan las Areniscas, al Agricultor, son mas perjudiciales que útiles, dando por consiguiente origen á los terrenos poco fértiles; solo producen un sub-suelo permeable que solo puede favorecer en los suelos arcillosos para evitar la compacidad característica de estos y hacerlos desde luego mas servibles.

SECCION 6.^a

§ 1.^o

DE LOS TERRENOS.

1.^o *Ligeras nociones de su formacion.*

Entendemos por *Terreno*; el conjunto de capas diversas que tienen analogía entre si; ó las diversas y grandes divisiones que constituyen los grandes grupos en que se divide la tierra. Las capas de los terrenos encuéntranse á veces trasformadas y dotadas de diferentes inclinaciones ó plegadas en zig-zag, lo cual nos indica que el terreno ha sufrido trastornos más ó menos graves.

Sistema ó Piso, el formado por diferentes estratos, capas ó bancos de las rocas sedimentarias.

Formacion. El origen á que los diferentes terrenos han podido ser atribuidos: puesto que, son el conjunto de Rocas producidas por una misma causa en cualquiera periodo. De cuanto va espuesto se manifiesta que los Geólogos llaman:

Terreno: Al conjunto de Rocas de Minerales y restos orgánicos producidos ó formados durante un periodo (ó interregno de tiempo,) bastante considerable para poder ser mirado ó caracterizado como una época Geológica, como las formadas en cada una de las divisiones que admitimos de *Cristalinos*, *Transicion*, *Secundarios*, *Terciarios* y de *Aluvion*,

Mayor número de divisiones se han presentado por varios Geólogos, pero de cualquier modo que sean las causas que obren sobre nuestro globo y que concurren á la formacion de un terreno, el único resultado que siempre veremos, será el de *Rocas*, *Minerales* y *Fósiles*.

Á esto se reduce desde luego los elementos de un terreno.

A esto se refiere todo el resultado de los mil y variados fenómenos que nos ofrece el espectáculo de la Naturaleza en sus tres Reinos tan maravillosos.

Estas Rocas, estos Minerales y Fosiles son los *factores* de que la Geología se utiliza para encontrar las causas, por las que prevee los efectos producidos de modos diversos y que obran actualmente á nuestra vista.

En el estudio de los terrenos el Geólogo se preocupa mucho y apesar suyo, de las causas que han podido determinar, lo que aparecé á nuestra vista: y á la verdad la investigacion de estas causas, es la parte mas interesante de la ciencia, lo que ofrece mas encanto al espíritu y puede decirse las menores dificultades (¿aparentes ó reales?) por cuanto los agentes que obraron en lo antiguo obran en el dia de un modo análogo.

Deduciendo el Geólogo siempre las mismas leyes puestas por el Creador que no ha tratado de cambiar jamás, ni modificarlas de modo alguno, sino ha sido en casos especiales; en una palabra; observando que las leyes que obraron en un principio, hoy son las mismas, siendo fácil reconocer estas para encadenar los hechos hasta nuestros días.

Hemos dicho que existian en la corteza del Globo, dos clases de Rocas ó masas minerales, unas con capas producidas unas tras otras, de abajo arriba, y conteniendo en su masa fragmentos de rocas preexistentes y restos de animales como vegetales, son las llamadas Rocas estratificadas, *Neptunicas* ó *de sedimento* porque las sustancias que las forman á lo menos en su mayor parte, están depositadas y niveladas por las aguas; otras compuestas de masas irregulares de ordinario con testura cristalina que se unen de diverso modo con los terrenos en capas, y que en su interior no tienen fósiles; estos son los *Plutónicos* ó erup-

tivos, dichos de *Rocas macizas*; donde se prueba de varios modos, que todas las materias de que se componen han sido levantadas del interior del Globo por la expansibilidad atribuida al calor central, unida á las contracciones producidas en la corteza superficial por sucesivo enfriamiento.

Las *Rocas sedimentarias* ó *estratificadas* se observan principalmente en los países de llanuras, colinas, y sobre los flancos de las montañas. Las *Rocas macizas* se encuentran en general debajo de todas las *Rocas Neptúnicas* ó intercaladas en las mismas, hacia el centro de las cadenas de montañas como si las hubiesen atravesado, roto y revuelto, para colocarse sobre su nivel. Ya hemos manifestado que el conjunto de capas y masas, formadas durante un periodo sucesivo de tranquilidad, constituía todo terreno: y que en dichos periodos se ha dividido la duracion del desarrollo de la corteza mineral, que se cree haber estado separados los unos de los otros por intervalos de confusión, que de un modo pasagero han interrumpido la acción sedimentaria. Dedúcese que cada *formacion* es la que representa una época Geológica, durante la cual tenian lugar, como en nuestros dias las acciones simultáneas *sedimentaria* y *volcánica*, debiendo comprender los depósitos de naturaleza diferente *Marinos* ó *continentales*, *Neptúnicos* ó *Plutónicos*. En efecto cada edad ha tenido sus *continentes* y sus *mares*, sus *montañas volcanes*, sus *lagos* y *riberas*.

Lo que determina una de estas grandes formaciones, es desde luego la continuacion de la acción sedimentaria, en toda la duracion de un cierto tiempo, al que ella corresponde, y de que nos guarda señales evidentes. Se vé no obstante la falta de paralelismo entre el sistema de capas que le componen y el colocado debajo: al mismo tiempo que el primero se caracteriza por una estratificación discordante, todavía lo es por una súbita variación que se muestra, ya en la naturaleza orgánica de sus fósiles, ó en la naturaleza mineralógica del depósito.

En cada terreno nos hallamos con el triple carácter Geológico, mineralógico, y Paleontológico, y este carácter es tomado de las capas que constituyen la parte fundamental: son las que

determinan la edad relativa del terreno. Los terrenos en capas, tienen en efecto un orden de superposicion invariable del formado en su origen; porque cada capa cubierta es mas antigua que la superior (que le cubre), de modo, que todas las podemos considerar dispuestas en un verdadero orden cronológico, que determina el de las masas.

2.º *Terrenos de la primera Época.*

Se comprenden desde luego dos formaciones distintas, primero los terrenos *graníticos*, y segundo la *pizarra micacea*. Los graníticos son á su vez de diferentes periodos, pero no pueden ser colocados en un orden cronológico regular por cuanto el mismo terreno ha podido reproducirse en distintos puntos con caracteres mineralógicos casi semejantes, pero que falta el concurso de los fósiles para establecer la semejanza de edad de dos depósitos del mismo género. Apesar de todo se ha ensayado su clasificacion por sus rocas principales, segun su mayor ó menor desenvolvimiento ó mas frecuentes apariciones; de donde procede una segunda série de masas minerales, enteramente independiente de la primera.

El granítico no es el mas antiguo, pero sí el mas inferior de todos los terrenos, lo cual no impide que á veces se vea en la superficie del suelo, y se vuelva á encontrar tambien sobre el vértice de las mas elevadas montañas. El granito está formado de rocas de enfriamiento ó cristalizacion própiamente dichas, este es el mas importante bajo todos conceptos, y el de mas potencia; á el solo corresponde las nueve décimas partes de la formacion de la masa total, y como no cesa de acrecentarse inferiormente por enfriamiento; se vé que de un modo lento hay que concebir el aumento del terreno cristalino por este fenómeno sucesivo, lo cual unido á lo sólido actual va en aumento indefinidamente.

Además, en un terreno tenemos, una ó muchas rocas principales que forman la parte esencial dominante, y sirven para caracterizarle y denominarle. Así decimos: el *Granito*, el *Gneis*

Caliza grosera. Otras rocas solo son accesorias, sus capas no se repiten sino accidentalmente intercaladas en la principal, y á veces desaparecen del todo; dícese que se hallan estas capas subordinadas á la principal, siendo una roca subordinada en un terreno, á la vez que será principal en otro y característica. De aqui la necesidad de la escala Cronológica de los terrenos estratificados, importante al Mineralogista y al Minero por cuanto acusa los minerales que el suelo contiene y los que faltaran de un modo casi absoluto.

Daremos á continuacion una ligera nocion de los terrenos como se admiten en la actualidad por algunos Geólogos, dando á conocer la Roca característica de cada uno, manifestando de las subordinadas la que mas importa conocer, asi como entre las cristalinas y macizas aquellas que con mas frecuencia se hallen en contacto con la misma, manifestando antes de todo dos palabras del enfriamiento de las capas y su utilidad.

El enfriamiento indefinido de las capas inferiores que hace accesibles, y tolera al hombre al descender á profundidades de consideracion, permitirá extraer las riquezas que se hallan concentradas. Este recurso es útil, para cuando hallamos agotado los yacimientos menos abundantes que la Providencia Divina ha situado, en forma de filones hasta la superficie del suelo, (para satisfacer las necesidades del hombre durante los periodos prolongados de su primer é inferior enfriamiento).

Los numerosos metales que juegan en agricultura y las artes, un papel importante y tan esencial, tienen por su gran densidad su yacimiento natural en las profundidades del Globo. Pero estas regiones debian permanecer ocultas largo tiempo al hombre por la temperatura elevada, que en ella existia durante los primeros periodos de su existencia. Apesar de tal dificultad y queriendo, no obstante semejantes obstáculos, llenar á los habitantes de la tierra de bienes favorables; el Creador ha impuesto al mismo enfriamiento leyes tan previsoras como sencillas, que con su concurso la fertilidad de la tierra debia estar asegurada y sostenida, como se ha indicado, y que por la misma razon los metales indispensables pero inaccesibles en sus criaderos fuesen

inyectados á través del Globo y elevados hasta la superficie en forma de filones, y colocados ademas en las mejores condiciones para estraerlos el hombre.

El día que la consolidacion de la corteza se haya estendido á grandes profundidades, á 100 leguas por ejemplo, es de suponer que la resistencia que opondrá no ha de permitir mayores elevaciones ó depresiones, ni nuevos filones? (creo que tal vez, la mayor resistencia reproducirá levantamientos mas importantes y fraccionamiento de mayor consideracion); la tierra será surcada de largas y elevadas cadenas de montañas que bastarán para asegurar la fertilidad durante una série numerosa de siglos, pero hasta dicha época no será difícil que el hombre haya agotado todos los filones y lechos metalíferos. En medio de esto, nada se opondrá á que el hombre mas hábil cada día en el arte del minero, pueda descender á mayores profundidades, que hoy si respeta, es por serle imposible la vida por el calor escésivo que del centro procede y su atmosfera imposible de sostener la vida á grandes profundidades.

3. *Composicion Mineralógica de los Terrenos primitivos.*

Las dos partes que aquí estudiamos en la primera época se componen de un gran número de Rocas las mas hermosas, curiosas, y mas ricas de materias preciosas y principios fertilizantes: de modo que el Agricultor como el Geólogo, deben hacer un estudio especial y completo de estas rocas. Entre estas es donde han de llegarse á buscar los mejoramientos que en sus materiales existen, de tal modo que nosotros vamos á encontrar á los terrenos de la primera época los elementos de todo lo producido y de lo que se ha de producir sobre la tierra, sea en el Reino mineral, vegetal y animal.

Clase 1.^a *Terrenos macizos ó Plutónicos.*

Son los compuestos de Rocas macizas y eruptivas, llamadas de los *Terrenos Plutónicos* comprendiendo aquí los *Volcánicos*

propiamente dichos. Su formación de *Estructura cristalina* ó *vítrea* en sus rocas, no tienen cantos rodados ni fósiles. La materia de estas rocas parece proceder de la parte baja de los terrenos estratificados, de donde ha sido levantada en las diversas épocas, sea en masa semi-sólida ó reblandecida por acciones combinadas del calor, el agua y la presión; sea en masa semi-fundida ó en fusión completa; se ha intercalado entre las capas de los terrenos estratificados, donde se ha estendido en su superficie, saliendo ya por grandes hendeduras ó por las chimeneas de los Volcanes.

M. Elie de Beaumont divide esta clase en tres grupos:

TÍTULO I.º *Primer grupo; rocas plutónicas ácidas, sobresiliciadas.*

1.º Las Rocas de este grupo están en general compuestas de las Especies Feldespáticas mas ricas en Silice (Ortosa, Albita ú Oligoclasa), asociadas á la *Mica*, *Talco*, ú *Amfibol Hornbleuda* y á veces de cristales de Cuarzo libre en granos; tienen por lo general la estructura Granitoidea ó Porfídica. Antes del exámen de algunas importantes, dirémos que los minerales constitutivos de las Rocas y tierras vegetales son entre todos, el *Cuarzo*, *Feldespato*, *Caliza*, y Hierro oxidado, los que juegan un papel tan importante en la economía terrestre; que en verdad puede decirse, que casi la mayor parte de las materias sólidas de la superficie y las que se muestran con colores diversos y aun formas; nuestros campos, domicilios, y la mayor parte de los objetos que los tapizan, no son otra cosa en las $\frac{9}{10}$ partes si no Cuarzo, Feldespato, Caliza, y Hierro mas ó menos transformados.

2. *Cuarzo.*

Este cuerpo es en la Naturaleza el elemento Siliceo por excelencia: y si es cierto que la Silice forma la armadura sólida de la corteza terrestre, así como de muchas plantas, no nos sorprenderá que sea la sustancia más comun y la más abundante en la superficie del globo. De modo que el Cuarzo le hallamos en multitud de formas, aspectos y variedades, que pue-

den contarse en los *gabinetes* (pero no en todos), y en las grandes colecciones mineralógicas, pudiéndose contar de 400 á 500 ejemplares diferentes, sin que se mencionen ninguno de los minerales (infinitos) en que entra la Sílice como parte integrante de los mismos (los Silicatos conocidos y por conocer).

La gran familia del Cuarzo tiene muchos géneros, como son: *Cristal de roca, Calcedonia, Agata, Sílex, Moleña, Jaspe, Ópalo*, todos igualmente ricos en especies y variedades. Espongamos los caracteres generales.

Apesar de la gran diferencia formas y aspectos observados en el cuarzo, siempre se manifiesta por caracteres precisos, fáciles de demostrar.

Es insoluble en los ácidos; *infusible* al fuego mas intenso, sin embargo que no es en absoluto, porque una corriente de gas oxígeno (su llama), determina la fusibilidad y tambien se observa en algunas especies la solubilidad en los ácidos: es bastante duro, raya al vidrio y al acero; ofreciéndonos además cada sub-especie caracteres propios.

3. *Feldespato.*

Este cuerpo es por decirlo de una vez, el tesoro de los campos; juega en la naturaleza el papel mas importante; es el gran resorte de la vida orgánica é inorgánica. El encargado de disponer todas las tierras arables manteniendo su estado de fertilidad; existe en cantidad incalculable y forma la base de las rocas mas importantes. Así como hemos dicho que el *Cuarzo* era el estendido en la superficie terrestre; bajo de la superficie es el *Feldespato* el que mas abunda; espliquemos esto.

Mientras el *Cuarzo*, por su casi indestructibilidad, se acumula en la superficie, por lo que se vé predomina; el *Feldespato*, por el contrario, como no puede obrar sino por disolucion, desaparece lentamente de la superficie. Concíbese que esto sucederá con todo *Feldespato* despues de largo tiempo, si, Dios no hubiese dispuesto con su sábia prevision, que en la tierra se determinasen la série de levantamientos que conocemos, y que

continuarán proporcionando á la superficie y á los puntos mas elevados los materiales del interior, que aseguran, á beneficio de la lluvia, los torrentes y demás efectos, la renovacion y diffusion de estos elementos tan indispensables á las plantas y animales, y por consiguiente al hombre.

El Feldespato estiende sobre el suelo no solo el elemento alcalino y aluminoso, sino que tambien el Siliceo y con abundancia extraordinaria. Su composicion química, es muy compleja, y en efecto: nos encontramos con *Silice*, *Alumina*, *Potasa* ó *Sosa*, con indicios de *Cal*, *Magnesia*, y *Oxido de Hierro*: cuyas sustancias varian de uno á otro Feldespato entre los diversos que se encuentran. Tenemos *Feldespato Ortosa*, *Albita*, *Oligoclasa*, *Riacolita*, *Labradorita*, y *Anortita*.

No se distinguen con claridad sino en algunas de sus variedades, y con frecuencia hay que recurrir al análisis químico para espresarlos rigurosamente. Si el naturalista para su determinacion necesita su reconocimiento por los caractéres que presentan, el agrónomo, podrá simplemente reconocer en general estos cuerpos para reunirlos y aplicarlos. Le basta que sepa reconocer y ver una mina preciosa de *Silice*, *Alumina* y en especial de materias alcalinas: que sepa librarse del excesivo concurso de la Química, y se guarde de querer propinar á sus tierras de un modo tan riguroso como se suministra un medicamento dañoso, de modo que solo podria dárselo la Química pura, no respondiéndole siquiera sus resultados á cuidado tan excesivo. El agrónomo con lijeros ensayos que tiene trazados en varios *libros Agronómicos*, puede con ventaja solidar los principios principales de su mision, hoy mas que nunca importante sobre el mundo de la materia.

Caractéres.—En mineralogía una de las mayores dificultades que se presentan, es la distincion precisa de las especies feldespáticas; sin embargo, estos minerales tienen todos algunos caractéres comunes y constantes, de fácil apreciacion y por medio de los que un feldespato se reconoce con facilidad.

Los Feldespatos son *duros*, lo bastante para rayar el vidrio, dar chispas con el eslabon, aunque mucho menos que el Cuar-

zo: *inatacables* por los ácidos en general, lo que les distingue de las Calizas, con quien tienen falsa apariencia de semejanza, *Fusibles* al soplete, lo cual es debido á la potasa y sosa que contienen; sus esfoliaciones proporcionan el carácter práctico por excelencia; porque los Feldespatos se esfolian en distintos sentidos, lo que es fácil de apreciar: y sus láminas brillan en sus esfoliaciones, y aparecen más tiernas sobre las demás superficies: en medio de todo, hemos de indicar alguna variedad compacta de aspecto Adalógeno, como el Petrosilex, que no nos ofrece indicios de esfoliacion, como sucede con la *Obsidiana*.

Advertiremos que la importancia del Feldespato, es por demás el papel que hemos dicho juega en la formacion del suelo donde se hallan resueltos casi la mayor parte de los problemas que deben esclarecerse por medio de la Geología agrícola.

5. *Mica*.

Cuerpo abundante en la naturaleza, y bastante comun su existencia, que se corrobora por el papel que juega, pues figura como el *fondo de reserva* de nuestros campos, lo cual se prueba, diciendo: mientras la Caliza se gasta pronto en los suelos cultivados; y el Feldespato se consume aunque con lentitud, llegando hasta empobrecer al suelo, donde ha sido su constante apoyo, la Mica menos rica en principios, pero de mucha mas duracion, continúa suministrando á las plantas por muchos años una pequeña porcion de sus elementos alcalinos, cuya ausencia total sería una de las causas de infertilidad del suelo. De aquí el que la Mica sea uno de los minerales más importantes del Globo, y de los mas interesantes bajo el punto de vista agronómico: En las tierras arables juega el mismo papel que el Feldespato, siendo su auxiliar, ó equivalente, que reemplaza aunque con menos ventajas, por todas partes donde el suelo se halla desprovisto de Feldespato. Con muy corta diferencia tiene su misma composicion química, y si acaso fuese una idea casi justa, agronómicamente hablando; considerar la Mica como una forma particular del Feldespato y formada con

Intencion con propiedades físicas diferentes, hasta el extremo que debe, y de hecho abunda en todos los puntos en los cuales el Feldespato se halla ausente. De tal modo, que no podría reconocerse bastante ni admirar las maravillas de la Creacion, sino en los granitos y rocas que le acompañan, casi todas esencialmente Feldespáticas, donde no hay más que una débil cantidad de Mica, no en 3.º ó 4.º grado como algunos han querido suponer, sino lo más ordinario es el *décimo*, mientras que en las Rocas cristalinas pizarrozas, pobres de ordinario en Feldespato, hay Mica en cantidad considerable que puede llegar á la 4.ª parte y más.

Lo mismo que en los *aluviones* donde la Mica se encuentra fácilmente trasportada y acumulada sobre los puntos donde no llegan sino las arenas mas finas, poco ricas en materias feldespáticas, mientras no se detiene nunca sobre los lugares donde se depositan los guijos y las arenas groseras, que son las formadas de restos de toda especie, donde el Feldespato desde luego puede abundar.

Su inmediata y más importante aplicacion, es en el mejoramiento de la tierra vegetal á la que suministra por su descomposicion lenta, una porcion de materias necesarias á la vegetacion: tales son la *Alúmina, Silice, Potasa, Sosa, Cal, Peróxido de Hierro* y otras. Nada hay mas variable y complejo que la composicion de estos cuerpos: sin embargo, hay pocos minerales entre aquellos cuya composicion es la más simple y constante que sean más fáciles de reconocer y caracterizar, y que nos ofrecen en sus diversas sub-especies y variedades un conjunto de caractéres mas invariables é idénticos, mas independientes de la fórmula química. Para no ver las diferencias que resultan de los diversos análisis practicados, espondremos que la Mica contiene: Silice Alúmina, Potasa, Peróxido de hierro

4 á 50. 12 á 36, 8 á 12. 5 á 15

Magnesia, Cal, Manganesa, Agua, Acido Fluórico, Litina.

15 á 20. 2 á 4. 4 á 6. 2 á 4. 4 á 8. 3 á 5.

Por lo que podemos comprender, cuan grande es la confusion que los químicos han introducido en el análisis de las *Mi-*

cas; hasta el punto que los Mineralogistas que han admitido la supremacia de la fórmula química, se ven obligados á formular tantas Micas cuantas son las localidades de que proceden. ¿Esto no es lo que demuestra altamente los inconvenientes que surgen al espíritu y Filosofía de las Ciencias Naturales, querer distinguir y clasificar los productos del suelo por su composición química? Quién no sabe que los seres organizados ofrecen en cada localidad, sus especies, grandes diferencias de composición en sus productos, según la observación se haga en terrenos *Calcáreos*, *Silíceos*, *Alcalinos*, en *lugares estériles*, ó fértiles, en llanura ó en montañas? Véase la *leche*, producto animal en *Vacas*, de diversas majadas ó establos; examinad los maíces de las distintas localidades, las remolachas aunque en producción se hallen á poca distancia; así como las pajas de las gramíneas, no tendreis dos resultados idénticos, debiendo en su consecuencia formar tantas especies cuantas localidades. Sucede lo mismo en los minerales; se han simulado un poco más de Silice, más Potasa, Oxido de hierro, una porción menor de Alumina, de Magnesia, de Cal según predomine este ó el otro elemento, en el suelo donde se han formado; lo cual explica porque los minerales ofrecen en cada localidad algunas diferencias tales, que el mineralogista un poco ejercitado sabe distinguir así que vé el ejemplar, no solo el nombre del mineral, sino que también el lugar de donde procede; lo mismo que se conoce sin dificultad un caballo árabe, andalúz, inglés, etc. Por lo que se vé que la composición química no podrá ser tomada como base de la clasificación de los productos de la naturaleza.

5. *Caliza*.

Un cuerpo que se espesa por ser uno de los elementos de fecundidad más necesarios y útiles á las plantas. La Cal, es como el centro de movimiento en la gran producción vegetal, tan abundante se halla en el suelo.

Pero cosa notable, que en este como en los demás casos de-

muestra la admirable armonía de las leyes naturales, que la Geología presenta á cada paso; nuestro Globo, en el momento de su Creacion, apenas poseia sino en mínimas cantidades la caliza, no muy útil en aquellos momentos para asegurar su fecundidad al reino vegetal.

En efecto, durante el primer periodo geológico, época de tinieblas y calor incandescente, caracterizado por la ausencia de todo ser organizado, época que ofreció la formacion de las mil materias berroqueñas y cristalinas, la mayor parte insolubles é infusibles, que son la riqueza y el orgullo del reino mineral; el elemento calizo, no hubo de desempeñar mas que un papel secundario y pasivo. Pero á medida que las épocas geológicas se han sucedido, la tierra apareció mas poblada de seres organizados, y que habia de producir en mayor abundancia, materias vegetales para el alimento recíproco de los animales y de las plantas, era preciso, sobre el globo, una mayor cantidad de caliza. Cuyo aumento nos demuestran los estudios geológicos, haberse realizado y se va realizando en el dia. Asegurado hoy por los naturalistas, como por los filósofos, si bien no esplicaron el objeto ni el modo de una manera satisfactoria; no nos sorprende esto por ser esclusivo de la geología agrícola y que no tendrá solucion sin que esta parte de la ciencia salga del completo olvido en que aparece en los tiempos primitivos de nuestra era.

6. *Acrecentamiento de la masa calcárea.*

En la Caliza estudiamos sus dos componentes, que son el ácido carbónico y la Cal. Respecto del *ácido* diremos que es un gas de que la atmósfera contenia en los primeros tiempos proporciones mucho mayores que las actuales, así como lo han demostrado especialmente los botánicos en sus estudios sobre las plantas que vivian en los antiguos periodos geológicos. Por otra parte, hemos visto que los feldspatos todos contienen cantidad mayor ó menor de cal. Existiendo gran número de minerales que se hallan en el mismo caso; y es positivo que á es-

cepcion del Cuarzo, los minerales que entran en la composicion de las rocas primeras, con pocas escepciones, tienen proporciones variables de Cal.

Despues de todo, se comprende que la descomposicion incesante de las rocas ha tenido por resultado sacar al descubierto nuevas cantidades de Cal, muy exiguas es cierto, en cada lugar, pero que acumuladas y reunidas por los medios que demostraremos, han podido y debido producir en parte á lo menos, las masas de caliza que conocemos.

A medida que un átomo de cal se ponía al descubierto por la descomposicion de una masa mineral, este átomo, si se halla en contacto del aire ó de una agua acidulada, satúrase de ácido carbónico, y se produce una *molécula de Caliza*.

De aquí las aguas pluviales y fontaneras, que sin cesar lavan el suelo, así mismo se filtran á grandes profundidades, se cargan incesantemente de estas moléculas de cal ó de caliza nuevamente producidas, ceden una parte á los vegetales, á los animales que ellos nutren, y arrastran con ellos la mayor parte para conducirla á los lagos, mares, grutas subterráneas y otros puntos. Estos son los grandes receptáculos donde vienen acumulándose para ser elaboradas de nuevo las materias que las aguas recogen sobre todo el globo, así en la superficie como en el interior.

Notemos que cuando en la marcha mas ó menos rápida estas mismas aguas vienen á encontrar las rocas, filones, ó sedimentos calizos, toman tras sí todo cuanto pueden disolver. Luego en los antiguos tiempos geológicos, la atmósfera estando mucho mas cargada de ácido carbónico que en la actualidad, las lluvias y todas las aguas en general estaban, desde luego mas aciduladas y poseían mayor poder disolvente respecto de la caliza; que debieron desde luego disolver con actividad las diversas calizas habidas en capas, filones, venas en medio de las primeras rocas, y las conducian de este modo á los mismos lagos y mares.

Hé aquí el doble manantial al que las aguas sacan sin cesar y siempre le han estraido las materias calcáreas de que ellas

estaban encargadas de reunir y aumentar en el fondo de los mares.

Leyes nuevas aseguran á estos elementos reunidos un destino excelente. Una parte acarreada al estado de limos, se mezcla en diversas proporciones con las materias arcillosas arrastradas de la misma manera, formando entonces las Margas mas ó menos ricas, que la simple agitacion de las aguas, reúne sin resistencia y deposita sobre ciertos puntos de la ribera y á determinados niveles, mientras que el agua abandona sobre otros puntos bajo la forma de precipitado, cristalino ó terroso, una parte de la Caliza que tiene en disolucion, y forma así capas calizas más ó menos compactas ó cristalinas.

Por otra parte, millares de animales microscópicos se adhieren á la caliza que permanece disuelta en las aguas para formar sus conchas casi imperceptibles, las cuales, reunidas y amontonadas por millares de millares sobre otros puntos, producen las Cretas ó las Calizas groseras de diversas especies. A la vez los numerosos moluscos de que la mar se halla poblada, absorven del mismo modo otra gran parte de esta materia Caliza disuelta en el agua, y producen el conjunto de los bancos conchíferos vivientes, ó acumulaciones, depósitos de mármoles y otras especies de calizas.

Pudieran citarse hechos notables por demás, por los cuales varia al infinito este fenómeno tan notable de la formacion Caliza, concentrándose en el seno de las aguas, recogidas sobre todo el globo, molécula á molécula, para producir en multitud de puntos masas importantes, y minas abundantes donde el hombre pueda extraer á discrecion esta materia indispensable á sus necesidades, y que en su principio habia estado diseminada y oculta de cualquier modo, ya en el seno de las rocas duras, así como en la atmósfera.

Con estos datos se puede comprender de que modo pierde la sustancia caliza de los suelos arables, y como suelos ricos de caliza en otros tiempos, teniendo a su vez sub-suelo calcáreo, ó habiendo grandes cantidades de Marga, concluyen por carecer por completo de un elemento tan necesario á la vegetacion.

Se observa que no solo las cosechas determinan este gasto y las demás materias solubles de que pueden estar dotados; las aguas son las que llevan su mayor parte, no para dispensarla y perderla ciertamente, sino que por el contrario para reconstituirla cuidadosamente y ponerla en reserva para las generaciones futuras.

Espondremos los caracteres más generales para que la persona menos versada en su conocimiento pueda desde luego darse razon y conocer con esactitud los millares de muestras de aspecto diverso que encierra esta gran familia. La caliza se *raya* con una punta de acero, *disuélvese* con efervescencia en el ácido nítrico; se *reduce* á cal viva por la calcinacion.

En las especies cristalinas obsérvase la *esfoliacion* en tres sentidos que conducen al Romboedro, y los cristales limpios ofrecen la doble refraccion á través de las caras paralelas.

La caliza pura es límpida á veces, otras traslúcida, alguna vez lechosa, en general la caliza es blanca, gris ó blanquizca, admitiendo diversos colores como se demuestra en los mármoles.

Si es pura, contiene 17 °/o cal

47 °/o ácido carbónico

con una débil proporcion de agua, así como las variedades compactas y coloreadas contienen hierro, y cantidades pequeñas de materia arcillosa, es decir de *Silice*, *Alumina* y *Magnesia*. Se disuelve en el agua por poca cantidad de ácido que tenga, pero con lentitud, difícilmente y en muy pequeña proporcion.

7. *Del hierro oxidado.*

Otro de los cuerpos importantes es el hierro en sus diversos estados de oxidacion, juega un papel de la mayor importancia en la economía general del globo; de este modo se le ve tan extendido lo mismo en el interior que en la superficie de la tierra, y con sus condiciones de yacimiento perfectamente en relacion, como se comprende, con su destino tan complejo é importante.

Desde luego en el estado de dentóxido (hierro-oxidulado) constituye en el seno de la tierra una masa magnética inmensa,

el alma de los fenómenos más importantes que nos ofrece la física terrestre, y el punto de partida de estas teorías y aplicaciones tan maravillosas que tienen por objeto la *electricidad*, la luz, calor ó el Magnetismo.

Sabemos que estos cuatro fluidos son considerados, como que son, por muchos conceptos modificaciones y propiedades diversas de un mismo agente físico, y magnetismo terrestre, representando por una sola y misma sustancia material, el *hierro oxidulado*, este *Iman* formidable que la corteza sólida del globo envuelve y oculta á nuestra vista.

Por otro lado este *Hierro oxidulado* es el que dá á la mayor parte de los cuerpos el color que les es propio.

Puede juiciosamente decirse que este mineral es el Tintorero general de la naturaleza, ó más bien, el que suministra la materia colorante más universalmente empleada por la naturaleza, cosa notable, para producir á la vez las tintas y nutaciones más variadas, las más opuestas.

Por ejemplo:

En su primer grado de oxidacion colora en *verde* y á veces en azul. En el estado de dentóxido en *negro*: en estado de peróxido en *rojo*, y en el estado óxido hidratado colora en *amarillo*.

Tambien el hierro oxidado nos dá directamente el rojo, amarillo, verde, azul y negro, además que nada le falta para obtener por mezclas convenientes todos los demás colores, y la mayor parte de las tintas y nutaciones intermedias.

Y por este solo hecho, el mayor número de las rocas, de los minerales, tierra, y materias animales, como vegetales, no tienen otro principio colorante que el hierro oxidado. Pueden encontrarse sustancias cuyos colores se deben á otros cuerpos distintos del Hierro, pero son una escepcion, porque de seguro, que 95 de los 100 cuerpos que tomemos al acaso estan teñidos por el referido óxido.

Desde luego el color de las tierras es una de las propiedades mas notables, que las hace propicias á absorver y concentrar mas ó menos el calor solar, y modificar mas ó menos las con-

diciones climatológicas, en las que se hallan colocadas. Por otra parte, la especie y proporción de hierro oxidado mayor ó menor contenida en una tierra, inflúyese directamente sobre la vegetación, como lo comprenden perfectamente entre los horticultores, aquellos que se dedican á estas curiosas como útiles investigaciones, cuyo objeto es el de *producir variedades y coloraciones* nuevas, por medio de tal ó cual óxido metálico que depositan en el suelo en su estado natural ó en disolución.

Por lo demás, el Hierro es uno de los elementos esenciales en la constitución de vegetales y animales. Ciertamente que no lo es sino en una parte mínima, y si estuviese en exceso sería sin duda dañoso más que útil: pero que siempre se necesita para las plantas un poco de hierro oxidado y cuando una tierra carece de este elemento, la vegetación es lánguida y como afectada de *Clorosis*, enfermedad que se cura en las plantas como entre los animales, con la adición de un poco de hierro como demuestran las experiencias de M. Gris.

A esto podemos añadir, que el hierro es el mineral por excelencia, el que nos proporciona el metal más necesario y precioso, y que nos suministra anualmente mayores riquezas que las de todos los metales juntos. De manera que mientras el Oro, Plata, Cobre, Plomo, Estaño, Zinc, Antimonio, no dan sino unos 500 millones en el continente Europeo se obtiene sobre 1.000 millones de hierro explotado.

Por otra parte el empleo que de él se hace en la industria y las artes, por ejemplo: la Hematites roja, sirve para bruñidores ó bien para pulimentar el oro, la plata, etc.

Tenemos el *Sanguino*, el *Ocre rojo*, *tierra de Siena*, *de Sombra*, cuyos usos conocemos todos, no son más que variedades de la especie que nos ocupa. Vemos pues, que el hierro oxidado es uno de los minerales más importantes, uno de los que el hombre más necesita conocer, que se halla por todas partes, así en pequeñas como en grandes masas. Cuyas especies citaremos cuidadosamente en la descripción de los minerales.

3. Talco.

El Talco tiene menos importancia que la Mica bajo el punto de vista agronómico, pero es muy útil para la investigación de minas, por que á veces se hallan algunas rocas y materias talcosas en las inmediaciones de los lechos metalíferos, á lo menos cuando estos lechos constituyen algunos diques ó filones: esto es positivo y constante, que basta reconocer el Talco mas ó menos abundante en una localidad, para que se explore cuidadosamente en las inmediaciones, por ser muy probable el hallazgo de minerales preciosos. Y si al hacer la historia del Talco no se nos han dado noticias tan interesantes, es por cuanto hasta el dia pocos sábios se han ocupado en escribir sobre la *Mineralogía y la Geología consideradas en sus aplicaciones útiles*, por cuanto, no puede creerse que este hecho haya pasado desapercibido á los Ingenieros investigadores.

Se parece este cuerpo á la Mica. Y aun se ha dicho (lo que pudiera ser cierto), que era una epigénesis, una trasformación ó alteración de la Mica: porque el hecho es evidente, el Talco afecta con frecuencia las formas, disposiciones, asociaciones y aun las maneras de ser de la Mica: como esta, aparece en hojas ó laminillas esfoliables; así mismo diseminado en las rocas granitoideas, constituyendo las rocas pizarrosas, que forman juntas ó reunidas una série completa, correspondiente exactamente á la série de las rocas micáceas. Por último, se citan (argumentos irresistibles) algunas grandes hojas de Mica, cuya parte exterior, en gran estension, aparece en estado de Talco blanquinoso, untuoso, translucido, mientras que la parte central de la misma hoja es todavía Mica trasparente metaloidea con todos sus caractéres. (Cítase un ejemplar de esta naturaleza por M. Eloffe.) No obstante hay Talcos que jamás se han hallado en estado de Mica, especialmente las Esteatitas; la mayor parte de los Talcos, que forman necesariamente parte de la constitucion originaria del globo.

Los Talcos están llenando su cometido en la constitucion ge-

neral económica de la tierra: son los depositarios principales y los que suministran una de las primeras materias que entran en la composición del mayor número de los cuerpos orgánicos é inorgánicos, (la Magnesia).

Aquí se presenta una de las maravillas de la Creación. Las plantas y animales no admiten sino en dosis muy pequeñas la Magnesia; les es f. nesta en grandes proporciones, mientras en los minerales hay algunos donde se encuentran con abundancia ó reclama grandes cantidades. Además los *Talcos*, manantiales de la magnesia, son poco comunes, poco extendidos sobre la superficie del globo; pero abundan en las profundidades terrestres, en el centro de producción de las materias minerales, como lo atestiguan los numerosos *diques* y filones de Ésteatita, Serpentina y otros, así como la gran proporción de magnesia, que contienen las Lavas y los productos volcánicos de todos los períodos, y las emanaciones magnesianas que han dado lugar á la producción de las Dolomías, y aquellas que han transformado las Micas en Talcos en la intermediación de los filones.

El género Talco, nos ofrece un grupo muy notable de minerales que distinguen esencialmente muchos caracteres constantes.

Así, los Talcos son blandos, se rayan con la uña; tienen un polvo de color mas claro que la masa, y este polvo es untuoso, suave al tacto como el jabon de saстре, (que no es mas que un Talco pulverizado); Su color general verde ligero; unas veces blancos y tambien grises. Cuando se les dividen en láminas delgadas son *flexibles* sin elasticidad, como las hojas de plomo.

Respecto de la composición química, está lejos de ser simple y constante; nótanse tales diferencias de un Talco á otro, que los mineralogistas dividen en seis ó mas especies este cuerpos pero sin acuerdo, respecto de este punto. Nosotros diremos que pesando en conjunto los caracteres mineralógicos y los químicos podremos formar tres divisiones, composición.

Silice Magnesia, Oxido de hierro, Agua, Alumina,
40 á 65 31 á 58. 4 á 12 y más. 5 á 6. 19 á 34.

Potasa, Cal, Manganesa, y ácido fluorico, en muy cortas cantidades, y solo en algunas variedades.

Cuando le hallamos en roca compacta, sirve para varios usos. En los Ingenios como piedra refractaria; los Escultores la asieran en pedazos para los bajos relieves. Los chinos, construyen estatuas con la variedad, llamada Pagodita. Constrúyense ollas, frascos, etc. con la llamada piedra Ollar. Otras mucho mas tier-
nas sirven de jabon á los sastres: la Creta de Brianzon, reducida á polvo entra en la composición del afeite, forma la pasta de los lapiceros de pastel, y tambien para facilitar la entrada de botas y guantes, para suavisar los ejes de la maquinaria, sobre todo de las ruedas de madera.

9. *Amfibol.*

Siendo tan abundante este cuerpo como el Piroxeno, ¿porque no figura entre los minerales útiles? Parece á primera vista que nadie ha pensado en averiguar la causa de su abundancia, y fijar su razon de sér, manifestando por consiguiente el papel que juegan en la naturaleza y economía general del Globo. Sin embargo nada más real que el papel útil de ambos cuerpos, ni más sencillo de demostrar: presentemos en nuestro auxilio los adelantos de la geología agricola para reconocer en el grupo de los minerales Amfibólicos, el *manantial calcáreo* de las tierras graníticas y volcánicas, lo mismo que el equivalente de la Marga, para los estensos terrenos que cubren el tercio ó cuarto de la superficie del Globo, y en general provistos de todos los elementos de fecundidad, les falta casi siempre lo más esencial é indispensable; el elemento calizo. Admirase que para suplir este elemento, defecto capital que basta para esterilizar las tierra, la infinita prevision del Creador de ordinario olvidada por muchos Sabios de nuestros dias; ha estendido en medio de estos terrenos y sobre gran número de puntos, lechos inagotables de Rocas Amfibólicas notables por su riqueza en Caliza y por el hecho providencial que les distingue de los demás, el de ser pronta y fácil su descomposicion; doble condicion que manifiesta á los

Agricultores, que debe emplearse en sustitucion de la Marga en todas las tierras lejanas de este producto como de la Caliza. Nadie sin embargo se ha tomado el trabajo de informar á los agricultores estas disposiciones naturales tan preciosas para muchos; nadie ha puesto en práctica este medio sencillo de fecundar las tierras (con tan poco gasto,) que han sido hasta el dia despreciables y sin ningun valor ó producto.

Manifestar á los Agricultores la importancia de estos conocimientos Geológicos, más bien que los Químicos, será la verdadera ciencia fundamental de grandes progresos agronómicos; de este modo habrán aprendido dentro de breve tiempo á fecundizar sus tierras en las que agotan su dinero con abonos pasajeros y escitantes, en esfuerzos importantes, y así con lijeros deservosos tendrán mejorados y trasformados sus campos de una manera definitiva y durable.

Composicion y Caracteres: El Amfibol, Piróxeno, Asbesto y Diálogo, que sus caractéres mineralógicos y químicos agrupan en una familia tan natural, que se les podrian considerar con razon como formas ó variedades de una misma especie; son todas compuestas de *Silice, Cal, Magnesia* y *Oxido de hierro*, que parecen pasar del uno al otro, y que en sus variedades que, son muchas, ofrecen proporciones tan diversas é inconstantes de estos elementos, como se ha visto en la Mica, el Feldespato, Talco, que no sabriamos indicar el tipo de composicion absoluta para ninguno de los géneros y aún para las especies: Por lo general estos minerales contienen

Silice,	Cal,	Magnesia,	Óxido de Hierro,	Alumina,
40 á 50.	9 á 24.	10 á 26.	7 á 10.	2 á 12.

Manganesa,	Agua,
2 á 8	1 á 3

Pero será conveniente manifestar que en este grupo los Piróxenos tienen más cantidad de Cal que los demás: así como los Amfiboles más ricos en Magnesia.

No es muy fácil dar los caractéres distintivos del Amfibol y Piróxeno que permita distinguirlos y reconocerlos con facilidad. Los caracteres mineralógicos son poco notorios, y aprecia-

dos con dificultad: sin embargo basta haber visto y observado bien algunos ejemplares de estos cuerpos, para distinguirles con la claridad y perfeccion necesaria. El Amfibol es un poco vitreo, en cristales prismáticos alargados ó en masas cristalinas, ofreciendo esfoliacion longitudinal fácil y brillante; y casi siempre un tejido general fibroso, característico. El Amfibol es *blanco* en la Tremolita: *Verde* en la Actinota: *Verde negruzco* en el Hornblenda: dureza que raya al vidrio, pero dá pocas chispas con el eslabon, fusible al soplete.

Estendido de un modo abundante en la naturaleza, diseminado en las rocas graníticas donde reemplaza á la Mica (en la Sienita), ó asociado por mitad al Feldspato Albita (forma con el las Dioritas); por si solo forma rocas considerables, con los Amfiboles: y como elemento esencial entra en la composicion de muchas rocas eruptivas y de otras propias de los terrenos de cristalizacion.

Estos yacimientos naturales pertenecen á los terrenos llamados primitivos y á los productos volcánicos, así antiguos como modernos.

En general los Amfiboles blancos (Actinotas) pertenecen á las rocas calizas de los terrenos Cristalizados, los Verdes (Tremolitas) á los granitos; y los negros (Hornblendas) á los productos volcánicos.

Es muy alterable el Amfibol por el aire y la humedad, así muéstranse en general en tal estado de alteracion, estas rocas, que son desconocidas, y en las inmediaciones de sus yacimientos se vé el suelo sobre cargado de restos que no son resultado de transporte como podria suponerse, ni de fracturas hechas en su lugar por un accidente violento, sino debido simplemente á la descomposicion general de la roca, ocasionada por filtracion de las aguas en todas las cavidades y hendeduras.

10. *Piroxeno.*

Estos cuerpos son menos comunes y abundantes que el anterior; no obstante se halla el *Piroxeno Augita* (negro), en los vol-

canes ó rocas volcánicas donde se halla el Amfibol Hornblenda. Es raro formar por sí solo rocas aisladas; apesar de conocerse algunos Piroxenos en rocas y en filones en los terrenos antiguos, hallándose en la formacion especial del Trapps, Doleritas, y algunas otras. Como contienen mayor cantidad de Cal que el Amfibol, interesan por consiguiente á la Agricultura en grado eminente. Ademas las rocas esencialmente piroxénicas deberán fijar de un modo particular la atencion del Ingeniero explotador.

Caractères. No es fácil distinguir los Piróxenos de los Amfiboles, sino despues de haber estudiado con cuidado gran número de ejemplares bien caracterizados: por cuanto respecto de todos los minerales de la familia de los Amfiboles: las descripciones y las figuras, aun las mas perfectas son insuficientes.

Los Piróxenos cristalizan como los Amfiboles en el 5.º Tipo, terminados por vertices mas ó menos complejos; pero no se halla en estos ni la testura fibrosa y estriada, ni la esfoliacion sencilla y longitudinal, paralela al eje del prisma, que distingue la especie precedente. El Piroxeno por otra parte es menos brillante que el anterior sobre todo en las variedades verdes, que con frecuencia ni tienen brillo ni esfoliacion.

Como variedades simples del Piroxeno ó Amfibol, consideran algunos Mineralogistas al *Asbesto* y al *Amianto*; cuya composicion química en efecto, es la misma: útil desde luego en Agronomia, en especial el Asbesto que mas abundante que el Amianto, forma algunas veces venas y filones muy numerosos en medio de diversas rocas de los terrenos antiguos. En el *Asbesto* consideramos un mineral esencialmente fibroso, pero de fibras apretadas y soldadas juntas.

En el *Amianto*, las fibras mas útiles, mas flexibles y alargadas están por el contrario libres y aisladas, de modo que este curioso mineral es absolutamente comparable á la hilaza, lino, borra de seda, y algodón, habiéndole podido cardar é hilar tejiéndole como el cáñamo, solo cuando existen hebras largas y sedosas ó mezcladas con lino ó algodón cuando se han emplead variedades mas cortas y groseras.

Los hechos particulares de estos cuerpos se enunciarán al ocuparnos de cada uno de ellos; así mismo respecto de la *Diálaga* que es laminar ó fibrosa, como el *Amfibol*. Las diálagas son mas ó menos verdes, cuya coloracion las distingue de las *Hiperspens*.

11. *Cal-fosfatada*.

Seguramente son varios los minerales que contienen *fosforo* en cantidad considerable, pero tambien es cierto que se hallan poco extendidos en la superficie. No obstante el *Fosfato de Cal* y el *Fosfato de Hierro* esceptúanse, sobre todo el de *Cal*, que sin ser comun, abunda bastante y ademas muy útil para que tome un lugar importante entre los minerales que interesan en mas alto grado á la Mineralogia agrícola.

Este fosfato á veces se halla cristalizado, en este caso, sus prismas exaedros le dan á conocer fácilmente, pero diseminados en granos amorfos en las rocas graníticas, en masas terrosas ó concrecionadas, es difícil caracterizarle y reconocerle, no teniendo á la vista buenos ejemplares de comparacion.

Veanse dos ensayos comparativos: 1.º la cal fosfatada es soluble, sin efervescencia en el ácido nítrico: 2.º Reducida á polvo y echada sobre los carbones, desprende una luz fosforescente, carácter distintivo.

Es bastante dura, raya el vidrio aunque débilmente.

Su color el *verde*, *azul*, *violado*, y el *amarillo verdoso*; á veces el *blanco* y el *gris* cuando es maciza y terrosa. La cal fosfatada no es una simple combinacion de cal y ácido fósforico; lo frecuente es que contenga de siete á ocho centésimas de Fluoruro y cloruro de calcio, y 40 centésimas de ácido fosfórico.

La cristalina se halla diseminada en pequeñas porciones en los granitos gneis y pizarras de gran número de localidades, algunas veces, forma masas ó venas interrumpidas en medio de estas mismas rocas, y con frecuencia se muestra en un estado de alteracion que es terrosa y friable: se la encuentra en lechos metalíferos los mas antiguos, de estaño, de hierro oxida-

do, de hierro sulfurado magnético y en medio de los productos volcánicos antiguos y modernos.

La compacta terrosa y concrecionada, es la de mayor importancia en agronomía, pertenece á terrenos secundarios. Forma colinas en España, donde se explota como piedra de edificar, descubriendo nuevos lechos de día en día en estado de riñones y coprolites, sobre todo en la Creta de las Islas Británicas. Esta variedad es la llamada en Inglaterra superfosfato; de que hacen gran aprecio.

12. *Grafito.*

Este mineral que pertenece originariamente á los terrenos primitivos, que se halla en pajas diseminadas á la manera de la mica en diversos granitos gneis y pizarras calizas sacaroides; forma tambien filones, cúmulos y capas en medio de las arcillas pizarrosas y de las Talcitas del terreno Micáceo-pizarroso. Aqui es donde abunda y don le entra como elemento principal en la composicion de cierto número de rocas, y en particular de aquellas que denominamos Grafito-pizarrosas. Lo mas frecuente es, hallarle asociado á las pizarras sedimentarias, que representan los aluviones limosos de su época. Por lo que antecede, vemos que el Grafito representa en los terrenos primitivos lo que el carbon fósil de los terrenos secundarios, ó tambien la materia esencial del reino vegetal. Ciertamente, la Ciencia, no ha desarrollado los fenómenos que en el origen del globo, han podido condenar bajo forma de Grafito, cantidades enormes de carbono, ni tampoco los que han podido permitir á los séres organizados tomar este carbono al Grafito, á medida que han tenido necesidad de asimilarlo. No es menos notable encontrar de esta manera uno á uno todos los elementos constitutivos de los animales y plantas concentrados y acumulados cada uno, en uno de los minerales del terreno primitivo y precisamente en uno de los que más abundan en el globo, por su naturaleza, entran fácilmente en descomposicion. Claro es que estos minerales han sido encargados de tener en reserva, estos

elementos preciosos, y distribuirlos poco á poco, con economía, á los séres organizados, y tambien á los principales agentes de la vida en el globo; el aire y el agua, que en efecto los consume sin cesar, encargados por si mismos de elaborar la materia, trasportarla y amontonarla grano á grano, sobre otros puntos, ó sujeta á otros fenómenos, será trasformada de nuevo y consagrada á otros destinos. Mirado esto de un modo filosófico, la Mineralogia es el campo de sus aplicaciones, no puede menos de ofrecer un interés elevadisimo y proporcionarnos recursos de la mayor importancia, y sino podemos decir, cómo el Grafito cede á las plantas el Carbono, sin embargo vemos tiene señalado un lugar muy importante entre los terrenos primitivos que deben fijar la atencion del Agrónomo. Por lo demás, creemos con fundamento, que el grafito fué de antiguo mucho más abundante en el globo que en el dia y estamos convencidos que en la época de los primeros terrenos de sedimento en que apareció el reino orgánico y se desarrolló en la superficie de la tierra hubo grandes cantidades de grafito que se descompusieron y fueron destruidas. No hallamos otra esplicacion, sino que en los primeros depósitos de sedimento formados, encontramos rocas que abundan en grafito, mientras que son raras en los terrenos actuales: si se hace la observacion de que esto es puramente teórico, manifestaremos que cuando la teoria está en concordancia con la observacion de los sucesos, es el punto de apoyo en que la práctica puede fundar su aserto, para marchar adelante y llegar á su verdadero progreso. De modo que llegado este punto se hace preciso tratemos de buscar todos los elementos constitutivos de las plantas y animales, concentrados cada uno, en uno ó muchos de los minerales y rocas que abundan estendidos sobre la tierra, para poder suministrar estos elementos á los séres organizados por todas partes donde ha sido necesario.

No resultan sino un pequeño número de minerales, que en realidad abunden, y estendidos por todas partes. Ya hemos dado á conocer la mayoría como son el Feldespato, Cuarzo, Mica, Caliza, Hierro oxidado, Amfibol, Piróxeno. Se ha visto que ca-

da uno de ellos contiene efectivamente uno de los elementos constitutivos de los animales y plantas; así como que estos diversos minerales son susceptibles de proporcionar directamente ó á propósito y con la economía precisa, estos elementos; materiales, que los químicos llaman principios fijos ó terrosos, de los animales y plantas que son esencialmente la Sílice, Alumina, Cal, Potasa, Sosa, Magnesia, Hierro, Fósforo. Expuestos los minerales componentes de las rocas Plutónicas ácidas, haremos una rápida enumeración de las mismas, si bien ya hemos manifestado sus circunstancias características en las páginas anteriores.

El granito, roca cristalina, de estructura granugienta, compuesta de granos de Feldespato Ortosa, de Cuarzo hialino y de Mica que en *Pegmatita* se transforma cuando vemos desaparecer la Mica.

Protogina, siempre que veamos reemplazada la Mica por una sustancia Talcosa, como la Esteatita ú otra.

Sienita: cuando el Amfibol ocupa el lugar de la Mica y vemos desaparecer por completo el Cuarzo.

La Diorita, análoga á la Syenita por su composición, pero se muestra mas rica en Hornblenda negro ó verde, y su elemento el Feldespato es casi compacto, de modo que ofrece como una pasta blanca con particillas verdes ó negras diseminadas; denominase Anfibolita por lo mismo; las sustancias esenciales á su composición suelen presentarse entre mezcladas como en los granitos de granos finos, excepto en la variedad orbicular de Córcega en la que se ven formando capas concéntricas en nodulos cementados por una pasta de Anfibolita granugienta (las anfígenas de roca monfina cerca de Nápoles, tienen sus cristales constituidos por capas concéntricas de piroxeno y leucita, al rededor de un núcleo que casi siempre es piroxeno) (D' Villanova.)

Yacimiento de las Rocas de esta seccion.

En España es bastante comun el granito en sus variedades,

en gran parte de los Pirineos y su cordillera hasta Galicia, Sierra Carpetana y Sierra Morena. En las provincias de Badajoz, Ciudad Real, Sevilla, Toledo, en todas estas montañas sirve de apoyo á los terrenos metamórficos, que se hallan en contacto, uniéndose del modo mas íntimo al Gneis, donde penetran varios filones, y vice-versa, atraviesa en los diferentes puntos citados el terreno de sedimento en forma de filones formando en algunos puntos como una especie de Islotes, en medio de un oceano de sedimento: tambien en núcleos mas altos, elevándose en cúpulas á gran altura como en Monserrat de Cataluña. Pasa de un modo insensible al Pórfido cuarcífero, cuyas erupciones graníticas del primer periodo diremos han disminuido hasta la terminacion del periodo secundario, siendo de creer que se ha de reproducir en el momento que se haga difícil la obtencion de los elementos de que se compone y suministra á los animales y plantas. Iniciase la *Pecmatita* en la provincia de Plasencia para la produccion del Kaolin. La *Sienita* en la provincia de Granada y proximidad de Almaden, así como desde Cobdar hasta Fahal, y cerca de Alcudia, provincia de Granada segun el Sr. Rojas. Citase la variedad pizarrosa cerca de Ceuta por Coquand, así como en Holguin en la Isla de Cuba, cuya poblacion se halla situada sobre esta roca.

La *Protogina* por Saussure que creyó equivocadamente que Montblanc, compuesto esclusivamente de esta roca, y la montaña mas elevada de Europa era la mas antigua, (pues *Protogina* significa *primera formacion*;) siendo por el contrario una de las modernas que se halla en el Hartz, Alpes, Córcega y en la Península en Somosierra y Guadarrama, Galicia y otros puntos como Toledo.

El Porfido rojo, cuarcífero compuesto de una parte Feldespática roja, que contiene cristales de Feldespato y granos vitreos de Cuarzo; se une íntimamente por una y otra parte á los Granitos 1.º y despues, con las areniscas rojas de los terrenos de sedimento inferiores. En algun caso pasa á verdaderas rocas vitreas, (*Retinitas*), y acompañada con frecuencia de conglomerados acumulamientos de restos arrojados de abajo arriba por

la salida de los Pórfidos, cuyas erupciones porfídicas han tenido lugar desde la época intermedia hasta los terrenos Cretáceos.

Esta Roca no solo aparece la mas antigua segun el orden cronológico; sino la mas importante para construccion y la primera empleada en objetos monumentales, legándonos la antigüedad sus grandezas con esta Roca: en especial los Romanos, donde se generalizó su empleo en la época del Emperador Claudio. Uno de los monumentos preciosos de esta Roca es la fuente-baño de mas de 20 piés de diametro que existe en el Vaticano; los Sepulcros de Santa Elena y Constancia; la Urna cineraria de Agripa; la fuente bautismal de Metz; y otros mil objetos importantes habidos en los diferentes Museos de Europa, como la notable coleccion de bustos de emperadores romanos, que embellecen el salon del trono en el palacio real de Madrid. Fuera de Egipto no se cree haber hallado esta Roca, sin embargo se asegura por el Sr. Mestre haberla encontrado en Rio Tinto y varios puntos de Cataluña, sobre todo en las inmediaciones de Camprodon.

Segun Rojas Clemente, un Pórfido análogo se halla entre la Rambla de Muley y el rio Almanzora con cristales importantes de Feldespato. Asturias le posee en terreno Silurico en los puertos de Leitariegos y en Trones.

En Francia el macizo de los Vosgos, la meseta central en especial en las inmediaciones de Roanne. En Alemania están muy desarrollados, y en varios puntos los Grés rojos se hallan entremezclados con tal cantidad de restos porfídicos que se han considerado como conglomerados, inmediatamente subordinados á su erupcion. La salida de estos Pórfidos ha seguido luego del periodo Ullero. Puede asegurarse, que las *Rocas ácidas* de este grupo. son las mas antiguas y las mas cargadas de Cuarzo; cada comarca atravesada por las erupciones de este periodo, no presenta de ordinario, sino una sola roca, de tal modo que la comparacion del conjunto es dificil; las *Rocas básicas* las consideraremos de mas moderna aparicion. No obstante lo espuesto, tomado por tipos las comarcas donde se hallan cada una de las Rocas eruptivas mas desarrolladas, se llega á presentar un cuadro

sinóptico, que pone en evidencia, el predominio de los elementos cuarzosos, á medida que las rocas pertenecen á los periodos mas antiguos. Las formas de las Rocas Porfídicas, son en general tan macizas, y se prestan tan poco á la observacion, sobre las circunstancias y detalles de su erupcion, que todo el interés de su estudio se concentra sobre los caracteres mineralógicos. La asociacion de los principios constituyentes, su estado mas ó menos cristalino, las reacciones metamórficas y los minerales accidentales de las rocas de contacto, han proporcionado numerosos elementos á este estudio en todas las comarcas donde las rocas porfídicas se han desarrollado.

GRUPO SEGUNDO.

§ 4.º

Rocas plutónicas básicas.

1.º Los Pórfidos negros ó Meláfiros, las Eufótidas, Serpentininas, Trapps, pertenecen á esta division.

Los Meláfiros ó Pórfidos Trappeanos, mejor *Pórfido verde antiguo*, es una Roca compuesta esencialmente de Feldespato Labrador, con cristales del mismo, engastados en su masa, con Piróxeno y nódulos calizos, cuarzosos, calcedónicos y otras materias como elementos accidentales ó accesorios. Los Labradorífidos han aparecido en forma de *filones*, de *tifones* y *diques* atravesando otros terrenos, así como en corrientes intercalándose entre las capas de sedimento; recorriendo la escala Geognóstica desde el carbonífero y arenisca de los Vosgos hasta el terciario medio inclusive, así se vé en Monte Castelli y otras regiones. Segun M. Délesse la coloracion del Pórfido Verde antiguo, no solo se debe al Piróxeno, sino más bien al Amfibol, y que en los Labradorífi-

dos mejor caracterizados, el Piróxeno cuando se le observa, no desempeña sino un papel accidental. Nos encontramos esta Roca en Egipto, Toscana, Baviera, Estados Unidos é Inglaterra. En la Península se halla en la Estremadura baja, Sierra Almagrera y Cartagena, como en Cataluña y Guadalajara. En la parte de Sierra Almagrera se hallan los Meláfiros (Pórfidos verdes y negros), enlazados con los criaderos de Galena argentifera: así como en los de Alpedroches de la de provincia Guadalajara donde tenemos los famosos y ricos criaderos de Hiendelaencina. Este Pórfido se emplea para Bustos, Estátuas, Baños etc., por sus tintas y buen pulimento que recibe.

Las *Eufotidas* ó *Verde de Corcega* Roca compuesta de Diálaga y de Feldespato jade ó Sausurita, análogas á las Dioritas, pero en las que el Amfibol es reemplazado por la Diálaga metaloidea, y la Albita por el Labrador compacto. Es muy tenáz, de testura granosa y que se confunde con algunos Granitos á veces (Granitona de algunos;) tan íntimamente unida á la Serpentina de manera que se halla en los mismos puntos manifestados por esta roca. Abunda en los Apeninos Corcega, Alpes, Pirineos; en la Península, en la provincia de Sevilla en relacion con los Granitos de Castilblanco (Sr. Luxan) cuyo pueblo se halla sobre esta Roca, á la vez para construccion del pueblo. Algo parecido sucede en Almaden, formando parte de los filones de Cinabrio. En Badajóz donde segun los Sres. Luxan y Naranjo han determinado la trasformacion de las Calizas terciarias lacustres en Dolomia, así como en algunos otros puntos. Es roca que recibe buen pulimento, y agradable á la vista por lo que sirve de adorno y los antiguos elaboraron muchos objetos de arte.

Hemos dicho lo bastante de la *Serpentina* así como del *Trapp* y desde luego solo manifestaremos, que estas Rocas compuestas de Silicatos básicos, están por lo general desprovistas de cuarzo libre. Las *Serpentinas* se produjeron desde la época de transicion y su esparcimiento ha continuado hasta el del terreno terciario superior. Los *Trapps* han comenzado su aparicion en la época del terreno Permico y continuado hasta la época terciaria inferior.

GRUPO TERCERO.

§ 1.º

Rocas volcánicas antiguas.

1.º Los Pórfidos de la época terciaria están representados en las Traquitas, que se han levantado, ya á través de hendeduras prolongadas y en estado de fluidéz bastante adelantado y entonces se presentan en grandes sábanas en la superficie del suelo; ya han salido en el estado de masas pastosas y por aberturas más circunscritas, formando entonces montañas redondeadas ó cúpulas (como en Auvernia); muchos conglomerados, de escorias ó de Pomez y de rocas vítreas ú obsidianas, les acompañan. Las *Traquitas* como los *Basaltos* han sido producidos desde el periodo terciario hasta nuestros días. Estas dos Rocas han aparecido de un modo alternativo y en épocas diversas. Suelen afectar una falsa estratificación que no tienen los *Basaltos*.

Las circunstancias que han acompañado á estas rocas en su aparición, son distintas de las demás rocas volcánicas. Todas las *Traquitas* pueden agruparse en dos secciones, en la primera se colocará la *Traquita* própiamente, y en la segunda la *Obsidiana* y *Pomez* que ofrecen en contraposición de la primera, un aspecto vítreo ó escoriforme análogo al de las lechadas de los altos hornos.

El tránsito de unas á otras se observa en la punta de la Castaña, en Lipari las erupciones de esta roca se demuestran por la obsidiana que está representada en todas partes por masas vídriosas que fueron arrojadas con esplosion: además por la enorme cantidad de Pomez y lágrimas volcánicas en Lipari confirman estos hechos. La aparición de la *Traquita* ha dado lugar ácráteres de erupcion de los que citaremos el de Roca

Monfina en los campos flégleos de Nápoles; descrito por el célebre Pilla en su teoría de los cráteres de levantamiento. Su yacimiento en el Extrangero se manifiesta en las márgenes del Rhin Auvernia y Hungría en especial en las Islas de Lipari.

España (Sr. Collette) junto á Portugaleta (Vizcaya), en Garlitos (Badajóz) y cerca de Almadenejos.

Pero lo más importante se halla en la parte de la costa á lo largo del cabo de Gata, al de Palos y los más notables son Mazarro, Promontorio de Gata y el Hoyazo en la Sierra Alamilla: forman colinas paralelas cerca de Cartagena donde explotan la plata de la Galena argentífera, y el Alumbre, cuyas Traquitas de esta region ofrecen todos los aspectos de color, imaginarios. Es una roca útil en construccion, por su aspecto de ser ligera y porosa, penetra en ella el mortero dando gran solidéz y poco peso. Todos los edificios de la Ciudad de Lipari, Nápoles, Padua, Clermont Ferrand, la famosa, Catedral de Colonia y en otros se ha empleado esta roca.

Por último, el terreno de la Traquita presenta en abundancia restos de materias cavernosas, escoriáceas, duras que se designan con el nombre de Puzolana y de Tras con las que se confeccionan los morteros que se emplean para construir de bajo del agua.

Los Basaltos se presentan de ordinario bajo la forma de mesetas ó terrados con escarpes en columnas, anchas zonas con frecuencia alteradas ó cinceladas, compuestas de prismas de Basalto, y en forma de diques ó filones mayúsculos que salen del suelo en forma de murallas, á consecuencia de la destruccion de las capas que les encajonaron en el principio. Parecen de ordinario salir por hendeduras ó anchas grietas al modo de las Traquitas; pero tambien como estas se han abierto paso por aberturas angostas; y como ellas eran mas fluidas, presentan en este caso aspecto de verdaderas corrientes, á manera de las lavas volcánicas, cuando se estienden en sabanas sus hiladas alternas como las de las Traquitas y Trapps, con algunos conglomerados y escorias. Algunos Basaltos parece contienen agua en proporciones variables. (M. Cordier ha establecido cinco especies que caracteriza, pero que no son de nuestro objeto.)

Los Basaltos son el segundo producto ó el intermedio entre la Traquita, y la Lava volcánica propiamente. La homogeneidad es uno de los caracteres del Basalto litoideo, es tenaz, de testura fina y apretado.

El Feldespato, Piroxeno, Peridoto y Hierro titanado, son los principios constituyentes y se hallan cristalizados. La pasta forma toda la roca en la mayor parte de los Basaltos; su descomposicion se manifiesta por un comienzo de alteracion de la Roca, que le da la propiedad de dividirse en fragmentos. La estructura esferoidal de la roca, es lo mas importante que se observa para su reconocimiento. La forma Globular es la propia de esta roca, y la que afecta cuando al tiempo de consolidarse no encuentra obstáculos que impidan su desarrollo, y que se manifiesta por su descomposicion que ataca hasta el núcleo poniendo esta forma de manifiesto.

Su aspecto y forma comunica un carácter particular á los terrenos donde se le encuentra, como sucede en la calzada de gigantes en Islandia, *Gruta de los quesos* en Dietrich, Gruta de Fingal (isla de Stafa) muy notable por su belleza.

España, en Olot y Castellfollit, (Cataluña) cuyo Basalto es columnar.

En el campo de Calatrava, dicen Hormigon sus habitantes á esta roca, segun el Sr. Naranjo, forma dos colinas achatadas (paralelas) en el eje de la cuenca del Guadiana; otra region la del Cabo de Gata llegando hasta mas allá de Cartagena, cuya distancia en mas de 25 leguas ofrece notable desarrollo.

Basalto columnar le tenemos en el Morron de los Genoveses. Segun Schult en dique ó filon se halla en Galicia. Los Basaltos han determinado erupciones notables y dislocaciones en los terrenos que se han verificado: y un metamorfismo tan avanzado á veces en sus materiales que en Bongier y otros puntos, la Caliza ha tomado aspecto de mármol sacaroideo y las arcillas se han convertido en jaspes aunque la Caliza se halla oscurecida por manchas ferruginosas y el aspecto sacaroideo es grosero.

El pavimento de Roma procede de un depósito basáltico que

se explota cerca de Cap-di-Bove, sirviendo además para confección de mortero hidráulico.

GRUPO CUARTO.

§ 1.º

Rocas volcánicas modernas.

1.º Estas rocas comprenden las lavas de los Volcanes activos así como las de los estinguídos. Los productos de los Volcanes son de tal género, que se puede en la mayoría de los casos considerarlos como de Basalto ó de Traquita. Estas son Rocas litoideas, algunas veces vítreas y aun porosas y escoriáceas, que salieron de las averturas ignívomas, en formas de embudos invertidos y situados en la estremidad de conos truncados, que componen en parte las deyecciones acumuladas. Estos conos tienen el borde superior escotado por un lado, y sus flancos recubiertos de bandas estrechas de escorias, especies de espumas, abandonadas por las corrientes de lavas, que vomitadas por el cráter, han corrido sobre el cono, siguiendo las líneas de mayor inclinación. Las lavas á veces se hallan cubiertas de efflorescencias salinas ó sublimados metalíferos, y asociados á Tufos volcánicos. Así mismo se distinguen lavas que corresponden á dos periodos muy diferentes: aquellas correspondientes á los cráteres estinguídos no solo de los tiempos históricos, sino lo mas probable despues del diluvio; y aquellas que en la actualidad proceden de los volcanes en actividad, que deben ser consideradas como perteneciendo al periodo actual. Una parte de los conos de cráteres que han suministrado las lavas han sido obstruidos por la salida de las mismas, presentando como consecuencia formas parlantes si se les compara á los conos de erupción que se presentan á la vista como el del Etna en Sicilia, el Vesubio de Nápoles y otros.

De forma que irradiando á la especie *Lava* hallamos agrupados unos cuantos productos sólidos de los volcanes crateriformes así antiguos como modernos: de manera que la palabra *Lava* se refiere mas bien al modo de estar de ciertas rocas y á sus relaciones geognósticas que á la composicion variada que presentan.

La mayoría de los volcanes en actividad y muchos de los apagados y azufrales pueden ser considerados como su yacimiento propio de todos los productos lávicos que así como el Vesubio y el Stromboli como los del Archipiélago griego y el Ecla en Islandia; pueden citarse en *España* algunos puntos de la region *Catalana* y Cabo de Gata para el yacimiento de Lava, Lapilli, Cenizas etc. En su estado de integridad aplicase la Lava como buena piedra de construccion por su solidéz y no gran peso; en placas de gran tamaño para ensolado, así sucede en las calles de Pompeya, Nápoles, Catania, Mesina y gran porcion de las vias romanas embaldosadas con esta sustancia. En estado de descomposicion suministra además de sustancias arcillosas muy útiles para fabricar ladrillos, tejas etc., nos dá una tierra vegetal tan feráz para cereales, arbolado y vid, que la cantidad en sus productos como en calidad, es proverbial; un ejemplo notable en la uva de corinto y la feracidad notable de los campos flegreos de Nápoles; la flora del Vesubio y Etna; el Lacrima cristi de Nápoles, la Malvasia de Stromboli, como la pasa de de Corinto, que procede de las Islas de Lipari es un hecho evidente.

SECCION 7.^a

§ 1.º

Terrenos de sedimento y su division.

Los terrenos estratificados se dividieron antiguamente en cinco grandes clases segun su antigüedad, que correspondia á cada uno de ellos, así es que llamaron á la primera clase *Terrenos Primitivos*.

1.º *Terrenos de las pizarras cristalinas ò terrenos metamòrficos.*

Las rocas pizarrosas primitivas tienen el Granito por base; compónese de Gneis, Pizarras-micáceas, Pizarras talcosas, Cloríticas y Pizarras arcillosas.

No tienen en general ni restos orgánicos ni fragmentos de rocas mas antiguas, ni cantos rodados. Puédese de aquí deducir, que han sido formados, antes de que existiese ningun ser orgánico, y antes de las catástrofes que han trastornado la superficie del globo; y que los otros terrenos nos ofrecen ejemplos numerosos por cuya razon se les llama *primitivos*. Se les ha llamado *terrenos azòicos* que es lo mismo que no fosilíferos, pero que no se deben tomar en sentido absoluto, por cuanto en algun caso se han hallado algunas señales de cuerpos orgánicos, todavia en estado de reconocimiento perfecto aunque mas ó menos alterados, y muchos Geólogos consideran estas rocas cristalinas como antiguas rocas de sedimento que se han metamorfoseado ó cambiado en su composicion y estructura por el ca-

lor y por los agentes químicos, lo que les ha hecho perder los caracteres que la sedimentacion les imprimió primitivamente.

El diseño de los terrenos de transicion, determina los rasgos más esenciales de la Geología de una comarca. Dibuja los contornos de las grandes cuencas Geológicas en las cuales se han depositado los terrenos *secundarios* y *terciarios*. Establece las principales distinciones mineralógicas que presentan las superficies terrestres. Cuando nos proponemos estudiar la Geología de una comarca estensa y accidentada, lo primero nos dirijimos á los puntos más culminantes.

Un Vértice elevado resulta de un hecho Geológico importante. Es un levantamiento que pone de manifiesto los terrenos subyacente sacando á flor de tierra y á alturas más y más elevadas pero en forma de tejas en un tejado (imbridas las sustancias de tal suerte, que llegando por los caminos mas directos á este punto ó eje de levantamiento, le cortan de un modo sucesivo las zonas de enrase respectivas á cada terreno.

El eje ó punto de altitud máxima presenta las rocas mas antiguas y á veces las rocas eruptivas levantadas. A este terreno pertenecen los ejes culminantes de los Alpes y Pirineos; siendo análoga la disposicion y aspecto que presentan en todas las cosas del Globo; siempre son las regiones mas elevadas, las rocas constituyentes de estos terrenos siendo al mismo tiempo las mas metamórficas de la série sedimentaria, y aquellas cuya estratificacion es la mas accidentada.

El suelo Granítico y pizarroso, mas elevado que aquel sobre que encaja y más accidentado, es más frio y menos fértil; las pendientes de los valles y de las laderas son más fuertes que en los terrenos secundarios y terciarios que por el contrario son más circulares y planas; las corrientes de agua se multiplican, muy ramificadas y torrenciales; las rocas con frecuencia desnudas, en general son semi-cristalinas y afectan estratificaciones inclinadas y contorneadas; cuyos caracteres generales del suelo de transicion no se modifican sino en ciertos valles muy profundos, llenos por los depósitos terciarios y de aluvion.

Valles por cierto notables por su fertilidad, están formados de

rocas calcáreas y arcillosas, y parecen *Oasis* sembrados con separacion notable en una comarca áspera y compuesta ó formada de rocas.

La série de los terrenos de transicion que comprenden todos los terrenos interiores llamados de la ulla, principalmente compuesto de esquistos, de rocas de ogregacion y calizas cristalinas, que adquieren colores oscuros y estructura pizarrosa, que parecen caracterizar los mas de estos depósitos. Notables además por las dislocaciones esperimentadas; carácter que por otra parte es bien natural si se atiende, á que estos depósitos siendo los más antiguos han debido necesariamente ser afectados por todas las oscilaciones que ha sufrido la corteza terrestre durante los siguientes periodos. Aquí se ven ya desarrollar vegetales y animales correspondientes á los primeros seres de la escala orgánica, como son los *encrinites*, *trilobites*, *productus*, *Nautilus*, *orthoceras* y otros.

El terreno del Micasquito como le llaman y que recubre inmediatamente el terreno granítico, es el verdadero *terreno primitivo* ó sea el primeramente formado, el que resultó del primer enfriamiento de la superficie incandescente del Globo. Los Fisicos y Astrónomos se dice han podido demostrar que el inmenso espacio en que los planetas y cometas circulan al rededor del sol se mantiene á una temperatura general de 50 á 60° bajo cero. Se concibe que un globo incandescente, como se supone á la tierra en su origen, lanzado á espacio semejante, haya perdido tan pronto su calor exterior y ver que pasa la materia fluida incandescente al estado sólido sufriendo una cristalización más ó menos confusa. Tambien se concibe que á medida que se engrosaba esta corteza exterior el enfriamiento no se continuaba sino con mayor lentitud, porque la primera corteza formada constituía por decirlo así, una especie de pantalla que hacia más difícil la emision del calor interior, y garantizaba más y más la masa interior contra esta ley natural á la que obedece un cuerpo caliente cuando se restablece el equilibrio de temperatura en el medio en que se halla sumerjido ó con los cuerpos que le rodean. Segun opinaba el Geólogo Boubié, el Sol los Planetas y

demás astros que todos consideran como la tierra, Globos formados *ab initio* de materia incandescente, se hallan todos destinados á enfriarse con lentitud, hasta que todos hayan llegado á una misma temperatura, comun á todo el espacio celeste, todo entero.

Es así, que en razon del tiempo tal vez incalculable, que será necesario para establecer este universal equilibrio de la temperatura general de el espacio y de la materia, y que nuestro globo y demás astros están destinados á vivir tan largo tiempo, y ser por muchísimo el teatro de estos fenómenos variados hasta el infinito, que se producen en la materia orgánica é inorgánica, y á pasar sucesivamente por un gran número de estados, de periodos, edades, cada una característica por un conjunto de producciones y fenómenos así generales como particulares, renovándose en cada uno de estos periodos y modificándose irresistiblemente segun el conjunto de las condiciones generales características de cada una de estas épocas.

Pero dejémos esta cuestion, que no puede ser tratada como se debe sobre todo para los que no muestren grandes simpatias por teorías filosóficas de la Ciencia. Por lo demás, si algunos datos de la cosmogonia (ó ciencia sobre la formacion del Universo), parecen discordes con ciertas nociones admitidas en física, Astronomía y Química ¿se las debe condenar al olvido por esta razon y dispensarlos de profundizarlas? De ningun modo; porque la Astronomía, la Química y la Física, estan lejos de ser ciencias completas, se las ve por el contrario caminar, progresar, y modificarse de dia en dia, reconocer hoy un principio que ayer negaban ó no admitian viéndoseles de este modo hasta el dia, en que se halla en armonia completa con la cosmogonia la ciencia de todas las ciencias; la ciencia dice que descuidan mas, que así mismo parece ignoran completamente.

Químicos, Físicos, Astrónomos, Mecánicos, Zoólogos, Botánicos, y Geólogos tened presente que la *Cosmogonia*, está por encima de toda investigacion de las leyes primitivas impuestas por Dios á la materia, al espacio, al movimiento, sabed que estas leyes forman un conjunto admirable de magnificencia y simplicidad, sa-

bed que son inmutables, que no han cambiado ni cambiarán jamas, todos los fenómenos de la naturaleza y la mayor parte de las acciones de los cuerpos asi orgánicos é inorgánicos, no son otra cosa, que una consecuencia y una dependencia de estas leyes primitivas, y que cada uno en vuestros estudios respectivos, en vuestra ciencia especial, nada mas útil, é importante habeis descubierto que una de esas leyes naturales que presiden á los fenómenos especiales que os ocupan; tened en cuenta que si sois bastante dichosos por haber hecho un descubrimiento semejante, vosotros le reconocereis sobre todo por los caracteres de su simplicidad, claridad luminosa, y generalidad, que hareis tocar con las manos á vuestros compañeros injustos con frecuencia y envidiosos, á lo menos al público, que á lo menos acogió siempre la ciencia verdadera, la que se deja comprender sin los menores esfuerzos, la que se halla despojada de aquellas fórmulas inútiles, velos engañosos, que á veces no envuelven mas que errores de mas ó menos bulto. (Boubée.)

SEGUNDA CLASE.

§ 1.º

Terrenos de transicion ò Paleozoicos.

1.º Estos son los primeros de la série de capas fosilíferas, por consiguiente el terreno primitivo en relacion con esta série considerada separadamente y en sí misma se les ha llamado *Paleozoicos y de transicion*. Se les encuentra siempre sobre terrenos primitivos, ó asimilados con ellos, cuando las capas de estos se inclinan hacia el horizonte. Compónense de estructura cristalina, de pizarras arcillosas, de grés y calizas compactas, de grano fino, alternando con conglomerados formados de fragmentos que se reconocen por haber pertenecido á todas las rocas del terreno primitivo. Están caracterizadas por un conjunto de fósiles que le son propios, por una fauna y flora especiales. Las calizas compactas, de tintas en general oscuras y morenas,

nos proporcionan la mayor parte de mármoles coloreados que se emplean en la decoracion monumental. Los *esquistos* nos proporcionan las *pizarras*, las piedras de afilar y las de vaciar navajas de afeitar asi como los grés ó areniscas. Por último á este terreno corresponden las grandes masas de los combustibles carbonosos antracita, ulla etc. Asi como los terrenos primitivos á los que se ligan por abajo, son atravesados á veces por algunos filones metalíferos. Los depósitos de Yeso y Sal gema son por el contrario bastante raros. Estos terrenos se llamaron intermedios ó de transicion, porque en razon de su composicion y de sus caractéres, forman como el punto de tránsito de los antiguos terrenos primitivos á los secundarios propiamente dichos. Los modernos le clasifican de primario y le dividen en cuatro terrenos caracteristicos que son el *Pérmico*, *Carbonifero*, *Devónico*, y *Silurico*. En el primero se hallan pocas sustancias útiles á la Agricultura, si esceptuamos las Arenas, las Pizarras arcillosas cuando se presentan descompuestas y las calizas que tambien son comunes. Pobre vegetacion, porque en general los elementos se presentan aislados y ocupando grandes estensiones de terreno por lo que el único cultivo á que se prestan casi esclusivo, es al de Bosques de Pinos y Encinas. Las numerosas dislocaciones que ofrece este terreno, hacen sin embargo que con frecuencia se presenten á la superficie sustancias con las que pueden corregirse sus malas cualidades.

2. El *Carbonifero* suministra la Ulla que nos dá las cenizas útiles para abonos; las Pizarras (útiles) arcillosas y bituminosas que tambien pueden destinarse al mejoramiento del suelo, la Caliza, que bajo el nombre de carbonifera ó de Montaña ocupa la base, tambien puede destinarse al mismo objeto. Con una porcion de rocas eruptivas en especial Pórfidos, cuyos detritus sirven como mejoramiento de las tierras.

5. Últimamente el *Silurico* y *Devónico* compuestos en su mayor parte de Pizarras y Areniscas, conglomerados, Cuarzitas, y Calizas suministran todos estos elementos y el carácter de su vegetacion varia con el de los materiales que los componen. Abundan las rocas de erupcion entre ellas el Granito y Pórfidos

cuya descomposicion suministra Arenas y Arcillas cargadas de principios alcalinos cuya influencia es notoria en la vegetacion.

4. *Silurico Devonico y Carbonifero* cuya clasificacion se admite por MM. Murchisson y Sedgwick se hallan establecidos sobre diferencias muy sensibles reconocidas entre los fósiles que las caracterizan, lo cual no puede ponerse en juicio sin atacar por lo mismo todos los principios de la Paleontologia. Apesar de todo hay que advertir, que hasta poco há, la práctica poco provecho ha sacado de estas divisiones. y solo la Paleontologia ha podido tener indicaciones mas ó menos felices. La razon es que efectivamente, estos tres terrenos rara vez se hallan reunidos en un mismo lugar. Allí donde tenemos al Silurico; mas ó menos entendido el Devonico, no se acostumbra ver de modo alguno cualquiera de los restantes. Sin embargo de que en Inglaterra y Estados Unidos se hallan perfectamente mezclados en algun modo.

Resulta de aquí alguna dificultad práctica en el estudio de estos grupos; pero no siendo este nuestro objeto, solo manifestaremos como mas necesario y útil en cuanto á las aplicaciones agricolas sobre todo, los diversos grupos de formacion de rocas notables y características observadas en este terreno, que ha bastado para guiar á los Ingenieros de Minas en sus útiles investigaciones, asi como á los exploradores de épocas remotas. De aquí que solo daremos algunas noticias esenciales por su aplicacion á los diversos conocimientos generales como usos particulares de las respectivas sustancias.

Sepa el Agricultor reconocer los grandes pisos que se distinguen en la corteza sólida del Globo; que no desconozca los caracteres y la composicion de las rocas las mas abundantes extendidas por el suelo; tenga conciencia sobre todo de la posicion y yacimientos de las materias minerales propias á fertilizar las tierras arables, á este fin deberá reconocer sin gran dificultad de un modo exacto.

1.º la composicion mineral de sus tierras: 2.º los remedios y malas condiciones del sub-suelo: 3.º y último, las mezclas y combinaciones más propias para fecundar los campos: este es en resumen el objeto práctico de la Geologia agrícola, y mine-

ralogía, porque en último termino, es preciso conocer las sustancias y despues aplicarlas, de aquí, que para simplificar en lo posible espondremos los diversos grupos que reducimos al menor número.

En el grupo 1.º el Terreno llamado *Cámbrico* compuesto de pizarras de color negro ó verde (Cumberland en Inglaterra), y de calizas compactas con algunas señales de Fucoides, y restos más raros de Políperos y Encrinites.

Grupo 2.º Terreno *Silurico* llamado de la Granwacka cuya roca habia estado mal definida en los tiempos primeros y sobre lo que los Geólogos estaban menos acordes. *Toda roca con impresiones ó restos distinguibles, gruesos ó delgados, aglutinados por un cemento pizarroso ó arcilloso, es ana Granwacka*, cualquiera que sea el volumen de los restos, con tal que la roca no esté compuesta de elementos primitivos porque seria entonces una Arkosa pizarrosa. Gran número de brechas, de Pudingas y de asperones aparecen de este modo como Granwackas. Como se vé, ésta definicion, corta todas las dificultades que puedan existir, porque en la Granwacka vemos toda roca de partes ó restos de otras distinguibles, gruesos, finos, ó muy finos, aglutinados por un cemento pizarroso ó arcilloso; cualquiera que sea el terreno Geológico antiguo ó moderno, y la formacion marina ó terrestre en las que estas rocas se hallen. Si consideramos como Granwackas las rocas de elementos distintos cuyo cemento es arcilloso, esto consiste en que la pizarra de los terrenos antiguos, no es otra cosa que arcilla endurecida, de modo que es igual el cemento de las Granwackas antiguas que el de las modernas, en el estado argiloideo ó limoso por las aguas pluviales, fontaneras ó fluviatiles que arrastraban el limo y lo depositaban lentamente grano á grano entre las arenas y cantos ó guijos que cimentaban de este modo, infiltrándose y clarificándose á través de estos despojos. Fenómeno tan sencillo como natural que ha debido suceder en todos los periodos y por consiguiente debe haber formacion de Granwackas en todos los tiempos. Apesar de esto, esta roca predomina en esle terreno donde es característica y le dá su nombre. Además de la abun-

dancia de la Granwacka en este terreno, entre las areniscas, las Brechas y Pudingas formadas en este periodo, hay gran número, que en una ú otra época ó en la actual, han debido sufrir filtraciones de aguas cargadas de materias limosas, aguas que han depositado de este modo en los intersticios de estas rocas un cemento argiloideo, tardio en estremo, es cierto; pero que ha vastado para trasformarle en Granwacka.

La Granwacka ocupa grandes estensiones de terreno, abunda sobre todo en la parte media é inferior de los terrenos de transicion, no obstante se refieren al piso inferior la mayor parte de los macizos de la Granwacka. Al estudio atento de los fósiles se debe el haberse reconocido que muchas de estas Granwackas pertenecen ciertamente á la parte media. Por lo demás se hallan tambien en la parte superior junto al piso Carbonífero y aún distinguimos esta roca en todos los pisos más modernos. No tiene tanto interés al agricultor como la Arkosa, forma sin embargo buen sub-suelo y útil, para aumentar á veces la capa vegetal con su estraccion.

Existen en este terreno Calizas y Margas irisadas, pizarrosas, ricas en fósiles Trilobites. De este terreno proceden las pizarras del pais de Gales y se hallan así mismo algunas en nuestra Cordillera Cantábrica. Antes de pasar al grupo 3.º y no obstante lo dicho, nos hallamos en este terreno algunos elementos de mejoramiento de las tierras como la Creta y Cal grasa, que se obtiene muy buena de las piedras calizas de los terrenos jurásicos y cretáceo, Margas y Arcillas abundantes en el mismo como el yeso del Trias. No sucede lo mismo en el conjunto del terreno que nos ocupa y que se manifestará al final.

GRUPO TERCERO.

Terreno Devónico.

Del antiguo gres rojo, fijado este terreno por Murchison y Sedgwick y dándole el nombre que lleva porque el Condado de

Devon en Inglaterra es el que nos ofrece mayor estension y riqueza en restos orgánicos.

Aquí nos hallamos con un conjunto de capas de Areniscas rojas y conglomerados silíceos (como el de la Granwacka), que alternan con otras de Pizarras, Areniscas y Calizas de colores oscuros, ricas en fósiles como orthoceras, Gomiátites, Nautilus, algunos peces, y conchas valvas de Braquiopodos como *Productus* y *Espirifer*, ofreciendo en sus estratos como subordinadas á la Antracita. Refiérense á este terreno los Mármoles colorados de los Pirineos. No siempre hallamos su composicion idéntica, porque predominan á veces las Areniscas y conglomerados dándole caracteres distintos y condiciones agronómicas diversas; otras preponderan las Arcillas Pizarrosas y las Calizas; Pobre en fósiles allí donde falta el elemento calizo.

Aparecen por vez primera algunos réptiles y gusanos ó Anelidos tubícolas.

En nuestra península predomina esta formacion en Sierra Morena, confúndese con el Silurico en Almaden. En el Norte la Zona Asturiana y ramificaciones en la provincia de Leon. Los Geólogos Verneuil y Paillete notando la presencia del Carbon en este terreno y sus relaciones con el Ullero, supusieron que los criaderos de este combustible se hallaban subordinados á él, el Sr. Prado, dilucida esta cuestion distinguiendo ambas séries.

Aquí tenemos *Antracita*, *Hierro* y *Cobre* con otros metales, Calizas marmóreas, Pizarras de ensolado, como areniscas y conglomerados para empedrados. De contornos muy accidentados y pintorescos con grandes Valles y Cañadas en la parte cantábrica (Gijon cabo de Torres) que forma la Cuarcita como dispuesta artificialmente y cuyas lomas se presentan planas sin que se explique el fenómeno, siendo su formacion idéntica á la de asperisimas montañas y grandes riscos de Somiedo.

Las Margas y Calizas aumentan en general la zona devoniana siendo diverso el aprecio de unas y otras: así como la pizarra arcillosa en los prados naturales de Guipúzcoa. La Caliza blanda y Marga, dan buena tierra de labor. Anúnciase la Caliza dura en bancos, donde quiera se halla en cintas y crestas más ó me-

nos blanquecinas y entre mezcladas por las tierras laborables como entre los prados y árboles. Si predomina esta Caliza dura escasea la tierra vegetal, y vemos la caliza desnuda formando cerros, riscos y bancos más ó menos pajizos; pobre vegetacion en las lomas de Cuarcita como en la Arenisca roja.

GRUPO CUARTO

Terreno de la Caliza Carbonifera.

1.º Llamado en Inglaterra, caliza de Montaña, y caliza metalifera, por cuanto forma en este país una cadena dirigida de Sud á Norte, abunda en minerales de Plomo, Plata y Zinc, Caliza de coloracion azulada ó negruzca: con restos de Encrinites y políperos. Coloreada por una materia bituminosa y contiene por lo común, masas de Antracita de más ó menos volumen.

GRUPO 5.º

Terreno Ullero.

1.º Terrenos de los más importantes de la serie bajo el punto de vista industrial por el combustible que nos suministra, que confundieron con el Permico (de Rusia), del cual se halla separado en estratificación discordante. Compuesto de capas más ó menos poderosas de un grés cuarzoso micáceo, con cemento arcilloso, y de colores variables, llamado *gres Ullero* que contiene capas de pizarras negruzcas ó de arcillas pizarrosas con impresiones vegetales, algunos riñones diseminados de carbonato de hierro y bancos más ó menos numerosos de Ulla. Esta sustancia no siempre existe por todas partes donde se halla el gres Ullero, que es la roca principal del terreno. Las capas calcáreas y margosas son raras en esta formación. No obstante

existe en Edimburgo en la parte inferior del terreno, que contiene algunos restos de peces notables. En las comarcas Ulleras del continente, se encuentra en la parte superior algunas capas de una pizarra margoso-bituminosa conteniendo tambien peces, y por lo mismo es inflamable; sirve para preparar un aceite de buenas condiciones para el alumbrado llamado aceite de pizarra. Las Ullas forman ya comarcas circunscritas, colocadas en líneas unas despues de otras é independientes; estas son las en que los materiales han sido depositados en los lagos de agua dulce (como la Limonita); ya forman inmensas y anchas zonas en que las capas ofrecen mayor continuidad y regularidad, entonces descansan sobre una Caliza marina (caliza carbonífera,) lo que nos dice haber sido producidas sobre las playas del mar, inmediatas sin embargo á las costas, y por esto mismo accesibles á los productos continentales (Ullas del Norte de Inglaterra y Francia). La flora de este terreno es de lo más notable por su semejanza con la vegetacion de las floras insulares é intertropicales. Compónense de hojas y tallos gigantescos de *Helechos*, *Lycopodios*, *Equisetaceas*, *Cicádeas* y *Coníferas*. Las rocas macizas cuyas erupciones han tenido lugar á través del terreno ullero están formadas por los Pórfidos, Basalto y Trapps. En la Península se conocen algunos criaderos importantes como los de Polalena y Mieres (de Asturias) en las provincias de Leon y Palencia, los de Belmez, Espiel y Villanueva del Rio en Andalucía, el de San Juan de las Abadesas, en Cataluña, Hinarejos (Cuenca), y en la Provincia de Teruel, varios puntos no puestos en explotacion como se debe, por falta de vias de comunicacion, existiendo otros criaderos de pequeña importancia. El terreno Carbonífero alcanza hasta 4000 metros de espesor en algun punto como lo apreció Verneuil en Asturias repitiéndose las capas de combustible más de 70 veces; en Inglaterra al Sud de Galles segun Lyell sobre 5000 metros, y el de Nueva Escocia segun el Sr. Logan nos ofrece una potencia de 4,440 metros. Apesar de los hechos que se manifiestan, no escede en general de 500 á 700 metros. La presencia de troncos y raíces de los mismos árboles que dieron origen en su trasformacion á los carbones, es uno de los hechos

más curiosos del terreno carbonífero, apareciendo en algunos puntos los troncos dispuestos en diez niveles diversos, situados unos encima de otros en direccion vertical, como sucede en Nueva Escocia segun nos dice Lyell que á su vez nos manifiesta en número de 17 las capas distintas con árboles en posicion natural, en un espesor de 1576^m y longitud de troncos de 1 á 8 metros sobre 1.45 de diametro; asi mismo en la misma comarca se cita haberse observado por el mismo con Dawson 68 niveles diversos con vestigios de vegetacion. En los criaderos de Asturias y Cataluña las capas de Ulla se repiten con mucha frecuencia y aún suelen aparecer dislocadas.

Nos encontramos en la seccion última del terreno carbonifero como materias subordinadas, muchos Betunes como la *Goma* elástica fosil, el Espato fluor, Yeso, Aragonito, Baritina, Barita carbonatada, Estronciana, Cristal de roca en sus formas diversas. Esta parte es más pobre en Ulla y en plantas fósiles; en cambio nos hallamos Azufre, Pirita, bastante Plomo y muchos animales de Equinodermos, Zoofitos, Briozoos, Foraminíferos, Orthoceras etc.

La existencia del Hierro y la Ulla en los mismos criaderos hace muy útil su beneficio y sobre todo muy económico. Llamásele el agente por excelencia de la produccion, el motor más poderoso en la fabricacion, y el elemento preciso para acortar distancias y recorrer con seguridad y ligereza los inmensos mares, siendo todas las naciones por tal concepto, un solo pueblo.

CLASE TERCERA.

1.º *Terrenos Secundarios.*

1.º Denominanse así los que se hallan esencialmente compuestos de formaciones marinas, con dos especies de rocas de sedimento, algunas rocas calizas, llenas de restos orgánicos, y

algunas rocas arenáceas ó materiales de transporte, (como areniscas, arenas y arcillas) alternando con las primeras de tal suerte que en los terrenos inferiores, las materias arenáceas predominan, y en los superiores, las rocas calcáreas. Estos terrenos se extienden desde el terreno Ullero esclusivamente hasta la Creta blanca; en la parte inferior están el Gres rojo con las Calizas negras ó de gris-ceniciento; en la partes media, gres ó margas abigarradas, ricas en depósitos de Sal gema y Yeso; en la parte superior, están las grandes masas calizas, llamadas *Oolitas* y *Pisolitas*. Encuéntranse en abundancia en estos terrenos, algunos fósiles notables, procedentes de animales marinos estinguida su raza desde tiempos remotos; algunos *Ammonites*, *Belemnites*, esqueletos de Saurios gigantescos como el *Ichthyosaurus Plesiosaurus* y *Megalosaurus*, pero es muy raro encontrar señales de pájaros y mamíferos (que corresponden como veremos al otro periodo)

En este terreno las calizas son mas compactas y metamórficas, que las de los terrenos terciarios, abundan mucho y que si su estraccion cuesta, en cambio se presta á trabajos de embellecimiento y solidez, pues nos encontramos con los mármoles de lujo de construcciones monumentales, como el de Carrara, que nos hallamos en el jurásico. El piso Cretáceo, suministra á la Agricultura la Creta, que mejora y abona los suelos que segun Boubée, es la mejor de todas las margas; muchas Marga s y Calizas arcillosas que las reemplazan en su ausencia, pizarras bituminosas, que en las provincias Vascas destinan para Margar las tierras. Yesos y caliza pura que nos da una cal grasa superior. Las arenas verdes y calizas son abundantes y excelente mejoramiento por el Silicato de hierro que contienen. El Trias que es el que se considera como terminacion del terreno secundario, ofrece como mejoramientos la caliza del *Muschelkalk*, muy buena cuando se presenta en descomposicion por los muchos fósiles que contiene y por la excelente cal que suministra: las Margas y Arcillas de Keuper (margas irisadas), y las arenas, resultado de la descomposicion de las areniscas del piso inferior; y como abonos la sal y yeso. Pobre su vegetacion

predominando las plantas halófilas por la abundancia de los depósitos de sal y fuentes saladas y del Yeso, (cordillera baja é izquierda de Ebro, desde Valtierra hasta Alfocea, (provincia de Zaragoza). Se ha llamado á este terreno tambien del *grés abigarrado* situado entre el de transicion y el *Oolítico* (que es el secundario propiamente dicho).

Llamado del Grés por contener gran número de capas de grés ó areniscas notables por su coloracion muy variada, comprende:

1.º El terreno Pérmico de Verneuil, compuesto esencialmente de una série de capas de areniscas, pizarras, margas y calizas que contienen depósitos de sal gema, de yeso y minas de cobre. En Alemania Septentrional, determina dos pisos importantes separados por una capa poco gruesa de pizarra bituminosa cuprífera, llámase *el suelo del grés rojo*, compuesto principalmente de areniscas superiores al terreno de la Ulla, y por consiguiente diferente del llamado *antiguo grés rojo* inferior al terreno carbonifero, y que corresponde al Silúrico superior.

El 2.º Zeschstein ó caliza pennea en Inglaterra y Alemania como en Rusia particularmente, formado de calizas compactas y de caliza magnesiana ó Dolomia compacta no epigénica. Este piso se halla desprovisto completamente de materias útiles, así como el inferior: los minerales que se explotan, que en general son de cobre, no se hallan sino en los esquistos intermedios llamado por esta razon *pizarra cuprífera*. El Grés que le sirve de base, se ha llamado por los mineros alemanes *fondo muerto*: y la caliza colocada encima, ha recibido el nombre de *Zeschstein* que quiere decir indicadora: por cuanto manifiesta su presencia y se hace objeto de explotacion: El *Muschelkalk* ó caliza conchifera, piso esencialmente formado de calizas compactas y conchíferas.

Terreno del Trias, cuyo grupo se compone de tres depósitos importantes, mineralógicamente distintos, que parece formar en especial en Inglaterra, un triunvirato ó asociacion inseparable.

El 1.º de la *arenisca abigarrada*, 2.º del *Muschelkalk*, 3.º de las Margas irisadas.

Se les ha dado tambien el nombre de terrenos saliferos, por que aqui se muestra la mayor potencia de la sal gema en la parte central de Europa; á cuya sal se asocian depósitos de yeso hidratado y anhidro: por último, en el piso superior, se encuentran además algunos depósitos de Lignito, (provincia de Teruel) (Alsacia y Lorena).

En la península, además del gran desarrollo que adquiere así en longitud como en anchura, y de las masas de sal que contiene, sucede, el verse con frecuencia sus estratos alterados y dislocados profundamente por rocas eruptivas como la Diorita, esta que constituye las llamadas Peñas Negras, entre Carlete y Catadan, ha levantado hasta la vertical las calizas margosas del Muscheskalk, bastante rico en fósiles. Las erupciones Dioríticas citadas por Verneuil en Segorbe y Manzanera, las indica el Dr. Villanova en el Trias de Sarrion; en el barranco de los judios y al otro lado de la Sierra Camarina ó Javalambre. En la provincia de Teruel (Vilhel) una roca basáltica penetra segun Braun en las capas inferiores de Margas y yesos; dice el Dr. Villanova ¿Podria referirse al menos en la Península, la presencia en el Trias de la sal, del yeso y de las dolómias, rocas con frecuencia compañeras y de origen no siempre fácil de apreciar, á estas erupciones dioríticas? El espesor de este terreno sumando las diversas alturas, escede de 4.000 metros y segun Omalius, en la Selva Negra el piso del Trias tiene 4170 metros de elevacion. Veamos sus diferentes pisos.

1.º *El inferior* ó el de la arenisca abigarrada con cemento arcilloso, de color variado, es con frecuencia pintorroteado de manchas ó de bandas rojas, amarillas, azules.

2.º *El medio*, es de una caliza compacta de un gris de humo, conteniendo gran cantidad de conchas y otros fósiles, de que los mas caracterizados son especie de *Ammonites nodosus*, otra de *Encrinites moniliformis*, con algunas especies de Terebratulas, de Peines, Ostras y Trigonias.

3.º *El superior*, el de las Margas irrisadas (Keuper) formado por algunas Margas abigarradas de rojo, de gris verdoso, y de azulado. Es rico en depósitos de combustible y de Sal gema.

De esta zona y naturaleza, son los terrenos que nos dá los mantiales salados del Jura. La Galena en granos se halla á veces diseminada en las materias arenaceas del Trias, los minerales de cobre de Chessy, el cromo oxidado de Creusot, y la Manganesa oxidada de Romaneche. Cierto que no vamos á considerar cada uno de estos grupos como un terreno, ni lo mismo como un piso diferente. Todo nos hace creer que mientras se determinó un depósito en un lado, constituyóse otro en parte distinta, de tal modo que en lugar de haberse realizado cinco ó seis pisos sucesivos en cinco ó seis épocas geológicas entre la Gran wacka y la Oolita, no haysino dos épocas realmente distintas. El terreno de la arenisca abigarrada rara vez se halla cubierto de tierras vegetales: y efectivamente por todas partes donde el subsuelo está formado por las areniscas, las Pudingas, las Margas ó por las pizarras bituminosas de este terreno, todas rocas que con frecuencia ocupan cada una grandes estensiones, no puede esperarse tierras fértiles. Por el contrario estas tierras son estériles, ó solo propias á los cultivos fosrestales; pero á lo menos se utilizan como buenas por medio de mejoramientos, porque en el sub-suelo, á cortas profundidades, se descubren en abundancia las materias minerales necesarias para mejorarlas de un modo completo.

2.º Grupo del terreno Jurásico.

1.º Bajo el nombre de terreno *Oolitico* antiguamente jurásico ó de la Caliza de los Alpes, comprendemos varios grupos importantes considerados como otros tantos terrenos por muchos Geólogos y lo son; el *Lias*, *Oolita ferruginosa*, *grande Oolita*, *coral rag*, y la *Oolita superior*, grupos que todavía se subdividen en muchos pisos por la mayor parte, tales como el Portlandico y el Kimmeridgien en la *Oolita superior* caracterizándose estos diversos pisos por un conjunto de fósiles propios á cada uno de ellos, que permite distinguirlos con facilidad. Pero si se observa que estos pisos no comprenden sino un corto número de capas con corto número de rocas diferentes, fácil será convencerse que cada uno es imposible constituya un terreno aislado, moti-

vo por el que es necesario reunirlos todos en uno solo pero formando tres grupos importantes dichos Lias, Oolita inferior, Oolita superior.

Este terreno que se halla muy desarrollado en Francia y en Inglaterra y cuyas montañas del Jura están compuestas en su mayor parte, forma en la superficie de nuestros continentes grandes zonas, que se suceden unas á otras, y se componen de capas alternativas de arcillas y de calizas puras ó arcillosas, algunas veces compactas, pero lo mas frecuente de estructura Oolitica, circunstancia que ha valido á estos terrenos el nombre de *terreno Oolitico*. Representa una de las épocas mas circunscritas y mejor caracterizadas, lo mismo con relacion á su Fauna y Flora, como por su estratificacion entre el terreno Cretáceo, del que lo separó el levantamiento de la Cote D'Or y el Trias sobre el cual se halla en estratificacion discordante. El aspecto Oolitico de sus rocas es digno de tomarse en cuenta mineralógicamente considerado. Estos materiales son poco consistentes, deleznales y en capas mas ó menos horizontales en paises llanos y poco accidentados; pero en las montañas no solo compactos, duros, frágiles y con todas las señales del metamorfismo mas avanzado; sino que sus capas se presentan quebrantadas con inclinacion ó buzamiento muy marcado. Respecto de las rocas plutónicas cuya salida determinó la dislocacion y demas accidentes estratigraficos y metamórficos de sus materiales los mas notables son los Pórfidos piroxenicos y granitoideos, Serpentinas, Granitos, y Sienitas. Aqui aparecen los Mamíferos didelfos por primera vez en estado fosil; reptiles de gran tamaño y formas estraordinarias; así como muchos Belemnites y Ammonites. Respecto á su espesor se dice ser de mas de dos mil metros, representa por consiguiente un largo periodo de formacion es tambien uno de los que mas estension ocupa en el continente Europeo. En España ocupa menos que el Cretaceo presentándose en puntos aislados mejor que en grandes depósitos. Las arcillas son grises y azuladas; las Calizas con tintas oscuras en la parte interior, son generalmente blancas ó amarillentas en la media y superior. Nos suministra buenas piedras litográficas,

piedras de cal hidráulica y excelente piedra de construcción. Nos hallamos en este terreno minerales de hierro hidratado (Limonita) en dos posiciones diferentes; en una el mineral, esta en capas reguladas en el terreno mismo y le es por consiguiente contemporáneo; este es el hierro hidratado Oolítico. El otro se halla en masas superficiales y en algun caso penetra el terreno de alto á abajo por hendeduras ó especies de pozos, pertenecen á una formacion mas reciente; se le ha dado el nombre de Hierro pisolítico ó mina de hierro en granos. Además se encuentran en este terreno algunos depósitos ó filones metalíferos, ó así mismo algunas capas impregnadas de minerales como la Galena, Sulfuro de mercurio y óxido rojo de hierro, depósitos de Sal Gema, Yeso y Dolómia, así como algunos depósitos de combustible carbonoso. Hemos dicho que se dividia este terreno en dos sistemas, el inferior y el sistema *del Lias*: el Superior, *el Oolítico*, subdividido este en *Inferior*, *Medio*, y *Superior*. Estos dos sistemas difieren poco entre sí por su fisonomia particular y composicion mineral. El *Lias* ó caliza de la Grifea arcuata, es una caliza arcillosa, de color oscuro y á veces azulado. Descansa sobre las areniscas, que en ciertos puntos aparecen feldespáticas (Arkosas) y contienen entonces algunos minerales cristalizados y minerales en riñones.

La Oolita inferior está á veces como petrificada de Glóbulos de Limonita; ofrece en seguida una capa de arcilla llamada por los Ingleses tierra de batanero, por que sirve para desengrasar las ropas que salen de sus fábricas, y sobre esta arcilla el poderoso depósito de la gran Oolita. Este depósito es el que suministra la piedra de Caen, una de las mejores piedras de construcción. El piso de la Oolita media comprende dos hiladas ó grupos distintos de capas; el Oxfordico, que comprende algunas capas de una arcilla azulada, arcilla de Oxford y el grupo del coral-rag, formado de capas que contienen una gran cantidad de corales. La Oolita superior se subdivide tambien en dos grupos 1.º el Kimmerídico comprendiendo algunas capas de arcilla azulada ó amarillenta. 2.º el grupo Portlándico formado de capas calcáreas que nos proporcionan una hermosa piedra de construc-

cion la piedra Portland. En España el Lias de Antequera y Serania de Ronda, hácia Gibraltar se distingue por la caliza roja amonitifera parecida á la de Italia, mientras en Aragon, asi como en Guipúzcoa y Vizcaya, segun Verneuil y Sr. Collete, está formado de bancos de caliza compacta y de arcillas de colores oscuros. Segun Verneuil; el Lias solo está representado en la Península por los pisos superior y medio; del inferior se asegura no existe. El Lias en el Principado de Asturias, es el piso Jurásico. Consta de numerosos estratos de caliza compacta-blanquecina, azulada ó negruzca con fósiles propios; bancos de margas y areniscas algo irisadas parecidas del Keuper y de enormes masas de pudingas silíceas (Arkosa) que cuando es un poco sólida la llaman fabuda. En construccion nos hallamos con las calizas ordinarias blancas sacaroideas, mármoles y aun piedras litográficas, algo de sal gema y yeso. Entre los metales el hierro en piritas con las margas que sirven como abono excelente despues de disecadas, Criaderos de Calamina de Santander cuya ganga está formada por la Dolómia celular (vulgo Cayuela) y caliza blanca compacta. Supone Vilanova si las minas de hierro de Guipúzcoa, pertenecen á este terreno. Abunda el Mercurio y Cinabrio como en Babiera é Italia, en especial en Iliria de Austria de donde se estraen 10.000 quintales al año y aun más.

5. Grupo Cretáceo.

1.º Asi llamado por el desarrollo que en el adquiere la Creta si bien en rigor no siempre está caracterizado por la presencia de la Creta. La Creta propiamente dicha, blanca, tierna, y friable, no existe sino en uno de los varios pisos que se consideran en el terreno Cretáceo, en el piso de la Creta blanca, mientras en los primeros cinco pisos no se ofrece roca alguna que se parezca en manera alguna á la Creta, hasta el punto que solo los fósiles pueden servir algunas veces para distinguir los pisos de la Oolita ó del grés abigarrado. Y si esta diferencia distingue á los diversos pisos del mismo terreno Cretáceo, nada debe es-

trañar que el cretáceo de diversas comarcas presente también diferencias notorias. Así que comparando el de España, Norte de Francia con los de Sajonia, de los Alpes, de los Pirineos. Obsérvase que en el conjunto hay pocos puntos de semejanza entre sus diversas rocas. Así mismo sucede con la mayor parte de los terrenos de sedimento, de manera que nos podemos evitar el dar una definición clara y precisa en cada caso para distinguirlo, por cuanto si es exacta con relación á un punto, no lo es respecto de otro, de modo que lo más importante será señalar las rocas y fósiles que caracterizan del mejor modo cada localidad.

Tres son las rocas que caracterizan el terreno Cretáceo: (que en general le hallamos compuesto de calizas, margas y arcillas areniscas y arenas ferruginosas); 1.º la arenisca verde; 2.º la Creta, 3.º la Sílice, 1.º *Arenisca verde*, de ordinario coloreada por una proporción mayor ó menor de Silicato de hierro en granos arenáceos y con frecuencia calcaríferos. Entonces constituye un verdadero Maciño que interesa muy particularmente á la Agricultura, por que dá lugar á tierras muy fértiles, lo contrario de lo que sucede con las otras areniscas que producen terrenos áridos. *La Creta* roca calcárea, ya friable, blanca y tiznadora (Creta propiamente) ya grisácea ó amarillenta y con frecuencia verdosa, y entonces mezclada de tierra verde como la arenisca verde (creta clorítica Thufeu de los franceses), más ó menos friable ó endurecida, es á veces bastante sólida para servir de piedra de vaciar navajas y cuchillos, y así mismo de piedra de sillería. Cuando es friable se puede emplear como Margas; es por otra parte la más rica de todas las Margas, por que está formada de materia caliza casi pura, ó solo mezclada de una débil proporción de arena. *La Sílice* abunda en los terrenos de la Creta y se presenta bajo todas las formas: en estado de Silex pirómaco, corne, sílice grosera-calcarífera de Calcedonia, Agata, Cornalina, Crisóprsa, etc.; especies modificadas por sus modificaciones en la textura, en su mezcla y coloración de una misma especie, el cuarzo ágata, acarreado en disolución por las aguas silicíferas calientes y frías, deposita molé-

cula á molecula durante los siglos, bajo forma de riñones, placas, concreciones, estalacmitas etc., y colorado diversamente en razon de las circunstancias locales más varias y fortuitas. Todas las especies de Silex han sido formadas del mismo modo y con la mayor lentitud como acabamos de indicar, y esto ha sucedido despues de la consolidacion de las rocas que les contienen. De modo que segun el modo de ver, explicado por Bou-bée, el riñon más pequeño de pedernal representa un depósito que se ha continuado durante muchos siglos con ó sin interrupcion, durante todo el tiempo que la misma agua silicifera ha podido colar y atravesar por el mismo lugar, depositando sin cesar molécula á molécula, á manera de las concreciones estalacmiticas, una parte de la pequeña proporcion de Silice de que se hallaba cargada ó saturada.

Explicase sin dificultad que las formas tan variadas de Silice que han llenado las cavidades formadas por el agua con lentitud en medio de las rocas, y estas capas tan numerosas y limpias de las ágatas, así como sus formas por concrecion, y la presencia de fósiles en medio de la Silice, así como la presencia de la Silice dentro de las conchas y Ervios; y la formacion de los Silex en placas ó capas en medio de un banco de arena ó de fósiles en el que el agua silicifera pudiendo formar una sábana continua, empastaba de un modo indiferente la arena, los guijos, fósiles, y la consolidacion de las areniscas de las brechas y pudingas de cemento siliceo. Debiendo añadir que este modo de formacion no solo es propio á estas materias siliceas del terreno cretáceo, sino á todos aquellos que en los otros terrenos se encuentran en condiciones análogas; así por ejemplo, á las diversas variedades de ópalo ó resinita, que indicaremos en el terreno terciario, y tambien á la mayor parte de las materia minerales de diversas especies, metalíferas ó no, habidas en riñones diseminados y en masas concrecionadas en los diversos terrenos, y que todos ó casi todos como la Silice de los depósitos seculares de las aguas calientes y frias, que, mientras y sobre todo despues de la formacion de los terrenos, no han cesado de correr sobre todos los puntos de la tierra, depositando inevita-

blemente bajo formas variadas, como sucede en el dia, las materias de toda especie que ellas tenian en suspension ó disolucion. Volviendo como es consiguiente á la division del terreno cretáceo, muéstrase el cretáceo inferior y el cretáceo superior dos pisos caracterizados por el levantamiento del Monte Viso.

GRUPO CUARTO.

1.º *Cretáceo inferior.*

Dividido á su vez en tres pisos: 1.º piso de Neocomia en Suiza y Wealdia en Inglaterra. 2.º Arenisco verde. 3.º El de la Creta Tuffeau.

El 1.º de Neocomia, consiste en general en depósitos marinos compuestos de calizas, de margas y arcillas con capas subordinadas de arenas ferruginosas, estas capas contienen en especial en la provincia de Castellon y limitrofe de la de Teruel una gran série de capas calizas, mármoles, lumaguellas de diferentes colores, alternando con otras de Arcillas amarillentas y rojizas con muchos fósiles y algunos bancos de Arenas y Areniseas blancas ó teñidas de rojo ó amarillo por el hierro que ocupa la base. Ricos en variedad y belleza de fósiles entre los cuales se hallan algunas especies nuevas. En algunos puntos, estos depósitos marinos son reemplazados por una formacion correspondiente de depósitos lacustres ó fluviales formacion de Wealdia. El piso de *Grésverde*, por hallarse formado por bancos de Arenas y Areniscas teñidas de verde, contienen una marga azulada, despues algunas arenas coloreadas (el verde) por algunos granos de Glauconia ó Silicato de Hierro, asi como otras rocas de colores claros, como se vé en Cinctorres Morella y otros puntos como las Cuevas (Aragon). El piso de la Creta Tuffeau está caracterizado por algunas capas de creta terrosa, esta es verde inferiormente; pero en las partes superiores aparece gris, grosera, arenosa ó margosa (Tuffeau propiamente) contiene Silix córneo de color rubio los principales fósiles son ammonites, Grifeas, ostras y otros gasteropodos.

GRUPO QUINTO.

§ 1.º

Del Cretáceo Superior.

1.º Este terreno está formado esclusivamente de depósitos marinos, compónese en el Norte de Inglaterra y Francia de diversas capas de una caliza tierna y friable, llamada creta blanca terreno de la Creta propiamente, que en las inmediaciones de París, presenta una potencia de más de doscientos metros. Las primeras capas son sin Silice, pero en su parte superior la Creta blanca contiene riñones de Silex pirómaco, dispuestos por séries planas paralelas, cuya presencia caracteriza sobre todo, esta parte superior Cretácea, en la inferior son de Silex córneo. Presentan la forma de elipsóides tuberculosos más extendidos horizontalmente, soldándose los unos á los otros, de modo que forman lechos continuos como hemos dicho, con superficie desigual, glandulosa, y agujereada por vacíos irregulares. Sin estratificación en general poco distinta, se indica por estas líneas de Silex que son muy aparentes en los escarpes. Abunda en Moluscos y Zoofitos, entre los cuales nótanse como característicos, ciertos belenmites, ostras y erizos. En la parte meridional de Francia, la Creta cambia de aspecto; aparece más compacta y dura, y aun llega á perder su color blanco, distinguiéndose por gran número de conchas de la familia de los rudistas como son *hipurites*, *radiolitas*. El terreno cretáceo ofrece condiciones diversas al agricultor, solo aparece fértil el grupo de Wealdia (el Gault) (1) y el Grés verde recubiertos en general por tierras aparentes, pero los otros carecen de esta condición. La Creta blanca no estando acompañada de aluviones antiguos ó recientes, está en el mismo caso de infertilidad. Por cuánto muy porosa de sí, en fragmentos y hendeduras á la superficie del suelo.

(1) O arenisca verde.

absorbe pronto y profundamente el agua de las lluvias y escarchas; unido á la composicion muy incompleta del suelo, determinase su absoluta esterilidad. Además la Creta recubierta por un lecho de Silex que impide todo cultivo. Este Silex, cuya presencia y amontonamiento parece problemática, certifiican de un hecho tan sencillo como comun en la superficie del Globo; resultas de la desnudacion del suelo, es decir, de una destruccion lenta y del arrastre del terreno superficial ó sub-yacente de los diversos puntos, verificados por las aguas calientes ó frias. Estos silex diseminados desde el principio en la masa cretosa donde de ordinario se les ha visto en capas separadas más de un metro; las aguas de lluvias y de los arrastres, habiendo disuelto y arrastrado poco á poco la Creta superficial, los Silex que no podrian ser ni disueltos ni arrastradosse hallaron al descubierto, y permanecido en la superficie, donde acumulados de un modo sucesivo á medida que el acarreo secular de la Creta se continuaba por bajo de la Silice; acarreamiento que debe continuarse en el dia á nuestra vista aunque no sea aparente: de aquí estas denudaciones de suelo á 10, 20 ó 40 metros de profundidad, y aun más, cubierto por consiguiente de Silex. El terreno de la Creta ofrece al agricultor mejoramientos numerosos abundantes. La Creta que es más rica que todas las Margas, y arcillas calcáreas. Algunos Yesos y numerosas calizas empleadas como piedra de cal, ofita alterada, rica en potasa, cal y magnesia. Por último una sustancia muy importante para el agricultor el *Fosfato de Cal* (de Logrosan) con frecuencia combinado con el fosfato de hierro y que forma riñones más ó menos voluminosos diseminados en la Creta á la manera de los de Silice.

Pocas sustancias existen como mejoramiento en este suelo, sin embargo hay sustancias útiles por su beneficio, como sucede con el Blanco de España, el Silex empleado como piedra de fusil y para empedrados. Agatas y Calcedonias, cuyo empleo es considerable en joyeria y ornamentacion: arcillas diversas empleadas como tierra de batanero y para alfareros: algunos minerales de hierro en riñones y en especial los Pisolíticos ó hierro en granos, mineral que abunda en Francia, que unos han

atribuido al terreno diluvial, otros han clasificado en el terreno Oolítico como en el terciario, pero que varias consideraciones conducen á suponerle en el de la Creta, y como representando el piso más superior, la Creta pisolítica y numulítica ó Arenisca Verde.

4.^a CLASE.

§ 1.^o

Terreno Terciario.

1.^o Llamado así porque representa la 5.^a época de formación de abajo á arriba y supra-cretáceo por estar formado sobre el cretáceo, es un verdadero terreno de sedimento. Los terrenos terciarios, están caracterizados por la abundancia de restos de mamíferos y aves que contienen numerosas conchas enterradas que presentan por la primera vez mayor ó menor número de especies análogas á las que viven en la actualidad, y por la alternativa de los depósitos marinos con aquellos que proceden de los lagos y riberas. Estos son en general los depósitos litorales ó que tienen lugar en comarcas circunscritas como los depósitos Ulleros, llenando valles enclavados en los terrenos más antiguos, bajo este punto se les puede comparar independientes y extendidos en gran número de comarcas, donde se les descubre casi ocultos por los terrenos formados antes que ellos: como el Trias, Oolita, la Creta, etc., ocupan las partes bajas de los continentes, descansando en estratificación discordante sobre los terrenos secundarios. En las llanuras, sus capas son sensiblemente horizontales y se corresponden con exactitud sobre las colinas ó mesetas que separan los valles. Sus rocas tienen menos consistencia que las anteriores: son *arcillas, arenas, calizas groseras, margas y yesos*, algunas areniscas y moleñas.

Los depósitos terciarios se hallan casi todos en la superficie del suelo porque son los últimos formados sobre el globo. Así es en efecto, los depósitos diluviales y post-diluviales, son los únicos producidos después del terciario, dejando solo en la superficie capas de aluvion más ó menos delgadas, que casi siem-

pre permiten ver y distinguir sin dificultad las rocas que recubren. No sucede lo mismo para los terrenos todavía sumergidos por el agua del mar ó la dulce. Allí como en algunos escollos ú hondonadas y en los valles postiluviales, estos terrenos se hallan cubiertos por los materiales post-diluviales, que han adquirido en muchos puntos una potencia considerable. Presentase este terreno en valles de más ó menos estension ó estrechados, pero casi siempre con independencia, y que considerados cada uno en particular, no corresponden sino á una parte de la época terciaria. La época terciaria ha debido ser por cierto de mas corta duracion que la secundaria; época en que parece adquirieron gran desarrollo los cuadrúpedos; así como todos los demás animales, se manifiestan de un modo sorprendente; época de mejores condiciones viológicas que las anteriores, desde este periodo, hasta los insectos toman un incremento notable, la vegetacion es como nunca, así como las aguas de los lagos y rios se plagaron de conchíferos crustáceos y otras familias notables: de modo que puede deducirse que uno de los caractéres mas notables de los terrenos terciarios es la presencia de restos de cuadrúpedos y de animales lacustres y fluviátiles, especies hoy estinguidas por completo. Se ha dividido el tereno terciario en tres terrenos, á saber:

- 1.º *Terciario inferior ó eoceno.*
- 2.º *Terreno medio ó mioceno.*
- 3.º *Terreno superior ó plioceno.*

GRUPO PRIMERO

1.º *Terciario inferior.*

1.º Este terreno muy desarrollado en las cercanias de Paris, que caracteriza la presencia de numerosos restos de mamíferos perdidos del género *Paleoterium*, se divide en dos sistemas de capas en las cuales predomina sucesivamente los depósitos marinos y las formaciones de agua dulce sub-marinas; el de la *Caliza grosera* y el de las *Margas yesosas*. El de la *Caliza grosera* compuesto de calizas caracterizadas por una multitud prodigio-

sa de conchas marinas alternando con algunas margas arcillosas y calcáreas, sucede á la *arcilla plástica* y contituye el piso de mayor importancia en el valle terciario Parisiense. Las calizas de las hiladas inferiores son con frecuencia arenosas; sucede así mismo que nunca recubren inmediatamente la *arcilla plástica* y están separados por las arenas.

Estas calizas son muy conchíferas de textura grosera y sembradas de granos de un verde oscuro, análogos á los de la *Glauconia*. Abundan las conchas marinas como los *cerithes*, *numulites* y *miliolites* hallándose el *Cerithium giganteum* en el calcáreo grosero inferior con cantos rodados, areniscas conchíferas con capas arenáceas. Los *miliolites* en la caliza grosera media, con bancos duros de *Turritelas* y el *cerithium* en la superior con caliza de agua dulce y *Limneas*. En su base hay un depósito fluviomarino, la *Arcilla plástica* llamado así; se encuentra siempre sobre la Creta Parisiense, es una arcilla untuosa y fácil de desleir en agua, su espesor es variable, ya se halla de diez y seis metros, y otras veces algunos decímetros; ejemplos hay que parece indicar que este grueso está en razon inversa de la proximidad de la creta, de modo que su depósito habrá nivelado la superficie desigual y ondulada. La arcilla plástica afecta colores muy variados; lo mas comun de un gris moreno, otras veces es venado de rojo y amarillo. Los fósiles consisten en vegetales carbonizados y en conchas de agua dulce y marinas, que están mezcladas en las capas superiores. Las primeras son de *Planorbis*, *Lymneas*, *Paludinas*. Las segundas son de *Cerites*; *Ampularias* que se encuentran además en la caliza marina superpuesta. Los lignitos de la arcilla plástica han conservado el tejido leñoso, lo mas frecuente forman verdaderas capas estratificadas, terrosas ó pizarrosas, que no son otra cosa sino una mezcla de arcilla, de carbono y á veces de piritas, lo que ha contribuido á darles el nombre de cenizas piritosas. y las hace propias para la fabricacion del sulfato de hierro y del Alun. Algunas veces se les encuentra en capas compactas, de negro azulado demas y de fractura conchoidal.

El sistema de las *Margas marinas del Yeso* está compuesto de

capas de margas, en medio de las cuales se hallan depósitos de Yeso, y de una caliza compacta fina, impregnada de Sílice que se llama Caliza Silicea. Las Margas de Yeso son verdes ó amarillentas; algunos bancos contienen riñones de Estronciana sulfatada.

El piso terroso es rico en rocas útiles, *Yeso, arcilla*. calizas para cementos; rocas todas que determinan una simultánea explotación; el piso del Yeso se determinó por algunas arenas arcillosas que se unen al piso superpuesto de las arenas micáceas y areniscas, marinas superiores, piso que forma parte de la formación terciaria media.

El *Eoceno Español* indicado por el Dr. Vezian en Cataluña, que dice; puede considerarse como el tipo mas acabado y estenso del periodo numulítico antepirenaico, dándoles nombres de las localidades catalanas, se divide en dos partes, una superior, zona esencialmente numulítica que consta del piso de Manresa é Igualada y de Castellvell y Castelloli. la inferior corresponde al piso de Monserrat y puede considerarse como la aurora naciente de la era numulítica, el numulítico superior, grupo de mucha estension y gran desarrollo en el Norte de España, Mediodía de la Francia, Crimea en Grecia, é islas etc.

Terreno de gran importancia en España por las grandes masas de sal que contiene empotradas en sus estratos, como sucede en Peralta de la Sal y principalmente en Cardona en las que, esta materia, segun opinion de algunos geólogos, ha debido desempeñar el papel de masa eruptiva, á cuya aparicion se debe la inclinacion de los estratos de arenisca, que forman parte esencial de este terreno; sucede una cosa análoga en las famosas minas de Wielitzka cerca de Cracovia. Tres zonas representa en la Península.

1.^a Desde Navarra hasta la costa de Cataluña en la pendiente occidental pirenaica sobre todo Monserrat por su elevacion (sobre 1234 metros Verneuil), forma singular de la montaña y Cardona por las minas de Sal.

2.^a Desde Navarra hasta Asturias, siguiendo la ramificacion Pirenaica, pero que comprende retrocediendo un poco de esta direccion las sales de Peralta.

5.^a En el antiguo reino de Valencia, sobre todo en la provincia de Alicante en estratos muy inclinados de Calizas constituyendo montañas de bastante elevacion. En grupos aislados cerca de Málaga, en Gualchos al levante de Motril.

El terreno terciario inferior es uno de los mas ricos en cuanto á su aplicacion, las calizas vastas y la Silicea, Silex molar y areniscas para construccion y molino, asi como para el empedrado: el Lignito y Yeso, asi como la Sal de un uso tan comun que solo esto le daria la importancia que se merece por tal concepto.

SEGUNDO GRUPO.

1.^o *Terreno Mioceno ò terciario mecho.*

1.^o Este terreno se compone de muchas hiladas, de las que las dos primeras solamente pertenecen al Valle Parisiense, son materiales arenosos y la arenisca de Fontainebleau que se explota para el ensolado de París, la caliza de agua dulce de la Beance que con las moleñas forman un piso superpuesto á las arenas y areniscas marinas; las Moladas del mediodia de la Suiza, especie de areniscas margosas muy tiernas que nos dan algunas piedras moleñas para las construcciones; el Fálun de la Turena y la Gironda cuyo desarrollo ha dado nombre á este terreno con diversos materiales, situado entre el sistema de los Alpes occidentales, que lo separa por arriba del Subapenino y el de Córcega y Cerdeña que establece su discordancia con el Numulítico, á su vez calizas friables y arenáceas, que sirven para mejoramientos en los terrenos arables de las inmediaciones de Tours y de Burdeos. Caracterizados sobre todo por la presencia de los grandes Paquidermos como son el Mastodonte y Dinoterio, tambien se encuentran Monos en este terreno por primera vez representados por el Pitecus, restos de Ballenas, Castores, Focas, y Manatiss, algunas aves como Cuervos, y tambien Culebras, Salamandra, y Ranas; gran número de Conchas, Erizos y Zoofitos. Del reino vegetal las Leguminosas, algunas Palmas con Gramineas asi co-

mo Helechos, Musgos, Hongos, etc. En España abunda su formacion unas veces marina, otras lacustre. Esta se halla muy especialmente en la parte central de la Peninsula en gran estension, pues constituyen las mesetas de las dos Castillas; no solo se halla en estas dos regiones sino en otros varios puntos con caracteres dignos de llamar nuestra atencion. La gran Cuenca de Castilla la vieja parece ramificarse ó enlazarse con la del Ebro segun los informes de Verneuil por el estrecho de Burgos, si bien con menor elevacion sobre el nivel del mar y hallarse en manchones sueltos. En las provincias Vascas, Navarra, Logroño, Zaragoza, y Teruel, ofrece mucha importancia este terreno por su desarrollo y accidentes particulares. En Háro se halla representado por la Molasa alternando calizas lacustres y pudingas de cantos del terreno Numulítico en capas onduladas que indican haber sufrido la accion de algun levantamiento, por cuya razon, en el estrecho de Háro llamado de la herradura en el Ebro, se presenta el terreno Cretáceo en posicion invertida cubriendo al Terciario en vez de servirle de base. Para mas detalles trasládese el lector á la obra del Dr. Vilanova.

TERCER GRUPO.

1.º *Terreno terciario superior.*

1.º Esta formacion constituye al pié de los Apeninos algunas colinas de gran estension compuestas de depósitos arenosos ó margosos que á veces han servido de tipo, se encuentra dispuesto en dos series distintas, en la inferior alternan las Margas grises y azuladas en las que existen gran número de conchas cuyo conjunto anunciaria una época casi equivalente al del Fálun. Las capas arenáceas superpuestas á estas margas azules presentan por otra parte conchas todavia mas aproximadas a las especies actuales, huesos de mamíferos como el Elefante Rinoceronte colocados sobre el piso mas superficial. En la formacion superior el depósito arenáceo de la Bresse, descrito por M. Elie de Beaumont es un ejemplo de los terrenos terciarios mas recientes de la ve-

cina Francia. Se halla eliminado este piso de la Cuenca de París y se representa su composicion del *Crag de Inglaterra*, especie de arena cuarzosa y ferruginosa mezclada de restos de conchas y polipéros: de las *margas azules* Subapeninas que forman colinas como hemos dicho al pié de los Apeninos y de diferentes calizas marinas del litoral del Mediterráneo. Tambien se hallan huesos de Hipopótamos, Hienas, Osos, que no pertenecen á las actuales especies vivas.

En España, desde Almeria hacia Sierra Almagrera, segun Ezquerro comprende los términos de Almeria, Bechina, Vera, y Cuevas de Vera; en varios puntos de la costa de Málaga y Cartagena, asi como en las cercanias de Alhama y Baza; solo que no puede tomarse en gran parte este suelo, sino como verdadero Mioceno. Si examinamos la fertilidad extraordinaria de esta comarca veremos consiste en el número prodigioso de huesos fósiles y en la variedad de los materiales que entran en su composicion, de tal modo, que puede asegurarse que toda riqueza atribuida á Italia es una razon poderosa la formacion de este terreno. El crag le aplican en Inglaterra como abono mineral, en las tierras pobres de el elemento calizo, como en otras por el fosfato abundante que contienen en forma de quijos asi como el hierro que entra en su composicion. Las calizas lacustres como piedras de construccion, como los Piperinos, las Lavas y Basaltos. De las Arcillas para mejorar las tierras como para alfareria. Las rocas propias de estos terrenos son el Fálun (Crag de los Ingleses) Molasa, Arcilla, Marga, Magnesita, Liquito Dusodila, Traquita, Basalto, Basanita, Tefrina, Dolerita, Pomez, Obsidiana, Lava y otras como las cenizas volcánicas.

Antes de concluir las condiciones agricolas asi como las industriales que nos presentan los terrenos terciarios en general, diremos que el terreno terciario sin duda es el mas importante en concepto de la Agricultura. La mitad de las sustancias producidas corresponden al mismo. No obstante, no ocupa la mitad de la superficie del Globo. Son con raras escepciones los mas habitados, cultivados, y los de mayor fertilidad. Consiste en que los terrenos terciarios son casi todo producto de grandes

aluviones; y que formados los últimos, los aluviones de que se componen, han sido tomados á la vez á los terrenos de cristalización y á los de sedimento anteriores al mismo; circunstancia muy esencial, que ha producido mezclas infinitamente variadas de minerales de todas especies, cuarzosos, feldespáticos, micáceos, calcáreos, magnesianos, talcosos, yesosos, fosfóricos, ferruginoso, mezclas que son una condicion especial é infalible de fertilidad, como lo hemos demostrado antes de ahora. Y esto es tan cierto, que por todas partes donde el terreno terciario no ofrece en la superficie mas que depósitos de naturaleza mineral simple, como en las landas de Burdeos, sobre las arenas y areniscas de Fontainebleau, sobre la caliza silicea de la Brie; la tierra vegetal de nudada del mayor número de los elementos naturales necesarios á la fecundidad del suelo, permanece en efecto estéril, y mas ó menos impropia para el cultivo. Además de su gran fertilidad sin igual, presenta muchos materiales útiles para el mejoramiento de las tierras, poco variados, es cierto que el agricultor ha sabido emplear hasta el presente de tal modo, que las *Margas*, *Yesos*, *Fálan*, *Arenas calcáreas*, *Arcillas*, *Cenizas piritosas*, y otras que por diversos puntos son explotadas con dicho objeto, pertenecen á este terreno, asi como una porcion de Calizas que lo son como piedras de cal. Y cuando sepa el agricultor aplicar las Rocas volcánicas susceptibles de servir al mejoramiento de las tierras, podrá demostrarse de un modo claro que el terreno terciario sea por todos conceptos el mas rico y fértil; que por cierto es el verdadero terreno del Agricultor el que ha sido destinado para la subsistencia y desarrollo de la vida de la humanidad.

Como Industrial ofrece á la agricultura materiales de construccion perfectos, y sobre todo por su económico beneficio en sus criaderos para estraer, cortar, tallar esculturas de calizas marmoreas: en cuyo terreno tienen su asiento las ciudades mas populosas y de mayor importancia del mundo civilizado como Paris, Lóndres, Burdeos, Madrid, Zaragoza, Orleans, Viena, Bruselas etc. La tierra de pipas se explota con ventaja en los adrillos refractarios ingleses tan celebrados; algunos minerales

de hierro en roca, lignitos explotados con ventaja en la Provenza y en España; en algunos puntos calizas bituminosas, explotadas como minas de Asfalto y varios productos químicos: Alunitas, Piritas, Sulfatos de Estronciana, Magnesita, Sucinos, tierra de sombra de muchos colores, y las célebres moleñas de varias localidades así Francesas como Españolas, por último entre los productos volcánicos betunes, puzolanas, magníficas piedras de tallar y excelentes materiales para construcciones hidráulicas..

5.º CLASE.

1.º Terrenos de transporte.

Sinon.^a *Cuaternario ó de aluvion; Diluvium: terreno diluvial; aluviones antiguos.*

1.º Se llaman terrenos de *transporte Cuaternario ó Diluvial* al que comprende el conjunto de materiales con ó sin orden dispuestos, así marinos como fluviales, terrestres, lacustres y volcánicos, sólidos ó incoherentes, situados en contacto íntimo con la formación actual y sobre el terreno terciario: límites por cierto difíciles de señalar por ese mismo carácter de tránsito insensible entre los materiales del Plioceno y del actual.

Considéranse como tales todos los depósitos posteriores á los terrenos anteriores que forman las partes más superficiales de la corteza terrestre, tienen de particular que no ofrecen el orden regular de colocación, tan común en los terrenos de sedimento que se produjeron en las aguas, sino más bien los de los depósitos irregulares, resultantes de un transporte rápido más ó menos violento: de que proceden los nombres de *terrenos diluviales* ó de aluvion, que llegan á unas alturas incompatibles con el actual estado, en el formado por las aguas fluviales y cuya composición difiere por otra parte de los aluviones, que estas aguas forman á nuestra vista. Se les atribuye á grandes corrientes é inmensas inundaciones, repentinas y de poca duración; así como el diluvio histórico. Muchos Sabios y Geólo-

gos cuya opinion científica es de algun peso, nos hablan de un *Diluvio Universal*. Otros hablan de haber sido varias las inundaciones ocurridas en las diversas épocas, pero sin olvidar el citado en los *Libros Sagrados* que es el verdadero, atribuyendo estos acontecimientos á lo que vemos en la formacion de los diversos terrenos. Los depósitos de aluvion generalmente movezizos, guijarrosos ó limosos, (cenagosos), se componen de capas y mejor de amontonamientos irregulares de arenas y fango, conteniendo guijos rodados con algunos restos orgánicos y algunas veces bloques ó cantos de roca esparcidos (cantos erráticos) dos épocas se determinan: 1.^a diluvium ó aluviones antiguos. 2.^a Aluviones modernos.

PRIMERA ÉPOCA.

1.^o *Terreno diluvial (ó aluviones antiguos).*

1.^o Los aluviones antiguos se deben á causas que realmente han cesado de obrar, ó que no lo hacen con la misma energia, que en la época de su formacion, se les encuentra no solo en las llanuras, sino sobre las mesetas y pendientes de las montañas: llenan los valles, cubren las cavernas y obstruyen las hendeduras de las Rocas. Uno de sus caractéres más constantes es de hallarse acompañado de fragmentos de rocas angulosas ó embotadas dichas *Cantos-erráticos*; contienen casi siempre restos orgánicos, que han pertenecido á las especies perdidas ó bien á especies análogas á las que en la actualidad existen, pero en lugares muy separados. Pero no solo sucede en las capas movezizas y superficiales, donde estos restos se hallan; están sobre todo acumulados en las *Brechas de cemento ferruginoso (Brechas oseas)*, que obstruyen las hendeduras de las rocas, y en las *cavernas huesosas*, que desde largo tiempo han estado en comunicacion con la superficie del suelo, por las aberturas de la misma especie de las que nos hemos ocupado.

Se refieren aunque con incertidumbre al terreno diluvial, los

minerales de hierro en granos ó pisolíticos como los del Franco Condado, bajo el nombre de Hierro de aluvion: y los depósitos llamados *Plusiacos*; especie de Graveras ó arenas de cemento ferruginoso en medio de las que se encuentran en abundancia como el Oro, Plata, Platino en granos, ó cristales de diamante, como otras piedras preciosas; lo cual se demuestra, diciendo, que cuando las corrientes diluviales han obrado sobre las rocas que contenian estas piedras y otros cuerpos metalíferos ó metales nativos; han efectuado un lavado, de que el hombre ha sacado partido. Efectivamente, los *Diamantes*, *Zafros*, *Espinelas*, *Topacios*, siendo más duros que la mayor parte de las rocas, han podido resistir á su trituracion, de manera, que en el dia se les puede esplotar por el lavado. Los minerales metalíferos no han podido resistir con tanta intensidad, por ser sustancias ácidas y tener poca tenacidad: de este modo aunque los yacimientos destruidos hayan podido ser de gran consideracion, los restos no han podido esplotarse sino con relacion á ciertas especies de *Dureza* escepcional, tales como el *Oxido de Estaño*, sobre todo cuando los aluviones no han sido muy pulverizados, ó no han sido trasportados á gran distancia. Los *metales nativos*, por el contrario, en virtud de su *maleabilidad* y *tenacidad*, han podido resistir á los frotamientos que han gastado ó disminuido los demás minerales, como el Oro y el Platino. A la destruccion de grandes masas cuarzosas de las montañas del Brasil parece ser, se atribuye la produccion de los ricos aluviones auríferos y demás piedras que cubren las grandes cuencas y mesetas poco elevadas de la parte Septentrional. Estos *aluviones* que se vuelven á encontrar en Colombia, contienen á la vez, Oro, Platino, Paládio, Rodio, Diamante. En California, algunos aluviones contienen con el Oro, Hierro titanado, Záfros, Cimofanas, y Zircones.

Los aluviones que recubren las pendientes del Altay y del Oural son esplotados, para obtener el Oro y Platino en cuyos puntos se han encontrado grandes pepitas y es reciente la aparicion de los Diamantes. Entre el fango y arenas ferruginosas de estos aluviones, se hallan con frecuencia quijos de Trapps y

Dioritas cuyo yacimiento es conocido y que al parecer contienen á lo menos Platino. Estos depósitos lo mismo llenan el fondo de los valles anchos y casi horizontales, como se estienden sobre las llanuras así como las mesetas culminantes ó pendientes poco elevadas de colinas bajas.

Tiempo es ya de que esponemos algunas observaciones acerca de un acontecimiento, que impresionó físicamente hablando, profundos cambios en la superficie del Globo terrestre; revolviendo y arrastrando sustancias las mas heterogeneas, trayendo y llevando cadáveres sin número, de hombres y animales, como de plantas de todo género, depositando unos y otros en lugares muy distantes de aquel en que se criaron. Hacemos referencia al Diluvio Universal.

Este Diluvio tuvo lugar anegándose todo la tierra. No hay duda acerca de él; los Sagrados Libros nos refieren con algunos detalles tan terrible acontecimiento asegurándonos que el agua subió *quince codos* sobre las montañas mas elevadas: pueblos de Oriente y Occidente, Chinos y Armenios, Griegos y Americanos, nos han conservado su memoria en *alteradas tradiciones*: muchos montes y valles, muchas cimas y alturas que al presente vemos son sus testigos; grande depósitos de combustibles y Cavernas llenas de fósiles son los caractéres con que indeleblemente quedó escrito.

Los depósitos diluviales se han considerado por varios Geólogos como un terreno; no siendo en realidad sino un accidente Geológico en la superficie del Globo.

Es cierto que en contra de lo que pasa en las demas formaciones Geológicas, el Grupo diluvial, es tan importante, tan bien caracterizado, y tan general en todo el Globo, que por esta razon ha podido tomar á la vista de los diversos exploradores del suelo las proporciones de un terreno, figurando como tal en la escala Cronológico-Geológica.

No se crea por esto que disminuye su importancia, por el contrario, hay necesidad de realzar sus condiciones importantes mucho más; sin embargo de no convenir que represente un tiempo ó época de la vida del Globo: si, hacer ver solamente un

accidente notable, un fenómeno poderoso, en el que en razon de la gran dificultad que presenta su fijacion precisa, los Geólogos no andan acordes y confunden, porque por otra parte es difícil demostrar otros depósitos y aluviones pertenecientes á diferentes épocas, á muchos diluvios é inundaciones locales, y así mismo á muchos fenómenos de orden diverso.

Veamos de todos modos, que no solo interesa al Geólogo sino más tambien al Agricultor, por sus aplicaciones; al Sábio para poder explicar este gran fenómeno de la naturaleza, al Economista y Filósofo, manifestando los hechos de la manera más concisa.

El diluvio bajo el punto de vista Físico-Filosòfico.

No entraremos á discurrir sobre las causas morales del Diluvio Universal; nos lo impide el objeto puramente científico de *estos apuntes*: nos contentaremos con anotar, que significa una medida de esterminio y de castigo tomada por Dios, al ver que la virtud y la justicia habian desaparecido de entre los hombres: esto mismo nos enseñan las Santas Escrituras, que son para nosotros la autoridad mas sagrada y respetable.

Pero como Dios sabe sacar bienes inmensos de los males más grandes, por esto el Diluvio Universal produjo los efectos más útiles respecto á hacer feraces las comarcas más dilatadas de la tierra, que no lo eran. Casi nos atreveríamos á asegurar que el Diluvio Universal fué como el último toque de mano que Dios, obrando del modo mas natural, dió al mundo que habia sacado de la nada. De este modo, podríamos llegar hasta suponer con Boubée, que el Diluvio, para la más perfecta instalacion del hombre sobre la tierra, que era el medio más sencillo, que el Criador pudo emplear para hacer fecundo todo el suelo del Globo, en el momento en que una gran parte de la tierra estaba cubierta de tierras estériles. De aquí que el Diluvio además de haber sido un gran medio de esterminio, lo fué de perfeccionamiento en el orden físico, dado á la tierra por su Creador justo y poderoso.

Compara Boubée por la misma razon los efectos del mismo, respecto de la tierra, con el de las inundaciones del Nilo, respec-

to del Egipto: no es muy descaminada la idea, pero que se comprende una diferencia inmensa aunque solo sea en la cuestion puramente material; si bien sumamente útil para la fertilidad de las inmensas comarcas áridas, que sucediese lo de entonces, librando una pareja de cada especie entre los diversos animales contemporáneos al hombre. *Este cataclismo* produjo dos cosas: primera, la fertilidad de muchas comarcas estériles; segunda el depósito de materiales de mejoramiento, para los puntos donde de ellos hubiese necesidad; lo cual se nos ha sugerido por los depósitos encontrados en la formacion diluvial: por decirlo así, es el punto de partida y principio fundamental de la Geologia agricola, ciencia nueva que necesita desarrollarse y propagarse lo mas posible. Con este objeto, el Globo estuvo poblado de especies animales y vegetales que se renovaban sin cesar segun la ley impuesta por Dios al crearlos. En razon de fenómenos plutónicos é incesantes acciones meteorológicas, la superficie se hallaba muy removida, condicion necesaria para que pudiera cubrirse de innumerables especies animales y vegetales, que se habian de nutrir. Los grandes depósitos de Margas, Calizas, Arcillas, y Areniscas diversas en toda especie de rocas, teniendo cada una su destino propio, se habian ido formando de un modo sucesivo en mares y lagos en cada época geológica, y los levantamientos sobrevenidos de igual modo, habian dado origen á estos depósitos indispensables y colocado á diversas alturas en el suelo, primero en donde no existia uniformidad bajo ningun concepto.

Estos mismos levantamientos sucesivos, á los cuales si no damos de un modo absoluto toda la utilidad habida ó resultante, por lo menos dirémos, que por dislocacion y removimiento de las masas graníticas y los terrenos primeros, levantaron de este modo hasta la superficie del suelo, las riquezas minerales tan diversas que solo á estos terrenos pertenecen, presentando al alcance de los animales y las plantas un acumulamiento de sustancias necesarias, que hubieran permanecido ocultas para siempre, é inútilmente enterradas á profundidades inaccesibles debajo de la tierra y el agua: despues de lo cual, estos levanta-

mientos habian arrugado y accidentado toda la superficie del Globo; de modo que desapareciesen numerosos lagos, charcas fangosas, que hubieran contribuido á ser estos puntos inhabitables para las grandes razas destinadas á la repoblacion del Universo y constituir de mayores dimensiones los mares, asi en estension como en profundidad, mas largo el curso de las aguas, y de mayor importancia, condiciones igualmente esenciales á los destinos de la Creacion y á las de la vida de la humanidad.

Vemos por lo que precede, que enriquecida de tal modo la tierra, depurada y mejorada sucesivamente, pudo desde la época terciaria sostener y nutrir mejor la série de animales mas importantes, cual es la de los cuadrúpedos, comprendiendo las especies de mayor talla. En la misma época, gracias á un conjunto mas notable de condiciones fisicas del Globo, de la atmósfera y de las aguas, las otras razas de animales, se pudieron multiplicar como sucedió á las especies vegetales. En este estado de cosas, la tierra en perfecto estado de saneamiento, bastante removida, larga y anchamente surcada, muy rica en la superficie de materias minerales de toda especie, fértil bajo los diversos puntos de vista, pudo servir mejor al hombre, asi como á todas las razas de seres, encadenadas á su existencia.

¿Pero como tuvo lugar el diluvio? Supuesto un choque de uno ó mas cuerpos celestes en el espacio, el resultado puede obtenerse; en definitiva dos vasos de agua que ruedan adheridos á un aro, sino chocan, y marchan de un modo uniforme, el liquido guarda su nivel y no se escapa; hay choque, todo se derrama y se rompen los vasos, es lo mas regular: nada digamos del veloz movimiento de la tierra probado por los astrónomos y fisicos, que al chocar como suponen con otro cuerpo, digo, que el resultado final esplica de un modo claro, que el efecto debió ser brusco tambien, no esplicando de modo suficiente lo que debió suceder, pues escrito esta en los sagrados libros que llovió cuarenta dias con sus noches, de un modo torrencial, (no debió haber sido choque segun nuestra humilde opinion, porque así no hubiese durado tantos dias ni hubiese llovido en la forma que se lee escrito. ¿Seria por efecto

de algun otro fenómeno del que pudo participar la accion incandescente del interior del globo, evaporándose de una manera escesiva las aguas y condensadas con la rapidez en que el diluvio se realizó?

No es necesario acudir al choque para entrever las causas físicas del Diluvio Universal; ni á la suspension de cohesion de las partes sólidas, segun lo esplica Woodewand; tampoco á la cola de un cometa que envolvió la tierra y la anegó segun Whiston; ni á un desbordamiento de lagos segun Lemanon; ni á mareas de 1560 metros segun Dolomieu; ni á un dislocamiento del núcleo del iman central segun Bertrand; ni al choque oblicuo de la tierra con un cometa segun Boubée; ni á otras soluciones mas ó menos opuestas al Génesis. Este nos señiere sencilla á la par que de un modo sublime, «*que se rompieron todas las cataratas del grande abismo; cayò del cielo un diluvio de agua durante cuarenta días y cuarenta noches. Y habiendo crecido las aguas se esparcieron con violencia y cubrieron toda la superficie de las tierras; se elevaron tanto que llegaron á cubrir las mas elevadas montañas que hay debajo del cielo*»: ¿pero de qué modo pudo verificarse esto?

Continuemos la leyenda del Génesis, que dice. Apenas Noe y su familia salieron del arca y pusieron sus pies sobre la castigada tierra, Dios renueva su alianza con el género humano y lo consuela con una feliz esperanza, y entre otras cosas notables dijo: «*Cunctis diebus terre, sementis et messis, frigus et ætur, et hyems, nox es dies, non requiescent.* (G. VIII 22.) Mientras subsista la tierra, las siembras y las cosechas, el frio y el calor, el verano y el invierno; la noche y el dia, se sucederán sin interrupcion. No podia hacerse comprender mejor conforme á estas palabras, que la sucesion de la estaciones del dia y de la noche habia sido interrumpida, y por lo tanto hay que admitir, que su causa habia sido alterada; esta causa suspendida, pues, supone suspendido el movimiento de rotacion de la tierra que continua su curso anual de traslacion. Ningun trastorno en el órden astronómico, pero, ¡cuantos en la constitucion física del pequeño Globo que habitamos!

En pequeño vemos que una tromba de agua inunda comarcas estensas, arruinando pueblos, aldeas y lugares, derrumbando peña-cales y practicando una magma de materiales que bien pueden considerarse como prolegómenos de formaciones que estudiaran mas adelante, los pueblos venideros. Vé ahí una muestra del relleno sucedido en todos los terrenos accidentados y dislocados unos por arrastre de las sustancias disueltas, otros por los fragmentos trasportados, y todo producto de la alteracion de los primeros materiales, unos de rocas igneas de erupcion, otros de rocas de sedimentacion que han sido alterados por los agentes que le rodeaban: el movimiento de estas aguas, que puede calcularse infinitesimal en potencia respecto á lo observado en el Diluvio Universal (y aun mucho menos), que de fenómenos no presenta: ¿y que espanto no causa en el momento y despues de la inundacion? no hay cuadro que pinte, ni pintores que espresen ni puedan tener en sus pinceles ni dirigirlos de modo que puedan espresar el cuadro vivo que semejante acontecimiento debió presentar. Solo la naturaleza nos lo muestra en toda su pureza y de hecho es el objeto del Geólogo y el Agricultor investigar el modo de formacion de ese cuadro, para utilizar la enseñanza que de él emana. Por lo demás la inundacion del diluvio violenta y general, sobre el globo es positiva, incontestable, el cuadro de la Naturaleza presenta sus páginas una á una con caractéres indelebles, solo resta despues de haber probado lo providencial de este asunto, recordar que no dejó de ser útil para acabar la obra de la Creacion; con relacion al hombre, obra admirable de un Creador.

Efectos que se consideran útiles despues del Diluvio.

Gran parte de los Lagos y terrenos pantanosos que todavia se hallan recubriendo grandes estensiones, fueron llenados ó arrastrados por las aguas: desde cuyo momento estas comarcas sanearonse, fueron habitables y se cultivan con gran éxito. A su vez estos dilatados y hermosos valles abiertos sobre los terrenos continentales, eran para los pueblos nacientes un manan-

tial de riqueza inagotable é inapreciable, buenas vias de comunicacion y terrenos libres para el cultivo y fijacion de las poblaciones que se hallaban ligadas por grandes rios y canales perfectamente establecidos hasta el mar y permitiendo los viages y trasportes á los puntos mas lejanos. Hasta entonces tal vez debian hallarse los valles y llanuras sino indicadas sin manifestar estensiones útiles al cultivo. Pero despues del Diluvio, los mares menos en número, aparecen con mayor estension en longitud y anchura, se han podido reunir varias corrientes de agua y formar esos rios tan dilatados, tan importantes que les atraviesan al presente. Despues de esto las tierras vegetales que cubrian el globo antes del Diluvio estaban en su mayoría inhabiles para el cultivo, agotadas por la vegetacion de muchos siglos sin haber sido restituidos los materiales gastados, otras estériles, desde su origen, estando formadas solo de detritus de rocas bastante simples para dar nacimiento á las tierras fértiles. Mirando al Diluvio bajo el punto de vista metalúrgico vemos su gran utilidad en el Oro-Platino, Estaño, como gran número de piedras que ya hemos indicado arriba. Gracias á este gran acontecimiento las rocas por la accion de las aguas desprendieron de sí las piedras preciosas que contenian; lo cual nos demuestra el hecho de un modo mas palpable. De tal modo, que mientras las aguas diluviales desempeñaban sus trabajos agrícolas los mas difíciles y dispendiosos, el mejoramiento de las tierras y saneamientos del suelo, encargáronse ademas en vista de las necesidades del hombre, de los trabajos metalúrgicos mas importantes y penosos, de aquellos, que á veces son ruinosos al explotador; arrancaron estos minerales preciosos de las entrañas de la tierra; asi mismo les despojaron de su ganga, asi como las reunieron en ciertos distritos elegidos donde el hombre los encontrará ciertamente y los hallará con facilidad. Y en términos prácticos de minero, el agua del Diluvio ha hecho todos los trabajos de apertura, derribo, estraccion, apartado ó eleccion, quebramiento y lavado que necesita toda explotacion de metales y que siempre son los mas elevados. Muchos mas todavia, agujereando el suelo, desgarrando y barriendo las montañas, el agua diluvial á

puesto á nuestra vista una infinidad de filones y lechos de toda especie, que estaban escondidos y perdidos á grandes profundidades del suelo y cuya estraccion hubiese costado grandes trabajos, para todo cuanto preciso se hace en el beneficio de materiales tan apreciables. Queda demostrado que el Diluvio ha sido el medio mas sencillo, mas poderoso, rápido, y eficaz para apropiarse la superficie del Globo á las necesidades de la especie humana.

6. *Terreno de Aluvion moderno*

Los depósitos de esta época tienen mucha semejanza con los de la del Diluvio; lo que les distingue, que han sido formados con posterioridad á la última gran revolucion que la superficie del globo ha experimentado, y por causas agentes en la actualidad. En depósitos, los mas superficiales y modernos, donde se encuentran fósiles análogos á las especies encontradas en la misma comarca como los huesos de animales domésticos, y los restos de la especie humana asociados á los objetos de su industria.

Estos terrenos comprenden los productos de los volcanes modernos, los campos de hielo ó neveras y sus morainas, los depósitos de sal de los lagos, los de los manantiales incrustantes, las formaciones modernas de calizas, de arenas, limos ó fango y por último la tierra vegetal con las turbas. Es el resultado de la descomposicion y desagregacion atmosférica de las rocas sólidas superficiales, se compone de materias minerales las mas estendidas en la superficie del globo, de arena arcillosa y caliza, conteniendo á la vez una ligera cantidad de humus ó mantillo que procede de la descomposicion de las materias orgánicas. Para mas detalles de esta formacion que es la que constituye los terrenos modernos, se puede el lector trasladar á las importantes líneas que con abundante copia de datos nos transcribe el Dr. Vilanova.

Solo presentamos las observaciones que hace el célebre geólogo de Ginebra, Pictet (que admite en el largo espacio de tiempo dos periodos diluviales ó de inundacion el primero Glacial ó

errático, el segundo, la Fauna de esta época completa en su principio, se fué disminuyendo por la destrucción sucesiva de las especies efecto de las inundaciones que se sucedieron con mas ó menos violencia. En el primer periodo se formaron parte de los depósitos diluviales donde se hallan restos de las especies estinguidas. Gran parte de los depósitos de graba, cieno y brechas huesosas que estratificados se hallan con mas ó menos regularidad, cubren la superficie del continente Europeo, pueden tambien referirse á este periodo. La fauna empobrecida ya, continuó viviendo hasta que llegó el periodo glacial ó errático, y entonces el cambio brusco de temperatura destruyó unos é hizo emigrar otro gran número de especies. Aqui se observa la formacion de ciertos depósitos cuya estratificacion y demás caractéres los asimilan á los Canchales de las neveras alpinas, entre cuyos materiales se hallan conservados los restos de las especies que se estinguieron en el periodo de suformacion. Mas tarde el continente Europeo adquirió las condiciones climatológicas actuales, dando por consiguiente en este momento, comienzo á la época histórica, representada en la Fauna Cuaternaria por las especies habitadas en ella, por haber resistido á los cambios mas ó menos bruscos acaecidos. De aqui que la Creacion del hombre hay que referirla al primer período puesto que la fauna actual data de aquella época, asegurando que desde el principio de la época cuaternaria hasta nuestros dias, no se aumentó la fauna con ninguna especie de animal: debió haber un momento de gran movimiento en la fuerza creatriz, interrumpiendo de algun modo el órden natural de los séres; aqui debió aparecer el hombre en completa tranquilidad analoga á el actual estado de cosas.

SECCION 8.^a

§ 1.^o

Diversa formacion de los minerales.

1.^o Su produccion artificial.

Para tener un concepto exacto de los fenómenos físicos y químicos que han precedido á la formacion de los minerales y á su cristalización, se ha procurado imitar á la naturaleza.

Espondremos los principales resultados de las esperiencias y observaciones hechas con este doble objeto en los ingenios y laboratorios, por cuanto son propias para ponernos en relieve el origen de la mayor parte de los minerales de que nos hemos de ocupar. Los minerales cristalizan, sea en el momento mismo en que se forman sus moléculas, ó despues de su formacion, y cuando estos minerales pasan de una á otra forma; (su estado físico.) Este último caso, es el único examinado desde mucho tiempo (pasar de líquido á sólido ó gaseoso por el calor ó por algun disolvente.) Cuando es causa el *calor* para producir la volatilizacion, simple fusion ó disolucion de un cuerpo en un fundente, se dice que la cristalización ha tenido lugar por la *via seca*; teniendo por el contrario lugar por la *via húmeda*, cuando hay el recurso de la simple accion de un disolvente líquido obrando á una temperatura poco elevada.

Fusion y enfriamiento.

Los cuerpos fusibles al llegar al grado de fusion, y abandona-

dos en seguida á un enfriamiento lento, cristalizan en el interior de su masa.

La masa en contacto con el aire ó las paredes del crisol, enfriarse las primeras capas, mientras que las partes inferiores permanecen fluidas por mas tiempo. Si truncamos la corteza superior y se decantan los partes todavia fluidas, tenemos las paredes del crisol tapizadas de cristales, que constituyen una verdadera géoda. El azufre, bismuto, antimonio, y gran número de metales ó aleaciones, cristalizan del mismo modo.

Volatilizacion y enfriamiento. Gran número de sustancias fusibles y volátiles pueden cristalizar cuando las sometemos á la accion consiguiente, en vasos cerrados á la temperatura de ebullicion, los vapores que se desprenden se depositan en las partes superiores frias del vaso, cristalizado. El azufre y los sulfuros de arsenico y mercurio nos ofrecen ejemplos notables. Llámase *Sublimados* estos productos asi obtenidos.

Disolucion y enfriamiento. Muchas sustancias solubles se disuelven mas fácilmente en caliente que en frio. Se aprovecha de esta circunstancia para disolver los cuerpos en un liquido hirviendo (sea agua ó alcohol,) hasta saturacion, dejando despues el liquido llegar con lentitud á la temperatura ordinaria.

Disolucion y evaporacion. Este procedimiento mucho tiempo hace reducido á la via húmeda, consiste en disolver en un liquido el cuerpo, y hacer evaporar con lentitud el disolvente, sea abandonándolo asimismo, (evaporacion espontánea,) ó determinando su evaporacion con ayuda de un calor moderado. La sal marina disuelta en el agua; el azufre disuelto en el sulfuro de carbono ó en la bencina.

Ebelmen ha tenido la feliz idea de estender este procedimiento á la *via seca*.

Los fundentes que empleamos en los ensayos pirognósticos tales como el ácido bórico y el *Borax*, el ácido fosfórico y *fosfatos alcalinos*, son á una elevada temperatura verdaderos disolventes de los óxidos metálicos, y estos disolventes, como los de las bajas temperaturas tienen la propiedad de volatilizarse á una

temperatura todavía mas elevada. Es posible desde luego operar por la *via seca*, como por la *via húmeda*.

Después de haber disuelto la Alumina en el ácido bórico, la llegó á cristalizar, haciendo evaporar lentamente el ácido á la temperatura de los hornos de porcelana, obteniendo de este modo el *corindon cristalizado*; cuyos cristales obtuvo así mismo M. Gaudin como veremos. Los cuerpos no siempre tienen necesidad de ser fundidos para cristalizar. Existen algunos sólidos que experimentan modificaciones lentas en su estructura interior concluyendo por adquirir la textura cristalina. Los movimientos vibratorios, frotamientos y percusiones repetidas con frecuencia, el calor continuado pueden proporcionarnos algunos cambios en la disposición molecular en el seno de la masa sin disolución prévia, y por consiguiente, sin cambio en la forma exterior y en el estado de consistencia de los cuerpos. En el hierro de forja; también se observa el estado granujiento mas ó menos cristalino en los hilos de los grandes cables, que sostienen los puentes colgantes, siendo al principio un estado fibroso mas ó menos bien determinado. Este caso, tiene con frecuencia lugar en la naturaleza y corresponde á los designados con el nombre de metamorfismo. Sucede á veces que con motivo de cambios en la presión y temperatura, bajo cuyos auspicios se forma un cristal, este puede cambiar interiormente de estructura cristalina, de modo, que la adquirida por este concepto, no está en relación con la que conserva. De tal modo, que el azufre cristalizado por fusión, bajo formas de agujas prismáticas de base oblicua, pasa al enfriarse á otra estructura diferente, la que, pertenece al azufre octaédrico ordinario. Debemos en especial á Beudant gran número de observaciones preciosas sobre las cristalizaciones de un cuerpo, tiene lugar en circunstancias idénticas en un todo, las formas de todos los individuos cristalinos que obtenemos son perfectamente semejantes entre sí.

No sucede lo mismo cuando hay un cambio notable en la naturaleza del medio en que la cristalización se opera, en las circunstancias físicas que presiden á la realización del fenómeno. Obtiénese en este caso algunas formas secundarias dife-

rentes y cada una pertenece al estado particular del medio donde se verifica.

Múltiples observaciones sobre la cristalización de las sales en los laboratorios nos enseñan algunas de las circunstancias y condiciones que influyen de este modo sobre su forma exterior, y por esta razón tenemos una idea de las causas que en la naturaleza producen las variaciones, de forma que se observa entre los cristales de la misma especie. Causas numerosas, como los diferentes estados de *concentración*, de la *disolución*, su *grado de temperatura*, como también la *temperatura del aire exterior*, y la *presión atmosférica*, pero sobre todo la naturaleza del disolvente y las de las materias estrañas contenidas en el agua madre, y donde las unas han podido ser arrastradas y retenidas en la cristalización de la sal, mientras que las otras no han obrado sino por su presencia, y permanecen fuera del cristal que se hallaba en vías de cristalización ó formación. Entre las sustancias que contienen las aguas madres, y que se pueden incorporar al cristal que se forma, débense distinguir con Beudant las *mezclas mecánicas* de partículas pulverulentas, en suspensión en el líquido, y las *mezclas químicas* de moléculas disueltas en este mismo líquido. Las mecánicas se pueden encontrar en el cristal en partes mas ó menos groseras ó finas, simplemente interpuestas por capas entre las redes cristalinas, ó retenidas por una especie de afinidad capilar en los intersticios de las moléculas.

Aquellas de segundo género son las sustancias isomorfas, ó á lo menos plesiomorfas, con la sustancia principal que cristaliza, que pueden entrar en su estado molecular, en la composición de las capas y de las filas de moléculas del cristal mismo, contribuyendo así á una cristalización mista. Por las mezclas mecánicas se ve disminuir la transparencia del cristal, darle un color accidental, y hacer su forma mas simple, y en algun caso mas limpia y aun mas regular que lo seria, si el cristal fuese exactamente puro. Está es lo que ha demostrado Beudant respecto del Alun y el sulfato de hierro, haciéndoles cristalizar en medio de un precipitado pulverulento de sulfato de plomo. En

la naturaleza se ha notado mucho tiempo hace, que los cristales de *Cuarzohialino*, mezclados mecánicamente de óxido de hierro ocreo, amarillo ó rojo: los de la *Axinita* mezclados con pagitas de clorita, y sobre todo los de la *Caliza*, penetrados de granos de arena cuarzosa, tienen una forma de las mas simples y regulares. Por otra parte la influencia de las materias que cristalizan juntas, que se mezclan en una cristalización comun no es menos manifiesta que la de las partículas simplemente interpuestas: es así mismo mucho mas sensible. En general las mezclas químicas y cristalinas obran menos para turbar la transparencia en los cuerpos, sin embargo contribuyen tambien para modificar su color y contribuyen á alterar el valor de los ángulos del cristal. Por último, la naturaleza y las proporciones de las materias mezcladas determinan de ordinario algunos cambios en la configuración exterior, de tal suerte que las mismas formas corresponden con frecuencia á las condiciones de mezclas en un todo semejantes. Tambien se debe á Mitscherlich, gran número de observaciones lo mismo que á Leblanc sobre las mezclas cristalizadas de los sulfatos hidratados de *cobre, hierro y zinc*.

Modificaciones de importancia en la forma, determinan la naturaleza particular del liquido. Algunas sales, disueltas en el liquido, que han rehusado incorporarse al cristal, han podido obrar solo por su presencia. La sal comun que cristaliza en cubos en el agua pura, en la *Orina* cristaliza en octaedros regulares; y en una disolucion de ácido bórico en cubo-octaedro. De tal modo han debido verificarse las modificaciones en la naturaleza, ó casi siempre las sustancias minerales han cristalizado en presencia de cuerpos de especie diferente. Además, nótese que un mismo mineral ofrece constantemente la misma forma en todos los puntos en que se halla asociado á las mismas sustancias: la forma secundaria bajo la que observamos una sustancia es bastante en igualdad de casos para que reconozcamos su yacimiento.

Todos los ejemplares de un mismo mineral, que proceden de un yacimiento bien determinado, tienen todos la misma forma: y todos los que proceden de yacimientos diversos. tienen de or-

dinario formas diversas. La caliza espática se halla en *prismas hexagonales* en los filones de plomo del Hartz: son *escalenoedros* en los de Derbyshire, esto es, que el mineral de plomo en estos dos países está acompañado de gangas que difieren notablemente, y la diversidad de los medios ha ocasionado una variación en las formas cristalinas del espato. Allí donde las circunstancias geológicas son las mismas, por el contrario, las mismas formas reaparecen en los cristales del mismo mineral. El espato calizo cuarcífero que se observa en Romboedros agudos, de la variedad dicha *inversa*, en las areniscas de Fontainebleau se encuentra en la misma forma y en la circunstancias enteramente semejantes, en medio de las arenas terciarias de diversos puntos como en las landas de la Gascuña.

En los laboratorios se ha notado, que la naturaleza de las paredes de los vasos que contienen las disoluciones salinas tienen una influencia notoria en la cristalización: una disolución cristaliza con más prontitud en un vaso de tierra poroso, que en uno de vidrio: el mayor ó menor pulimento de las superficies su porosidad ó permeabilidad mayor ó menor parecen ser causas á las cuales se pueden atribuir estas diferencias. Estas causas se reproducen en la naturaleza, nótese que en los filones, los cristales no se adhieren sobre las paredes de sus partes lisas, y cuando estos lechos de minerales atraviesan algunas capas en que la composición es diferente, se observa con frecuencia que las sustancias que componen las diversas partes de un mismo filon, varían según la naturaleza de las capas á las cuales ellas corresponden. En Kongsberg de Noruega, el filon es mucho más rico en las partes encajados entre ciertas capas piritosas. Esto mismo se reproduce en Inglaterra en los filones de *galena y Bleuda* en el Westmoreland. La posición particular de los cristales ya formados y que se vienen á introducir en una disolución salina, influye en la mayor ó menor extensión relativa ó de desarrollo de sus caras. M. Leblanc ha llegado á conseguir engrosar los cristales en el sentido que quiso cambiando su posición en el vaso de muchos modos. Los cristales naturales que no pueden moverse durante su acrecentamiento, presentan mu-

chas veces en algunas de sus partes, estensiones desproporcionadas que los forman y dan apariencia de irregularidad ó de simetría.

Se ha dicho que en una misma disolucion hay tendencias á producir una misma forma secundaria en la sal que cristaliza tendencias tanto mas pronunciadas; que si se quita un fragmento de cristal en vias de formacion, la parte separada, se reproduce con facilidad, y apesar de esto aparece completo el cristal. Si en una disolucion de Alun que nos ha dado cristales *cúbicos*, estraemos un cristal para ponerlo en otra, capaz de darnos otros *octaédricos*, veremos modificarse el primer cristal progresivamente por decrecimientos sobre los ángulos, conforme nos lo manifiesta Haüy, y llegará la segunda forma, pasando por la intermedia que es el cubo-octaedro. Despues de lo manifestado, Beudant advierte que para obtener un cristal regular de una sal en disolucion, es preciso que se halle en un verdadero estado de concentracion; si así no sucede, las aristas y caras se redondean; algunos cristales, que han sido regularmente formados por la disolucion en su estado de concentracion completo, son atacados por el liquido en un momento dado, en razon á los cambios que se han obrado en el mismo. Si es muy concentrada, los cristales se multiplican y agrupan con irregularidad. Cuando lo está en exceso y que á la vez los cristales se forman en medio de materias pulverulentas, estos presentan de ordinario sus caras huecas. Y cuando se hace cristalizar una sustancia en medio de un depósito pastoso ó gelatinoso, los cristales que se obtienen están aislados ó agrupados en bolas diferentes. Cuyo caso únicamente se refiere á las cristalizaciones, que tienen lugar por un simple cambio de estado físico de una sustancia formada de antemano: pertenece por consiguiente á la categoria los que son solubles ó fusibles. Vamos á ocuparnos desde luego de la cristalización y al mismo tiempo de la formacion de los minerales en general; en especial de los que son infusibles é insolubles. De tiempo há, muchos Físicos y Mineralogistas han pretendido investigar los fenómenos químicos, que han determinado la formacion de las diversas especies minerales; y el

medio más oportuno á este objeto ha sido de reproducir los minerales del modo dicho artificial.

El célebre Hall en sus esperimentos sobre la Caliza, ha indicado esta idea, ayudado del calor y de una fuerte presion, asi como por los esperimentos recientes de MM. Berthier y Mitscherlich sobre la formacion de los Silicatos. Marchando por este camino MM. Bequerel, Gaudin, G. Rose, Haidininger, Ebelmen, Daubree y Lenarmont de un modo sucesivo han contribuido al aumento de estos notables estudios; teniendo presente que en el dia son pocos los minerales que no se reproduzcan de varios modos, todos diversos. Estos hechos de reproduccion mineral son de importancia suma para el geólogo que de antemano deberá tener en cuenta, el objeto que se proponga, partiendo del estudio del yacimiento de un mineral, no solo entreveerlo, sino reconocer con seguridad el camino seguido por la naturaleza para su formacion. Teniendo por norma los esperimentos de Sir James Hall pasaremos en revista los diversos medios de que los sábios se han valido para las investigaciones de este género. Despues de todo se observa que los minerales pueden entrar ó colocarse en una de las tres categorías siguientes:

- 1.º *Minerales pirogénicos* ó formados por la via seca á una temperatura elevada. *sin intermedio del agua.*
- 2.º *Minerales formados por la via húmeda con el concurso del agua á una temperatura mas ó menos elevada (poco.)*
- 3.º *Minerales de formacion mista:* por el calor y el agua á la vez, con aynda de agua caliente, y bajo la influencia de una presion mas ó menos considerable. Muchos minerales se pueden reproducir por la via seca, y que cristalizan pasando del estado líquido ó fusion, ó del vapor ó sublimacion, al estado sólido. Los primeramente conocidos son los encontrados entre los productos de los altos hornos anunciados por Hausman y Mitscherlich en sus escritos ó memorias referentes á los cristales artificiales, entre los que nos hallamos con los metales nativos, los Sufuros, Oxidos, Silicatos, y sales metálicas. Los productos por via seca, los de los ingenios como los de simples labo-

ratorios, han sido descritos con cuidado en una obra publicada por el Dr. Adolfo Gurlt (1857.)

El *Peridoto*, *Piroxeno*, *Amfibol*, *Feldespato*, *Mica*, *Idocrasa* y otros son de este género, y se sabe que estas sustancias se hallan entre los productos actuales de los volcanes y solfataras. Si ponemos en un crisol proporciones de Silice y base, necesarias para formar un silicato fusible como el piroxeno ó peridoto, se ha visto (por MM. Berthier y Mitscherlich) estas sustancias producirse y cristalizar por enfriamiento, presentándonos todos los caracteres de los minerales naturales correspondientes. Entre los producidos por fusion, distinguiremos los preciosos resultados que M. Gaudin obtuvo en 1857 con auxilio del soplete de gas detonante. Llegó por este medio á fundir la alumina y el cuarzo; fué el primero que obtuvo el *Corindon* cristalizado, y el primero que fabricó el Rubí oriental, juntandoun poco de Cromato amarillo de potasa á la primera materia; funde entonces el alun amoniacal á la llama del gas detonante, todo se volatiliza bajo la accion de esta llama potente, excepto la *alumina*: esta se funde y cristaliza por enfriamiento. Los pequeños cristales obtenidos del experimento, tenian la forma y esfoliacion romboédrica del *Corindon*, cuya composicion semejante á este mineral demostró M. Malaguti desde aquel momento, M. Gaudin llegó á un resultado análogo, fundiendo en un crisol ordinario brascado con negro de humo, en el fuego de los hornos de porcelana, y mas tarde todavia ha obtenido cristales aislados y liquidos de Zahafiro blanco, fundiendo en un crisol ordinario, brascado con negro de humo, una mezcla de partes iguales de alun y de sulfato potásico, de antemano calcinados y reducido á polvo, sometiendo luego el crisol durante un cuarto de hora solamente, á un violento fuego de forja. De aqui, que el sulfuro de potasio, sea en este caso el disolvente de la Alumina, cuyo nuevo procedimiento no seria otro que una imitacion del que Ebelmen imaginó en 1848, consistente en fundir la Alumina por medio de un cuerpo fusible y volatil. M. Ebelmen ha tenido la idea feliz de estender á la via seca, ó sea á elevadas temperaturas, el procedimiento tan comun conocido y

con frecuencia empleado por las temperaturas ordinarias, por el cual se disuelve un sólido en un líquido y en seguida se hace evaporar con lentitud el disolvente. De este modo cristalizan la mayor parte de las Sales disueltas en el agua. Ebelmen ha pensado que muchos cuerpos, que son á una temperatura elevada, disolventes enérgicos de los óxidos metálicos (como el ácido bórico, el Borax, el ácido fosfórico y el fosfato doble de sosa y amoníaco,) que se volatilizan á una temperatura mas elevada todavía, podrian jugar á estas temperaturas un papel análogo al del agua, sirviendo de vehiculo á la cristalización: cuyas presunciones se realizaron. Fundiendo con el Borax al calor de los hornos de porcelana de Sevres, alumina mezclada con un poco cromato potásico, ó una mezcla de alumina y magnesia, en las proporciones que constituyen el Aluminato de magnesia, ha obtenido cristales muy limpios de Coridon y de Espinela. Obrando del mismo modo, pero variando la naturaleza de las sustancias mezcladas, ha hecho cristalizar de este modo á temperaturas menores de la de fusion gran número de sustancias insolubles é infusibles, entre ellas el *Hierro cromado*, la *Cimofana*, la *Esmeralda*.

Asi mismo, por doble descomposicion ha podido reproducir otros minerales, y siempre por la via seca. Juntando la cal al borato de magnesia en forma de pequeños *octaedros regulares*, recordando perfectamente el mineral del Vesubio; la *Periclasa*. *M. Daubrée* ha llegado á reproducir á su vez muchos minerales insolubles, como los óxidos de *Estaño* y de *Titano*, el cuarzo hialino, el Topacio y el Apatito.

Procedimiento. Reaccionan el uno sobre el otro, á una temperatura poco elevada por medio de dos corrientes de vapor, una de cloruro metálico y la otra de vapor de agua. Una doble descomposicion se opera en los dos vapores, y se depositan cristales de óxido de metal reducido al estado de cloruro.

Experiencia. Se hace pasar por un tubo de porcelana á la temperatura del rojo cereza, una doble corriente de *Cloruro metálico* y de vapor de agua: se opera la reaccion entre los dos vapores; se deposita ácido clorhídrico en la estremidad del tu-

bo, y pequeños cristales de óxido se depositan en el interior, pero en la parte de tubo que está fuera del horno, y á una temperatura menor de 500°. M. Daubrée ha obtenido tambien silicatos y aluminatos artificiales, reaccionando los cloruros metálicos en vapor á una temperatura elevada, sobre las bases que entran en la composicion de las rocas cristalinas.

El cloruro de Silicio reaccionado sobre estas bases al calor rojo, se descompone formado, por cambio el ácido silícico y los cloruros. El ácido silícico ya permanece libre, ó se combina con la base en exceso y forma los silicatos simples ó múltiples.

Estos productos son cristales pequeños, pero reconocibles. De este modo ha obtenido algunos cristales compuestos análogos al Cuarzo, al *Peridoto*, á la *Wolastonita*, al *Piroxeno*, al *Feldespato* y *Turmalina*. Con el cloruro de Aluminio ha llegado tambien á formar el Corindon y Espinela: lo mismo que la Periclasa por la reaccion del cloruro de Magnesio sobre la Cal. M. Durocher (1849) por un procedimiento que recuerda el de M. Daubrée, ha llegado á reproducir al estado cristalino muchos minerales naturales insolubles, en especial aquellos que la naturaleza de ordinario nos ofrece en los filones metalíferos lo mismo que Daubrée hace reaccionar los cloruros metálicos en vapores y otros gases, susceptibles de descomposicion mútua, en simples tubos de vidrio calentados á una temperatura comprendida entre los 100° y el rojo oscuro. El radical de ordinario destinado á fijar los metales era el azufre, que hacia intervenir en el estado de hidrógeno sulfurado al vapor de agua; ha podido reproducir la mayor parte de los sulfuros metálicos, como la Pirita, Blenda, Galena, Cobre gris, y Plata roja. M. Becquerel há muchos años no ha cesado de demostrar por esperimentos sucesivos que la accion lenta y sucesiva de una *corriente voltaica* muy débil, podria dar origen á numerosos compuestos cristalinos, que no se pueden producir por elevadas temperaturas.

Dos cuerpos de propiedades opuestas que obran químicamente el uno sobre el otro, se electrizan siempre en sentido contrario, y comunican con un tercero buen conductor, hay desde luego produccion de una corriente. En este caso tres cuerpos son nece-

sarios en que por lo menos uno sea líquido: cuando dos cuerpos no reaccionan sino débilmente el uno sobre el otro, la presencia del tercero dá paso á la electricidad producida, y resulta de aquí una especie de aparato *de volta* que aumenta la accion de los otros dos cuerpos.

Becquerel ha obtenido los resultados más importantes y variados, por las acciones lentas, químicas, y electroquímicas, combinadas en conjunto, y con la doble influencia del calor y la presión. Un ejemplo probará estos hechos. Sábese que el ácido clorhídrico obró de una manera muy débil sobre la plata metálica. Poniendo ácido clorhídrico en un tubo cerrado por uno de sus extremos donde sumergimos una lámina de plata: si se pone en contacto con la lámina de plata un pedazo de carbon de antemano calcinado para hacerlo buen conductor, este se apoderará de las dos electricidades desarrolladas por la acción débil del ácido sobre la plata: de aquí resulta una corriente, tal que el polo positivo estará sobre la lámina metálica y el polo negativo sobre el carbon.

La acción de la corriente aumentará por consiguiente la del ácido sobre el metal, y el cloro atraído por el metal se combinará con él. En vista de la lentitud con la cual tiene lugar la descomposición del ácido, las moléculas tienen tiempo de disponerse para cristalizar. M. Becquerel ha obtenido el *oxidulo de cobre* cristalizado en octaedros trasparentes de color rojo, poniendo en la parte inferior de un tubo de vidrio, dentoxido de cobre arrojando sobre él una disolución de Nitrato de cobre y sumergiendo una lámina que llegue hasta el fondo del tubo. Al cabo de quince dias la parte de lámina que atraviesa el deutóxido, está recubierta de pequeños cristales. Lo más importante en estas operaciones es, disponer de instrumentos y aparatos que puedan continuar la operación por largo tiempo. Los cristales obtenidos por Becquerel han costado muchos meses, y aun años para adquirir dimensiones apreciables. El tiempo es una parte preciosa en estas esperiencias, de modo, que por esta razón, se supone con fundamento ser este el modo seguido por la naturaleza.

Becquerel ha hecho más; ha obtenido además de los sulfuros simples, combinaciones dobles análogas á las sulfo-sales, los dobles sulfuros, y cloruros dobles. En un tubo de vidrio encorvado en U. se introduce arcilla humedecida con agua salada, de modo que ella ocupe la curva en las dos ramas, se proyecta la disolucion de naturaleza diferente, de modo que puedan obrar lentamente una sobre otra sin mezclarse: por esto se las separa con una especie de diafragma de arcilla que le sea permeable. Se sumergen enseguida láminas de platino en las dos disoluciones haciendo comunicar las láminas juntas por el intermedio de un hilo conductor: ciérrase así el perimetro y se tiene de este modo una corriente de débil tension. Para descomponer el agua ó una de las disoluciones, es menester reemplazar una de las láminas de platino por las de un metal que sea atacable.

Para la obtencion del Sulfuro de Plata se coloca en una de las ramas una disolucion de nitrato de cobre: despues se sumerge una lámina de plata en la primera, y una lámina de cobre en la segunda. Se reunen á veces muchos tubos semejantes para formar una pila. Puédense obtener los mismos resultados con un solo elemento; solo que necesita más tiempo.

Efectos fáciles de reconocer: hay accion de los dos liquidos uno sobre otro, y accion del sulfuro de potasio sobre la plata. Estas dos acciones dan lugar á dos corrientes, dirigidas en un sentido tal, que el cobre es el polo negativo. El nitrato es descompuesto, así como el sulfuro de potasio: fórmase nitrato de potasa, el cobre procedente de la sal descompuesta se precipita sobre la lámina de plata, donde forma cristales octaédricos de sulfuro.

Para obtener una combinacion doble del género de las que hemos hablado, se puede tomar un tubo en U su curva de arcilla humedecida de agua salada, en una de sus ramas, se introduce una disolucion de nitrato de cobre, en la otra una de cloruro de sódio; sumergese en cada rama (por consiguiente en cada disolucion) el extremo de una lámina de cobre. Se formará protocloruro de cobre que se combinará con el cloruro de sódio; y esta combinacion cristalizará en tetraedros sobre la lá-

mina positiva. Con acciones químicas tan lentas, como las que acabamos de esponer con ó sin el concurso de fuerzas eléctricas M. Becquerel ha reproducido gran número de sustancias minerales, poniéndolas en contacto con diversas disoluciones, durante meses y aun años algunos minerales insolubles. Asi tambien ha obtenido algunos Sulfuros, Cloruros, Oxidos, Carbonatos, Sulfatos, Fosfatos, y Arseniatos. M. Haidinger, fundado sobre el modo de formarse el Yeso y Dolomita en la Naturaleza y con el intento de esplicar de qué manera el célebre De-Buche explica la formacion de doble sal, por una accion metamórfica pero sin recurrir á los fenómenos extraordinarios pensó que la Magnesia pudo haber sido conducida en medio de la Caliza por las aguas minerales en forma de Sulfato de Magnesia, y que entonces por la descomposicion mútua de las dos sales simples (Carbonato de cal y sulfato de Magnesia), verificadas bajo la influencia de un calor regular ó de una fuerte presion, resultó el Yeso y la Dolomia (ó carbonato doble de Magnesia y cal). M. de Morlot ha probado por esperimentos en el laboratorio, que una mezcla de sulfato de magnesia y carbonato de cal pulverizado, en proporcion de un átomo de la primera sal y dos átomos de la segunda, se descomponen á la temperatura de 200°, y á la presion de 15 atmosferas, en Dolomia y Yeso de modo que no queda nada del sulfato de Magnesia empleado.

Partiendo del esperimento de M. Haidinger, y la idea generalizada hoy entre los geólogos de que los filones metalíferos y demás depósitos deben ser atribuidos á manantiales termo-minerales. M. de Senarmont se ha propuesto reproducir todas las sustancias metálicas de los filones artificialmente, sean *pétreas* ó *metálicas*, por la via *húmeda*, pero bajo la influencia del calor y de una fuerte presion. Para aproximarse en lo posible á las condiciones ordinarias de los manantiales minerales actuales, ha tomado como disolvente los principios mas activos, tales como el *ácido carbónico*, *ácido sulfídrico*, ó los bicarbonatos y sulfidatos alcalinos aislados ó mezclados en proporciones variables; sin duda ha realizado un estado de cosas análogo al en que se han producido los depósitos de los filones; por cuan-

to ha llegado á reproducir casi todas las sustancias encontradas, como los metales nativos; los óxidos (el cuarzo, peróxido de hierro, oxidulo de cobre); los sulfuros simples como la Blenda, la Pirita, cobre piritoso y cobre sulfurado: los sulfo-arceniuros y sulfu-antimoniuros tales como las platas rojas; el sulfato de barita y carbonatos neutros de cal de magnesia, de zinc, de hierro y de manganesa. En todos estos experimentos las sustancias estaban dispuestas en tubos de vidrio, cerrados á la lámpara, y puestos dentro de un cañon de fusil herméticamente cerrado y á medio llenar de agua, de modo que se equilibrase de uno ú otro modo lo mejor posible la presión interior y exterior de los tubos de vidrio. Tubos de antemano preparados á temperaturas de 100 á 360°. Por la doble descomposición del carbonato de sosa y del sulfato de magnesia ó el zinc ó hierro ha obtenido los carbonatos de estas diversas bases.

Para obtener el carbonato de cal cristalizado, ha hecho reaccionar el cloruro de calcio y el carbonato de sosa. Dado los sulfuros obrando del mismo modo, sometiendo á una elevada temperatura un sulfuro alcalino, y una sal doble del metal que quisiese obtener en estado de sulfuro. En la marcha de sus experimentos M. Senarmont ha demostrado que el ácido carbónico era bajo una fuerte presión, un disolvente enérgico, no solo para los carbonatos neutros, sino para la misma Sílice. Ha reconocido que el agua á una temperatura elevada, nunca se opone á la deshidratación. De tal modo, que la Sílice gelatinosa, llegando á ser casi indiferente á las afinidades químicas, se separa de sus disoluciones dando cuarzo cristalizado. Existen en algunos filones, otros minerales tales, como el óxido de Estaño y el de Titano, que despues de las observaciones y experimentos de M. Daubrée parece que se deban á dobles descomposiciones verificadas, no solo en medio de la masa líquida, sino entre dos agentes gaseosos, entre los que el agua desempeña un papel importante.

Segun opina Senarmont, no hay otra línea de separación bien marcada entre estos dos géneros de formación: porque él, ha obtenido además el óxido de Estaño, y Corindon

por la via húmeda própiamente dicha. Los diversos procedimientos acabados de indicar, sin duda han participado mas ó menos en la formacion de los minerales que componen la corteza terrestre; en general, las especies que cada uno pueda producir son diversas. No obstante debe notarse, que los sulfuros y óxidos se obtienen indistintamente, la mayor parte, por la fusion, por las acciones electro-químicas, y por las dobles descomposiciones que tienen lugar entre los vapores calientes ó por los que se suceden en el seno del agua recalentada, bajo la influencia de una elevada presion. Esta formacion múltiple de ciertos minerales muy comunes, nos esplica su hallazgo en los yacimientos de diversa naturaleza. Existen tendencias como hemos manifestado y aun el mayor interés en determinar con precision las circunstancias necesarias ó la reproduccion artificial de todos los minerales; es el único medio que tenemos para llegar á reconocér con seguridad los fenómenos que presidieron á la formacion de las diversas partes de nuestro Globo. Pero es preciso que estos ensayos de Sintesis mineralógica tengan como punto de partida como los de MM. Daubrée y Senarmont, los datos proporcionados de antemano por la geologia sobre el modo probable de formacion de los lechos, que contienen los minerales reproducidos.

Este concepto depende de que Daubrée y Senarmont, han procurado llenar esta condicion, en los ensayos que han intentado, que sus esperimentos han venido en apoyo de la hipótesis que atribuye el origen de los filones metalíferos á los manantiales minerales, á veces gaseosos, pero en general líquidos, y obrando bajo la doble influencia del calor y la presion. Réstanos manifestar los curiosos é importantes esperimentos debidos á Despretz con objeto de resolver el gran problema de la reproduccion artificial de diamante. Esta especie tan notable no figura entre los resultados obtenidos. Muchas veces se ha ensayado, cristalizar el carbono, pero en vano: ignorándose todavia si debe considerarse el diamante como un producto de la via seca ó de la via húmeda.

M. Despretz en 1849, habia fundido muchos cuerpos por me-

dio del fuego de la pila, hasta entonces reputados infusibles, y por este medio habia obtenido muchos en el estado cristalino. Los numerosos experimentos hechos por este Físico hábil, sobre la fusion y volatilizacion de los cuerpos más refractarios, y en particular del carbon; habian enseñado, que este, ni por la fusion, ni por la volatilizacion brusca del carbono, se podia obtener en un estado cristalino. Tuvo no obstante la feliz ocurrencia de volatilizarlo con lentitud (al carbono puro), por medio de una corriente voltaica en el arco luminoso del aparato de induccion de Ruhmkorff.

Se sabe que este aparato da lugar á efectos luminosos y caloríficos los más intensos. *Experiencia:* M. Despretz ha tomado un globo de vidrio con dos tubuladuras dispuestas como el experimento del huevo eléctrico. En la rama inferior del globo, y en el polo positivo, ha colocado un cilindro de carbon muy puro y ha fijado en la rama superior algunos hilos finos de platino, á la distancia de 5 á 6 centímetros del carbon: haciendo el vacío en el globo, ha hecho pasar una corriente de induccion suministrada por el aparato Ruhmkorff: una ligera capa de carbon se ha fijado sobre los hilos de platino con estremada lentitud, habiendo durado el experimento un mes sin interrupcion.

Examinada esta capa por el microscópio compuesto, M. Despretz ha visto que se hallaba compuesta de pequeñas pirámides cuadrangulares, apretadas las unas á las otras y presentando la formade octaedros con caras ligeramente redondeadas.

Estos octaedros eran generalmente de color negro, pero que sin embargo se distinguian entre ellos algunos blancos, traslúcidos ú opalinos, con reflejo semejante al de los diamantes en bruto.

Este producto artificial tenia la dureza del diamante, por su medio Mr. Gaudin llegó á pulimentar Rubies, tan bien y con la prontitud que se verifica con el polvo del diamante natural. Nuevos experimentos hechos por el método Despretz, permitirán sin duda algun dia obtener los productos de este especie, ó mas

limpios, ó de un volúmen mas considerable. Se cita algo respecto de su formacion ú obtencion artificial en algunos escritos de la época presente.

FIN DE LA PRIMERA PARTE.

NOTA REFERENTE A LOS APUNTES DE ESTA PRIMERA PARTE.

Nada de particular tiene que presentemos al finalizar nuestro primer ensayo la presente nota, cuyo principal objeto es advertir al lector que la precipitacion con que se ha escrito y el corto tiempo de que se disponia, han producido algunas equivocaciones que figuran en la fé de erratas; además el estilo aunque no es el que fuera de desear, puede así mismo atribuirse á esa misma precipitacion, unida á causas ajenas al autor, el cual cree en la segunda parte, poder satisfacer algun tanto las exigencias de sus favorecedores benévolos.

Así mismo, contra la costumbre de lo practicado por muchos; y apesar de ser unos *Apuntes-ensayo*; para la confeccion de un Programa razonado de esta parte de las ciencias Naturales, he creido conveniente como un deber que no se puede olvidar tratándose de la relacion de unos hechos como los que aquí se mencionan, esponerlos á la censura superior eclesiástica, cuyo dictámen que conservo despachado favorablemente, presentaré en las últimas páginas de la segunda parte, que se ha de ocupar muy principalmente de la descripcion de los minerales, como de sus relaciones, yacimientos y aplicaciones, etc.



FE DE ERRATAS.

Página.	Línea	DICE.	LÉASE.
XIII	4	Siglo XII	Siglo XVII
XXI	23	á nuestros dias	en nuestros dias
XXIII	10	determinarles	determinar
id.	27	Kas sten	Karssten
XXIV	6	cedimentos:	sedimento:
5	29	de sus sustancias orgánicas	de sustancias orgánicas
11	6	critalmo	crystalino
21	9	Michtscherlich	Mitscherlich
22	33	tres secciones	tres grupos
28	11	se trabajan	se forman
29	12	para determinacion	para su determinacion
32	24	cuyos dos primeros	cuyos tres primeros
"	25	los tres restantes	los dos restantes
40	4	el Wollaston	el de Wollaston
43	13	las habladas.	las halladas
59	7	símbolo $\left(b \frac{1}{x} - b \frac{1}{y} - b \frac{1}{z}\right)$	símbolo $\left(b \frac{1}{x} b \frac{1}{y} b \frac{1}{z}\right)$
"	30	á todas aquellas y que	son todas aquellas á que
62	24	igual 26 caras	igual 26 angulos solidos
64	16	típica	típicas
"	17	Forma	Formas
69	29	el-hexaedro	el di-hexaedro
76	17	ejes iguales	ejes desiguales
79	7	4 E de otra	2 E y 2 I de otra
81	31	bioblicuos	bioblicuos
84	1	de cristal	de cristales
"	31	hemiédrica	hemiedria
85	33	Pyragyrita	Pyrrargyrita.
93	17	mas pirámides	unas piramides
"	20	etc. Las tolvas presentan	etc. tolvas presentan
97	33	al contrario el paralelo	al contrario. En la ortosa la paralela
100	21	manera	masa
101	9	Simonita	Limonita.
109	25	ágatas cristadas	ágatas listadas
128	6	minerales que el rayo	minerales. el rayo
135	29	es menos gruesa	es mas gruesa
143	29	haciéndola girar	haciéndolos girar
144	6	vuelven los fosforescentes	vuelven fosforescentes
145	25	rotamiento	frotamiento
153	6	solo y deja	y solo deja
157	27	reniformes	ruiniformes
167	10	mayor de los	mayor parte de los
168	5	que puede	que se puede
"	28	tremetida	trementina,
175	19	oscilacion	oxidacion
176	9	advirtiendo	advirtiendo qu la silice
"	22	dan el	dan en el

Página.	Línea	DICE.	LÉASE.
188	25	NO	NO ⁵
190	21	IS	sulfidrato sódico
194	27	de carbonato de cal	de carbonato de cal de 4 gr. 098 representando 2 gr. 307 decal.
195	18	Carbonato	Sulfato
209	30	ofrecer el	ofrecer en el
"	21	loza boratada	sosa boratada
"	22	Na B ² + 10 H)	Na B ² + 10 H)
210	26	mismo independiente	mismo é independiente
228	10	Protoginas	Protoginas
"	20	una escepcion	una acepcion
231	29	que un mismo	que en un mismo
"	31	calor	color
232	3	vitreo volcánico	vidrio volcánico
234	33	terrífera (Augita, Sasilita)	ferrífera (Augita, Sahlita)
"	36	(Hyperstecia)	(Hyperstena)
235	30	sustancia de la	sustancia como hemos di- cho de la
245	31	han dado	ha dado
249	18	de un nombre.	de sus nombres
"	21	ó fragmento de	á fragmentos de
250	20	llamamos	hayamos
266	17	han simlado	han asimilado
269	32	modo pierde	modo se pierde
272	3	influyese	influyesen
279	5	Hiperstens	H perstheus.
280	25	condenar	condensar
"	33	cloro	claro
290	25	conos	conos
293	21	cosas	comarcas
294	8	depósitos. notables	depósitos; son notables
299	9	Granwacka	Gratwacka,
"	13	es ana Granwacka	es una Grauwacka
309	12	Fauna	Fauna
315	20	Ervios	Erizos
318	14	viológicas	biológicas
"	30	Paleoterium,	Paleotherium,
319	35	demas	ademas
321	12	mecho	medio
329	26	el diluvio para	el diluvio sirvió para
338	14	cristalizado	cristalizando
"	16	Llámase	Llámanse
342	28	encajados	encajadas
344	8	Lenarr.ont	Senarmont
345	26	liquidos	límpidos
347	7	reaccionado	reaccionando
"	8	formado	formando
350	8	dolomita.	dolomia

Fig 1ª vis

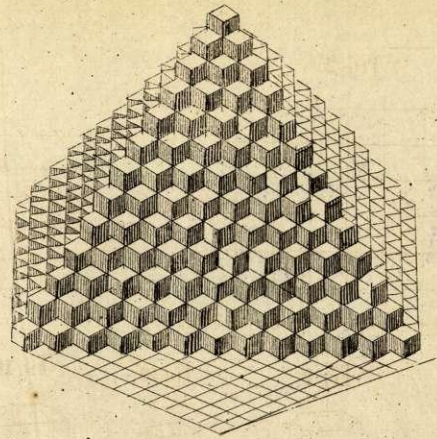


Fig 1ª

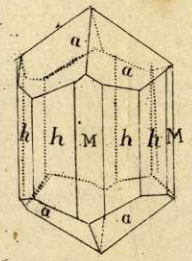


Fig 2

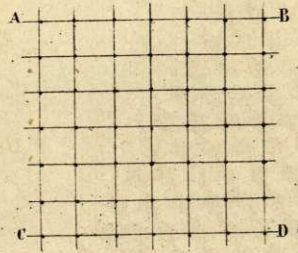


Fig 3



Fig 4



Fig 5

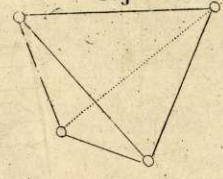


Fig 6

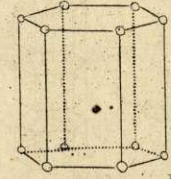


Fig 7

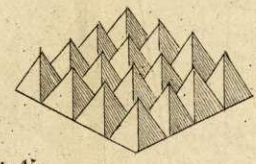


Fig 8

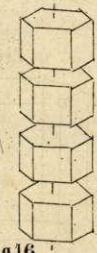


Fig 10

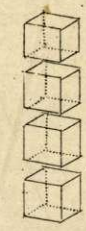


Fig 10

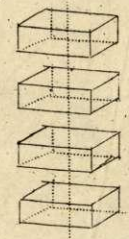


Fig 11

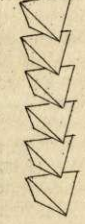


Fig 12

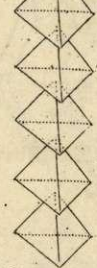


Fig 13

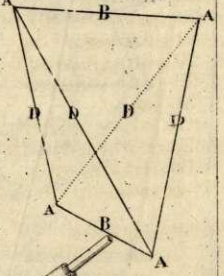


Fig 14

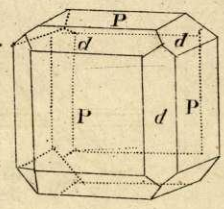


Fig 15

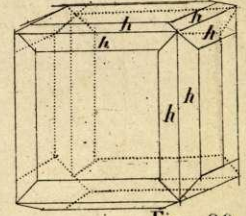


Fig 16

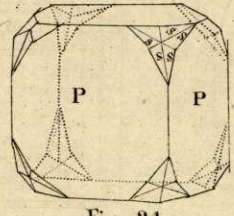


Fig 17

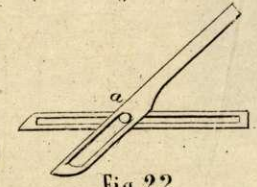


Fig 19

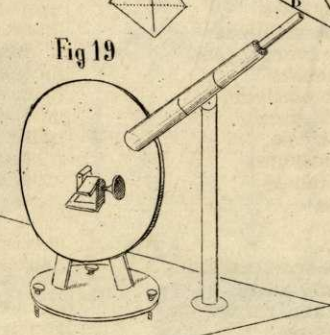


Fig 18

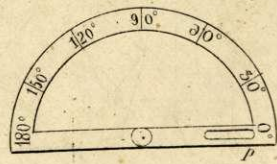


Fig 20

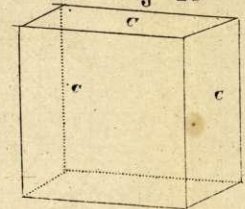


Fig 21

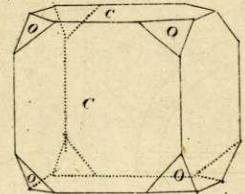


Fig 22

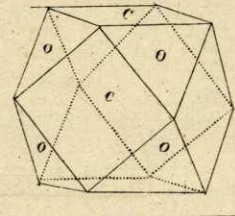
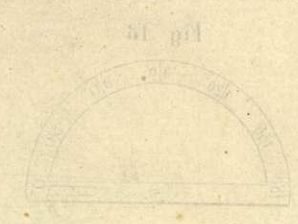
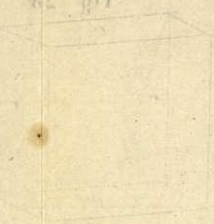
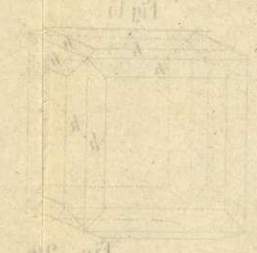
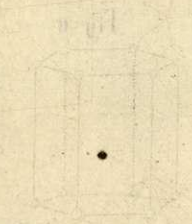
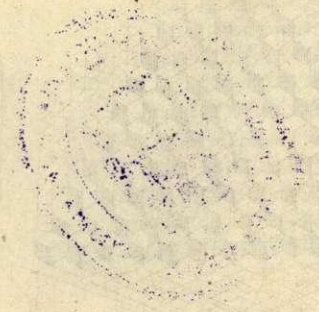
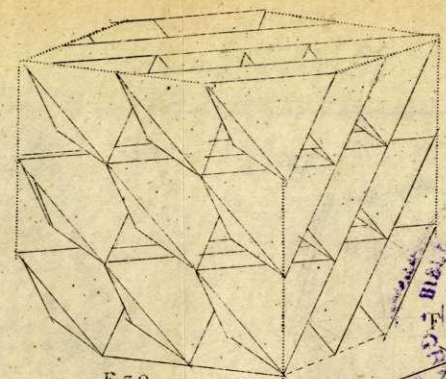
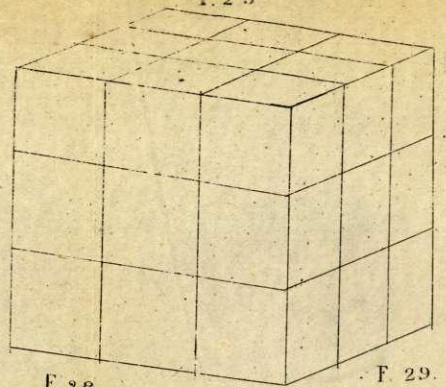
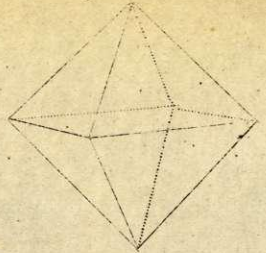
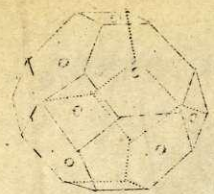


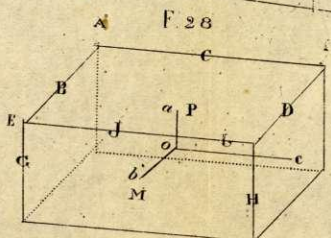
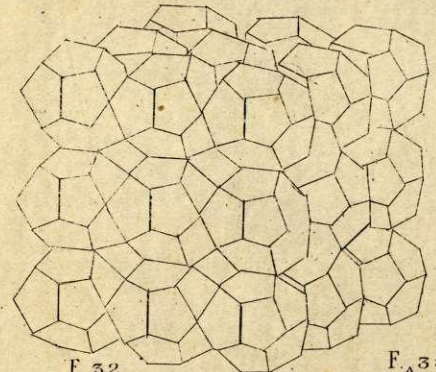


Fig. 1

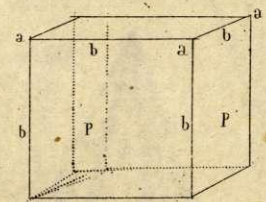




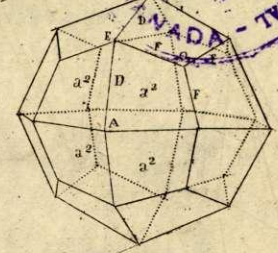
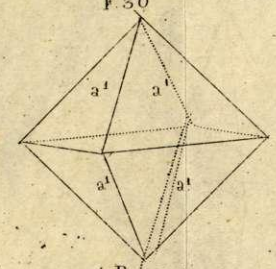
F. 27



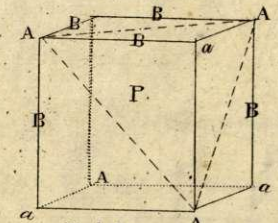
F. 29



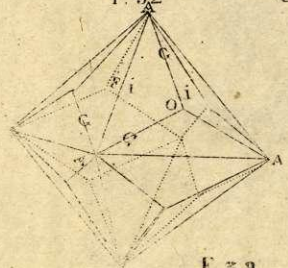
F. 30



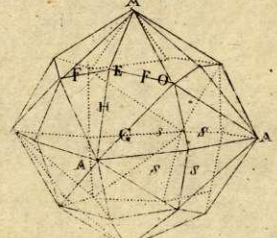
F. 37



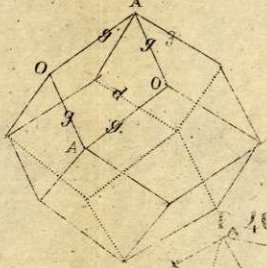
F. 32



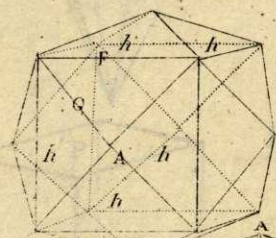
F. 33



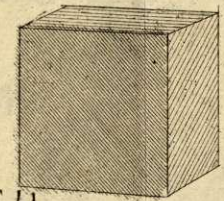
F. 34



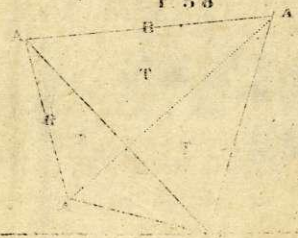
F. 35



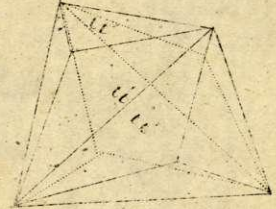
F. 36



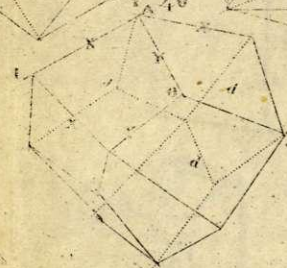
F. 38



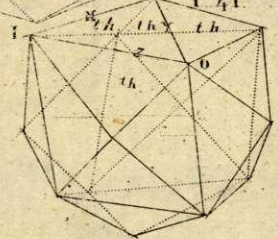
F. 39



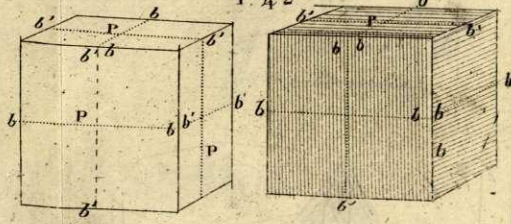
F. 40

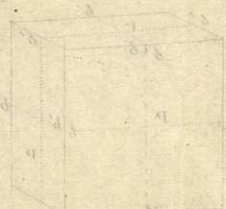
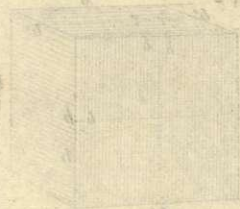
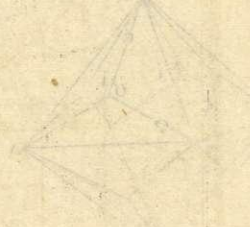
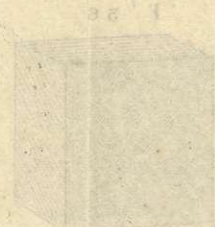
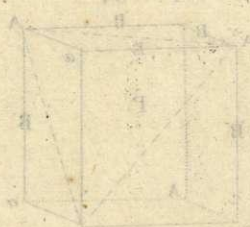
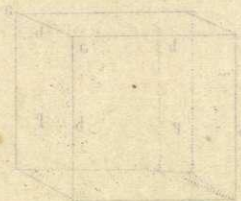
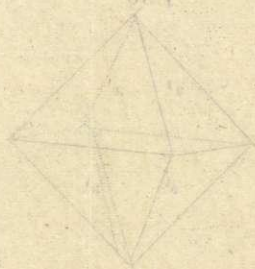
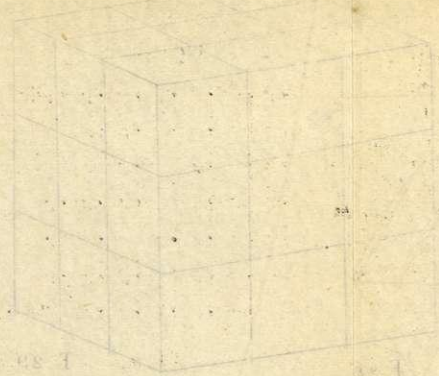


F. 41

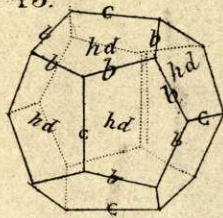


F. 42

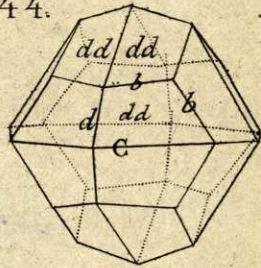




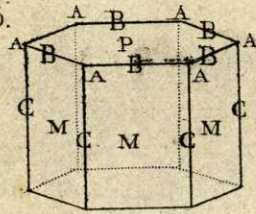
F. 43.



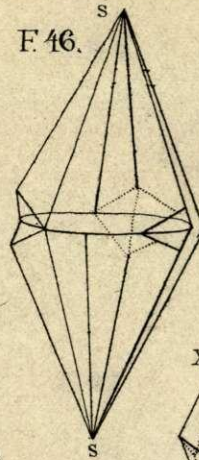
F. 44.



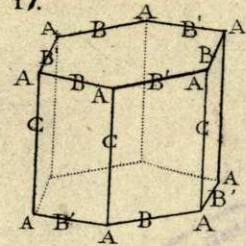
F. 45.



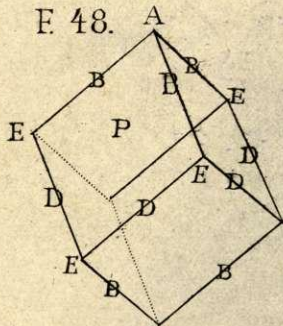
F. 46.



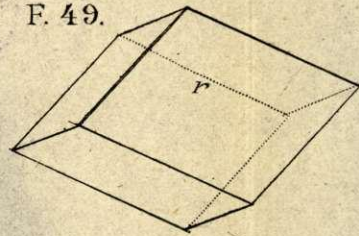
F. 47.



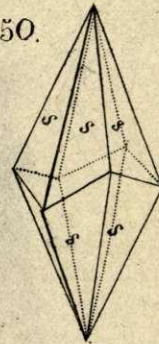
F. 48.



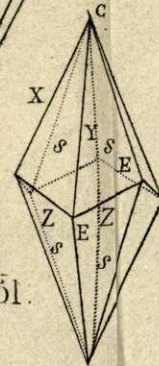
F. 49.



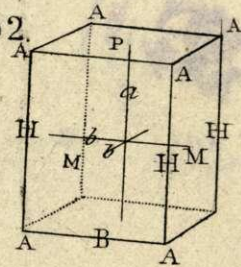
F. 50.



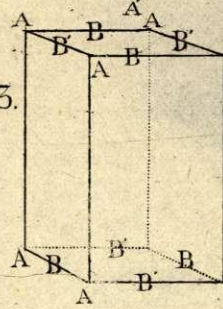
F. 51.



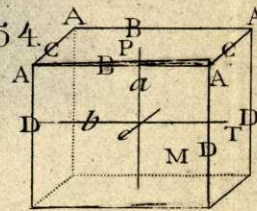
F. 52.



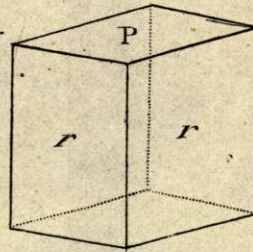
F. 53.



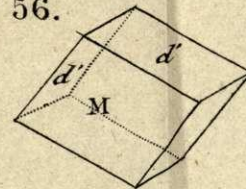
F. 54.



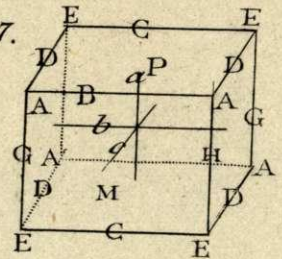
F. 55.



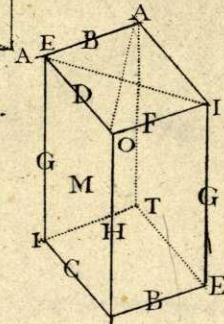
F. 56.



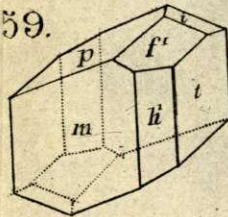
F. 57.



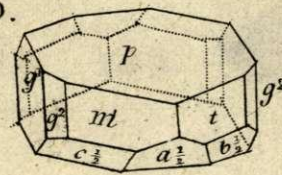
F. 58.



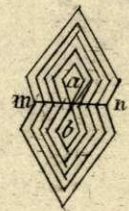
F. 59.

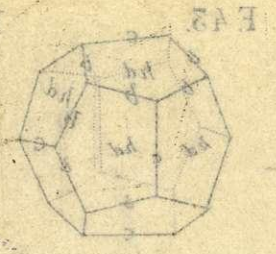


F. 60.

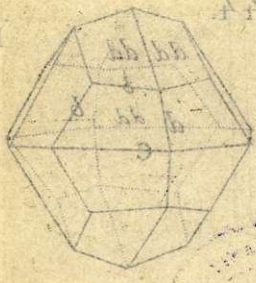


F. 61.

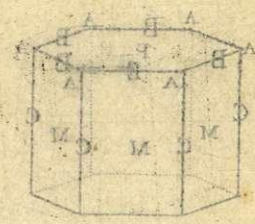




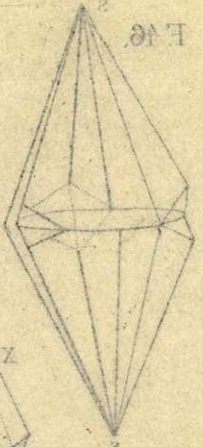
F47



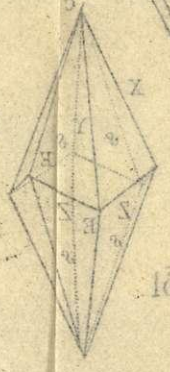
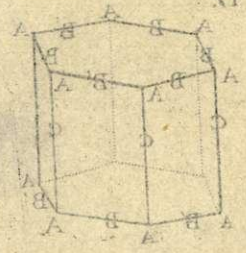
F48



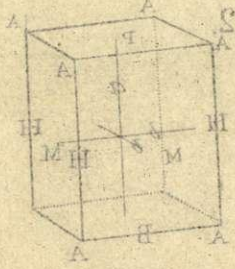
F49



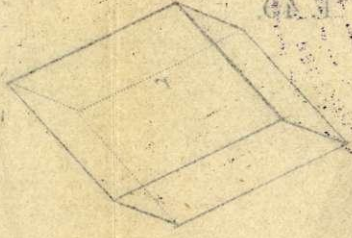
F50



F52



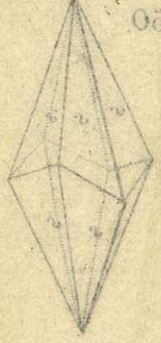
F53



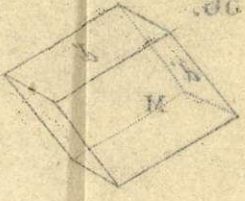
F54



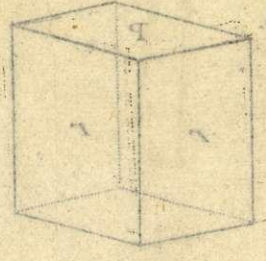
F55



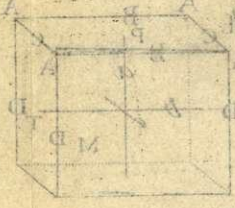
F56



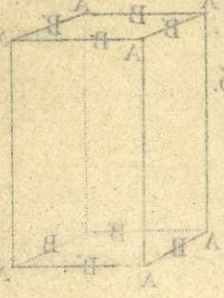
F57



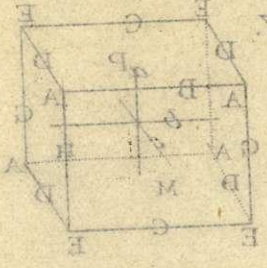
F58



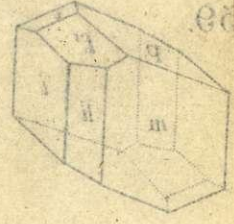
F59



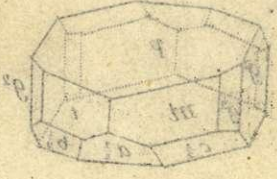
F60



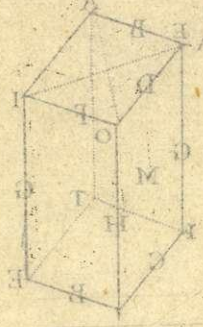
F61



F62



F63



F64

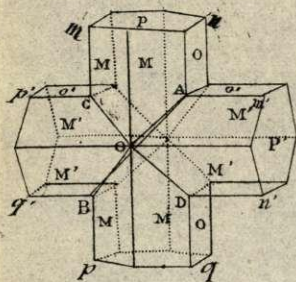


F65

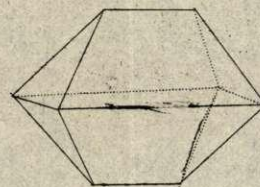
F.62.



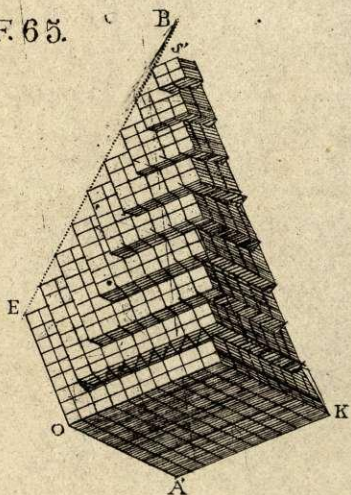
F.63.



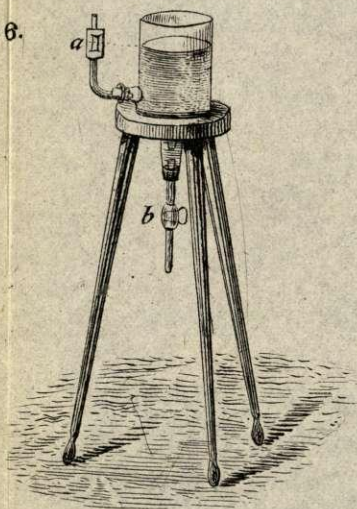
F.64.



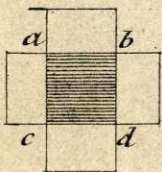
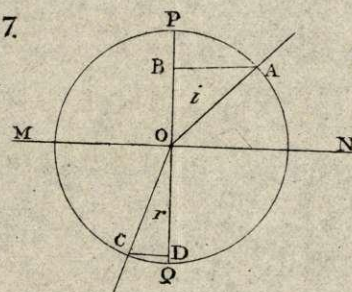
F.65.



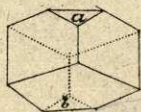
F.66.



F.67.

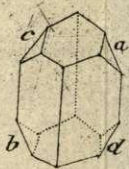


F.68.

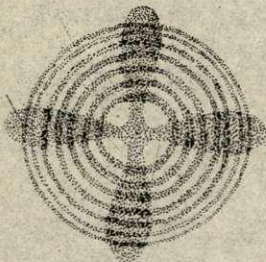


F.69.

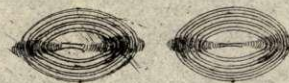
F.70.



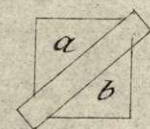
F.71.



F.72.



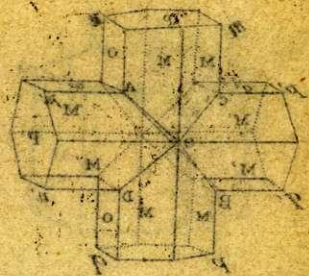
F.73.



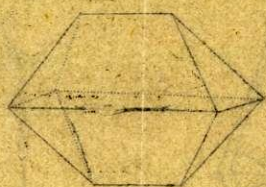
F. 62



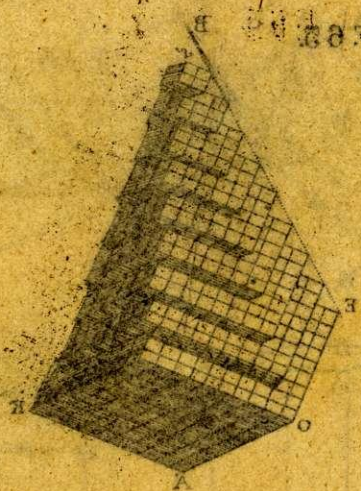
F. 63



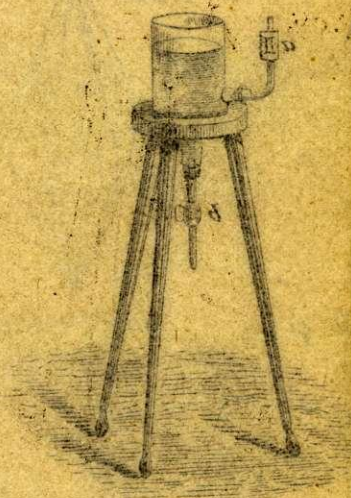
F. 64



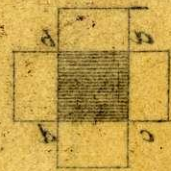
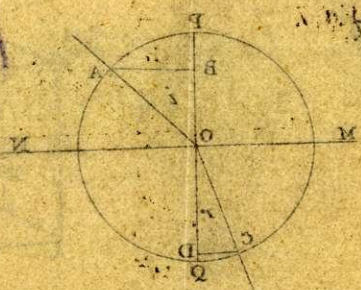
F. 65



F. 66



F. 67



F. 68



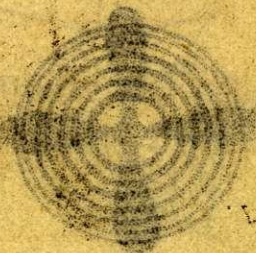
F. 69



F. 70



F. 71



F. 72



F. 73



