CUADERNOS

DE

HISTORIA NATURAL.

MINERALOGIA.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

2h-:304p 8 plan
lus

U-111/19(3)

CUADERNOS

DE

HISTORIA NATURAL

POR LOS SEÑORES DOCTORES

MILNE-EDWARDS,

Miembro del Instituto, profesor en el Museo de Historia Natural, decano de la facultad de ciencias de Paris:

Y

AQUILES COMTE,

Catedrático de Historia Natural en el Liceo de Carlomagno:

TRADUCIDOS POR EL

Dr. D. MIGUEL GUITART Y BUCH,

PROFESOR SUSTITUTO DE HISTORIA NATURAL EN LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA, SOCIO DE LA FILOMÁTICA, Y DE LA DE AMIGOS DEL PAIS DE LÉRIDA.

Segunda edicion

arreglada al programa oficial para la enseñanza de la Historia Natural en las Universidades, Institutos y Colegios.

OBRA DE TEXTO.

CUADERNO III.—MINERALOGIA.

BARCELONA.

IMPRENTA DE JOAQUIN VERDAGUER.

En la Rambla frente el Liceo.

1855.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

R. 21103

CUADERNOS
DE
HISTORIA NATURAL.

MINERALOGÍA.

NOCIONES GENERALES.

7. La mineralogía es la parte de la historia natural que estudia los cuerpos terrestres, similares en su masa, denominados *minerales*. Son estos tan homogeneos que una parte es exactamente igual á la otra. Nunca encontramos en los minerales aquellas formas especiales que llamamos *órganos*, y desempeñan en las plantas, así como en los animales, ciertas funciones necesarias para que el objeto subsista, por cuya razon tambien se les da el nombre de cuerpos *inorgánicos*. Es indiferente que estudiemos una masa mineral grande ó pequeña, pues un pedazo de sílice tamaño como el puño nos da una idea tan exacta de sus propiedades especiales, como un gran *bloque* ó la montaña de que proceda. Un cristal de cuarzo de una linea de largo es tan perfecto como otro de un pié de longitud.

8. Toda la masa de la tierra se halla constituida por sesenta y dos *cuerpos simples* ó *elementos* conocidos, que por su afinidad química especial se combinan reciprocamente de distintas maneras, y solo raras veces se encuentran en estado elementar. Esto atendido, la mineralogía no es mas que el estudio de las combinaciones químicas existentes en la naturaleza. Sin em-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

bargo en ese gran laboratorio no obra únicamente la afinidad química sobre los elementos y sus combinaciones, sino que ademas existe una multitud de fuerzas ó influencias que, actuando simultanea ó sucesivamente sobre las mismas, dan orígen á una série de cuerpos minerales que, estudiados exclusivamente bajo el punto de vista químico, no pueden comprenderse ni explicarse sea aisladamente, sea en sus relaciones con los demas.

9. Los minerales aparecen divididos en dos grupos principales, fáciles de distinguir entre sí. El primero reune todas las propiedades de las combinaciones químicas perfectas y se reconoce principalmente por su composicion química determinada y por su forma cristalina. Estos compuestos tienen el nombre de minerales *sencillos* ó propiamente dichos, y la ciencia que los estudia, en su acepcion mas reducida, el de mineralogía ú *oriqtonosia*. Sus límites están ya indicados por una forma cristalina que no presentan cuando constituyen grandes masas.

El otro grupo tiene, por el contrario, un carácter esencialmente distinto, pues los cuerpos que lo forman son una agregacion muy apreciable de minerales sencillos que, aun cuando se le parezcan por su composicion química, carecen de la forma cristalina, acabada de un modo perfecto. Así no se presentan como individuos aislados, sino en masas mas ó ménos considerables conocidas con el nombre de *piedras*, *rocas* ó *minerales agregados*. Estas masas que deben fijar nuestra atencion por si mismas, por sus relaciones recíprocas y las que guardan con la masa de la tierra, al mismo tiempo que por su orígen y formacion, serán objeto de la segunda parte de este cuaderno, que llamarémos *geología* y *geognosia*.

10. La utilidad de la mineralogía está expresada por su objeto. Haciendo abstraccion del interes que ofrece al mineralogista el estudio del reino mineral, las artes y la medicina hallan tambien con su exámen los medios de reconocer los cuerpos cuyas propiedades son tan interesantes á su actividad y desarrollo; la

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

metalurgía, la explotacion de minas y canteras y una série de otras industrias son completamente deudoras de su existencia y de sus progresos á los procederes que se emplean, fundados en el conocimiento de la naturaleza y de las propiedades de las sustancias útiles que busca.

11. Algunos mineralogistas, considerando que la naturaleza química de los cuerpos debe ser conocida ántes que sus propiedades físicas, pues que estas dependen de su naturaleza misma y varían con ella, aconsejan que al estudio de los caractéres físicos preceda el de los químicos generales de los minerales; mas otros opinan de un modo distinto, y por consiguiente proceden de una manera inversa. Siguiendo nosotros el órden que traza el programa, principiarémos por la exposicion de los

CARACTERES FÍSICOS DE LOS MINERALES.

12. Son caractéres físicos los que apreciamos por medio de nuestros sentidos ó por instrumentos, sin alterar la naturaleza del cuerpo que examinamos. Subdivídense en *exteriores*, *geométricos* ó *cristalográficos* y *físicos propiamente tales*. Los primeros son apreciables á la simple vista; los segundos requieren conocimientos de geometría, y los últimos exigen el uso de algunos instrumentos y ciertos esperimentos de física.

Los caractéres físicos dependen de la forma, estructura, resistencia á los agentes mecánicos; peso específico; propiedades ópticas, eléctricas y magnéticas; dilatacion y facultad conductriz del calórico; accion sobre los órganos de nuestros sentidos, y por último de la facultad de absorber ó abandonar la humedad.

No todos estos caractéres tienen la misma importancia científica. Al indicar el objeto de la mineralogía se dijo, que el co-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

nocimiento de la forma geométrica, á la par del de la naturaleza química de los cuerpos, suministra los de mas valor; que sirve de base á la mineralogía, y que es el único que la constituye casi por completo, pues que para los otros fenómenos la química y la física le ofrecen siempre los medios de investigacion ó los resultados.

FORMA.

13. La configuracion exterior de los cuerpos se llama *forma*. Las que los minerales afectan son *regulares* ó *esenciales*, é *irregulares* ó *accidentales*. Las primeras son debidas, al parecer, á ciertas propiedades inherentes á la materia, y que se ponen en juego siempre que las moléculas, en el momento de reunirse para formar un sólido, ceden *libremente* á la fuerza de cohesion que las solicita para constituirlo. A la manera que la afinidad química regula la composicion de los minerales, la cohesion, cuando obra sin obstáculo de ninguna especie, regula el agrupamiento de las moléculas; y como las formas resultantes de la accion libre de esta fuerza pertenecen en particular á los minerales, y les caracterizan físicamente mejor que otro fenómeno cualquiera, nos valemos, para expresarlas, de la voz *esenciales*. Atendiendo ademas á que se presentan con todas las condiciones matemáticas de los poliedros geométricos, las denominamos *regulares*. Los cuerpos brutos que presentan estas formas han recibido el nombre general de *cristales*.

Si se perturba la accion de las fuerzas moleculares cuando la de cohesion aproxima las moléculas, las formas que los cuerpos brutos hubieran naturalmente afectado, se modifican mas ó ménos y aun se alteran completamente. En este caso se les da el nombre de *accidentales* para indicar que tomaron orígen bajo la influencia de circunstancias que se opusieron á la accion libre de la fuerza de cohesion, y tambien el de *irregulares* para ex-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

presar que no se sometieron á las leyes geométricas que presiden á la aglomeracion normal de las moléculas.

Sucesivamente estudiarémos ambas especies de formas, principiando por el exámen de las regulares, cuyo interes é importancia revela cuanto llevamos expuesto.

FORMAS REGULARES: CRISTALES.

14. Mucho ántes que la mineralogía geométrica se estableciese sobre bases científicas, se habia observado que en la tierra existe un crecido número de cuerpos brutos bajo la forma de poliedros mas ó ménos regulares. Uno de los minerales mas antiguamente conocidos bajo este respecto es el *cristal de roca*, que debió su denominacion á su transparencia y limpieza, y sirvió en lo sucesivo como punto de partida para dar el nombre de cristal á todos los cuerpos inorgánicos que afectan formas análogas. Despues de haber registrado sucesivamente los nombres de las sustancias que se presentan con estos caractéres, se hizo aplicacion de las matemáticas á su estudio, y Romé de l'Isle (en 1772) describió una multitud de cristales midiendo sus ángulos y determinando sus proporciones. Sin embargo estos resultados, por importantes que fuesen, no daban á conocer mas que cristales aislados y, si debian servir de base á una doctrina completa, no eran mas que sus elementos acá y acullá esparramados; por lo que era preciso coordinar los hechos, buscar sus relaciones y sus leyes; en una palabra era forzoso crear la *cristalografia*. La gloria de este descubrimiento pertenece al abate Haüy. Antes de explicar la teoría de este célebre mineralogista, darémos una idea de la cristalizacion; esto es, de los procederes por cuyo medio se obtienen los cristales, y de las circunstancias que acompañan y modifican su formacion.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Cristalizacion.

15. Al definir las formas regulares (n.º 7) dijimos, que los cristales se producen siempre que las moléculas pueden obedecer *libremente* á la fuerza de cohesion, en el momento en que se aglomeran para dar orígen á un sólido. Pero como estas partículas solo pueden gozar de la movilidad esencial á la formacion de los cristales, cuando el cuerpo se halla en estado líquido ó aeriforme, la primera operacion, la esencial de la cristalizacion, necesariamente consiste en destruir la cohesion del sólido que se quiere cristalizar; es decir, en hacerle cambiar de estado á fin de que en seguida pueda recobrar libremente el primitivo. Este medio es la *disolucion*, y, para obtenerla con mas prontitud, la reduccion á partículas diminutas. Luego que las moléculas de los cuerpos han adquirido por medio del disolvente la independencia y la libertad necesarias para la formacion del cristal, es evidente que debe desaparecer la causa de la disolucion para que pueda formarse el sólido; es precisa la *sustraccion del disolvente*.

Los agentes que mas comunmente sirven para disolver los cuerpos son: el fuego, el agua ú otro líquido cualquiera. El proceder de disgregacion molecular por medio de los líquidos se denomina mas especialmente *disolucion*; el que se funda en el calórico *fusion* y *sublimacion*. Cualquiera que sea el medio á que se apele para destruir la fuerza de cohesion de los cuerpos, debe el disolvente, sea el calórico sea un líquido, emplearse en un grado ó en cantidad proporcionada á la naturaleza de los cuerpos.

16. Se conocen dos métodos diferentes para hacer cristalizar los cuerpos por disolucion. El primero se funda en la desigual solubilidad de los sólidos en los líquidos, segun que se opere á una temperatura baja ó elevada. El segundo consiste en hacer disolver la sustancia en un líquido, abandonándolo luego á una

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

evaporacion espontanea ó activada por el calórico hasta que se deponga el cuerpo sólido. Cuando el líquido contiene toda la sustancia que puede disolver, se dice que el agua está saturada.

La porcion del disolvente interpuesta en los cristales, despues de su formacion, y que aun contiene partículas disueltas de la misma naturaleza tiene el nombre de *agua madre*.

17. Es preciso distinguir el *agua madre* de la de *cristalizacion*. El agua madre se halla libre y solo introducida entre las partículas del sólido, y puede ser absorbida por un medio cualquiera, al paso que el agua de cristalizacion está químicamente combinada con cada partícula del cristal y entra en proporcion determinada.

La cantidad de agua madre retenida por las partículas de un cristal altera mas ó ménos su pureza, segun las sustancias estrañas que contiene; así á fin de obtener los cristales mas puros, se les aisla de su agua madre disolviéndolos y sujetándolos á repetidas cristalizaciones.

La proporcion del agua de cristalizacion es muy variable. Cristales hay que carecen de ella; otros que ya pueden contenerla, ya estar privados de ella; y otros por fin que requieren una cantidad mayor ó menor segun, la temperatura en que la cristalizacion se efectúa; pero lo que nos interesa sobre todo hacer notar ahora es, que la forma de un cristal cambia segun que contenga ó no agua en su composicion y segun que varien sus proporciones; y por fin que los cuerpos cristalizados deben su transparencia al agua de cristalizacion.

18. Dos son, indicamos, los procedimientos para obtener cristales por el fuego: la *fusion* y la *sublimacion*. En el primer caso se funde la sustancia y luego se la deja enfriar con lentitud hasta que en su superficie se presenta una capa que perforamos para verter las interiores todavía líquidas, y obtener en el fondo del recipiente una capa cristalina, amoldada á sus paredes, que toma la forma de *geoda* ó cavidad cristalina. En el segundo se reduce el cuerpo al estado de vapor y luego se disminuye la tempera-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

tura, para que puedan condensarse los vapores y depositarse en estado cristalino en la parte superior del recipiente. Por fusion obtenemos cristales de azufre y bismuto; por sublimacion se hace cristalizar el arsénico.

19. Los diversos procederes empleados en nuestros laboratorios no son, al parecer, mas que copia de los adoptados por la naturaleza para la formacion de los cristales. En diversos paises se extrae la *sal gemma* de las aguas del mar, de manantiales salados, y del seno de la tierra siempre bajo la forma cúbica: en las rajas de los terrenos volcanizados, p. e. en Stromboli, se hallan cristales de *hierro sublimado*, de *azufre*, de *arsénico sulfurado* etc.

20. Ademas de estas condiciones esenciales de cristalizacion, que emanan del principio mismo de la formacion de los cristales, hay otras accesorias y ausiliares que, bien que no constituyen la esencia misma del fenómeno, son tambien de suma importancia. El contacto del aire y la presencia de la luz en general parecen favorecer la cristalizacion; algunas sustancias exigen una presion atmosférica determinada; la temperatura y el estado higrométrico ejercen una influencia no despreciable.

21. La concentracion y una cantidad considerable de disolucion son favorables para obtener cristales grandes. Un recipiente largo y estrecho da cristales mas voluminosos que otro ancho y plano. La inmersion de un cristal ya constituido en una disolucion semejante á la en que se formó, y la presencia de cuerpos delgados y sólidos en la disolucion, favorecen tambien el desarrollo de los cristales siendo en cierto modo un punto de partida para la fuerza de cohesion.

22. El reposo y la lentitud en la evaporacion son circunstancias que egercen un notable influjo en la pureza de la forma. Si se abandona á si misma una disolucion por espacio de algunas semanas en un sitio caliente, donde se efectúe paulatinamente la evaporacion, y se halle en completo reposo el vaso que contiene el líquido, los cristales son mas perfectos y mayores; si

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

por el contrario se activa la cristalizacion, con el movimiento se forman cristales pequeños y mal acabados. El jarabe de azúcar, debidamente evaporado, da en el primer caso el *azúcar candi*, y en el segundo el *azúcar en pan*.

23. Por fin debemos hacer mencion de otras condiciones, precisamente las mas importantes bajo el punto de vista que miramos ahora la cristalizacion, que influyen en la naturaleza misma de la forma. Estas condiciones en general son:

1.° La *temperatura de la disolucion*. — Una disolucion de alumbre, saturada á 100° da cristales octaédricos (*l.* 2, *f.* 4), al paso que saturada á una temperatura mas alta, siendo el vaso cerrado, se obtienen trapezoedros (*f.* 11) y dodecaedros romboidales (*f.* 7).

2.° La *naturaleza del disolvente*. — El cobre precipitado de una disolucion salina sobre una lámina de hierro da cristales que se refieren á cierta forma regular (el *cubo*); pero fundido, los presenta de otra forma tambien regular, bien que muy distinta (el *prisma regular*).

3.° Las *materias que el disolvente puede contener á la par de las que cristalizan*.—El alumbre en el agua pura cristaliza en octaedro completo (*l.* 2, *f.* 4); si se añade ácido azóico á la disolucion, cada uno de los cuatro ángulos sólidos de aquella figura es reemplazado por una faceta (*l.* 2, *f.* 3); si sustituimos al ácido nítrico el bórico, ó vertemos algunas gotas de carbonato, ya potásico ya amónico, ó bien agitamos en el líquido un carbonato en polvo se da orígen á cristales cúbicos (*l.* 2, *f.* 1).

Estas mismas condiciones, al parecer, han influido tanto en la forma de los cristales naturales, que este carácter basta á los mineralogistas para apreciar las localidades de que proceden los cuerpos, siempre que su forma dependa de haber cristalizado en tal ó cual medio. Por último es preciso atender, que los cuerpos que hemos precisado á cristalizar segun una forma que naturalmente no hubieran afectado, no la conservan; que las sales en este estado se reducen á polvo, y que las materias fundidas

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

muy coherentes se agrietan, como indicando el trabajo interior de un cambio de cristalizacion.

24. Algunas veces las leyes de atraccion molecular han ejercido tambien su influjo en los cuerpos sólidos, sin que estos hayan pasado al estado líquido ó aeriforme. En estos casos la condicion favorable reside probablemente en una especie de vibracion molecular, debida á sacudimientos ora mecánicos, ora determinados por variaciones de temperatura que transforman un sólido amorfo en cristalino.

CRISTALOGRAFIA.

25. La cristalografía estudia las leyes á que están sometidas la estructura y la forma de los cristales. Sean estos naturales, sean obtenidos en los laboratorios, siempre se presentan con los siguientes caractéres comunes é invariables:

1.° Son poliedros terminados por cierto número de facetas planas, generalmente paralelas dos á dos, lisas y brillantes cual si las hubiese tallado y pulido un lapidario.

2.° Estas facetas forman entre si ángulos siempre salientes y nunca entrantes.

3.° Todas ó parte de las facetas se hallan dispuestas simétricamente con relacion á una linea que se llama *eje*.

26. De vez en cuando se notan algunas excepciones aparentes á estos hechos generales; mas podemos explicarlas fácilmente desde el momento en que estudiamos con atencion el cuerpo cristalino. En el diamante, p. e., se observan con frecuencia cristales cuyas caras son curvas; pero esta anomalía aparente depende de la aposicion de una multitud de pequeñas facetas, tanto que el poliedro resultante ofrece entónces una forma redondeada á pesar de ser planas sus facetas. A veces es realmente convexo; pero aun en este caso debemos suponer esta forma accidental, exclusiva al fragmento que examinamos, y probablemente de-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

bida á la accion de un calor extraordinario, posterior á su formacion normal en el seno de la tierra.

Conocemos tambien muchos cristales que poseen en apariencia ángulos entrantes. Tales son la estaurótida (*l.* 1, *f.* 13) y los minerales de estaño, que á esta disposicion deben el nombre de *picos de estaño;* pero estos cristales no son sencillos, sino que están compuestos de dos que se penetran en una posicion determinada, y el ángulo entrante, que no pertenece á ninguno de los cristales aislados, es el de la interseccion de las caras que se cortan.

El eje con relacion al cual se hallan dispuestas las caras, atraviesa siempre el centro del cristal y termina en dos ángulos opuestos, ó bien en el centro de dos aristas opuestas ó en el de dos caras opuestas. Así en la fig. 5 de la lám. 1.ª vemos, que los tres ejes *m*, *n*, *l*, se cortan en el centro del cubo y en el del octaedro, con la diferencia que en el primer caso atraviesan el centro de las caras opuestas, y en el segundo unen los ángulos opuestos.

Medicion de los ángulos de los cristales. Goniómetros.

27. Para comprobar los hechos que acabamos de enunciar, á saber; la naturaleza poliédrica de los cristales, el paralelismo de sus caras, la disposicion simétrica de estas con relacion al eje, es evidente la necesidad de medir los ángulos diedros que forman las caras tomadas dos á dos. La medicion de los ángulos, operacion fundamental para el estudio de los cristales, se verifica con instrumentos especiales denominados *goniómetros.* Hay los de aplicacion, de rotacion y de reflexion.

28. El *goniómetro de aplicacion* es debido á Carangeau, y posteriormente recibió el nombre de goniómetro de Haüy. Se compone de dos partes: una especie de compas y un semicírculo graduado ordinario.

El compas consiste en dos láminas ó *alidadas* de acero (*l.* 1,

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

f. 6 A B), reunidas á la manera que las ramas de unas tijeras por un eje en torno del cual pueden girar ó bien resbalar longitudinalmente por medio de ranuras al objeto de alargarse ó acortarse segun lo exijan las dimensiones del cristal. El eje que las reune presenta una pequeña cavidad circular, y una de las alidadas, en una de sus caras, una eminencia en forma de cuadrilongo.

Para medir el ángulo diedro que forman las dos caras de un cristal (*d*), se aplican con la mayor exactitud posible entrambas alidadas sobre las dos caras de modo que el instrumento esté perpendicular á la arista de la interseccion de las caras en que se opera; en seguida se pone el compas sobre el semicírculo indicado (*l.* 1, *f.* 7), el cual en el centro de su diámetro ofrece un punto saliente que corresponde á la pequeña cavidad circular del eje de las alidadas y que entra en esta, y á mas una especie de muesca en la cual se hace penetrar la parte saliente que se halla en una de las alidadas. De esta suerte la alidada que presenta la eminencia permanece fija y aplicada sobre el diámetro del semicírculo y la otra se dirije á un punto del limbo (*d*), y así intercepta un arco que varía segun la abertura del compas. Este arco es la medida del ángulo diedro que se busca. El medido por el instrumento (*f.* 7) es de 31° 30'.

Las asperezas que á veces presentan las caras de los cristales, lo diminuto de las muestras y hasta la naturaleza del instrumento hacen el goniómetro de aplicacion de uso difícil y de exactitud dudosa, por lo que se prefieren los *goniómetros de reflexion* cuando las caras de los cristales son lustrosas y reflejan las imágenes. Los instrumentos principales de esta clase son el del Dr. Wollaston y el de M. Babinet. (1)

(1) El goniómetro de M. Babinet (*l.* 1, *f.* 8) consiste en un círculo (*c*) dividido en medios grados, guarnecido de dos anteojos, uno fijo (A) y otro (B) movible sobre el círculo, y de una alidada (*d*) que gira sobre el centro. En este (*e*) se halla un pequeño portaobjetos, en que se fija con una pequeña cantidad de cera blanda el cristal (*x*, *y*) cuyo ángulo diedro queremos medir. Los anteojos, á

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

29. Los hechos principales que comprobamos por medio del goniómetro pueden referirse á la naturaleza geométrica de los cristales y á la constancia de sus ángulos. Los cristales, hemos dicho, *son poliedros geométricos*. Para convencerse de esta verdad, basta comparar las medidas proporcionados por el goniómetro con las definiciones dadas por la geometría, pues habiendo esta ciencia definido con rigor los sólidos é indicado las relaciones íntimas de los ángulos, las inclinaciones de las caras, y la

mas de poder alargarse, acortarse, y dar vueltas en torno de su eje, tienen interiormente en el foco de su ocular, es decir en el cristal sobre el que se aplica el ojo del observador, dos hilos cruzados en ángulo recto. Por medio del tornillo v, el anteojo A puede alargarse ó acortarse de modo que la reflexion alcance las caras del cristal. El instrumento está guarnecido de un mango (f) y puede sostenerse con la mano ó fijarse en un pié.

Antes de explicar el modo de servirnos de este goniómetro, recordaremos los principios de física y de geometría sobre que están basadas su construccion y su empléo, así como en general la construccion y uso de todos los goniómetros de reflexion. Los principios de física de que se trata se refieren á la reflexion; es decir, á la propiedad peculiar á los cuerpos pulidos, ó espejos, de reproducir la imágen de los objetos que se colocan delante de ellos. A mas, de la naturaleza misma de la reflexion resulta, que la imágen será siempre la misma, cuando el objeto reflejado y la superficie que refleja conservan las mismas relaciones de situacion. Por consiguiente si nos representamos un objeto cuya posicion no puede variar, notaremos cambios de situacion que esperimentará la superficie reflejante por diferencias correspondientes á la imágen, y sabremos que esta superficie recobrará su posicion primera cuando la imágen se presentará absolutamente del mismo modo que ántes. El objeto fijo, cuya imágen se observa de este modo, se denomina *mira*, la cual en el goniómetro de M. Babinet nos es proporcionada por los hilos cruzados de que hablamos al describir el instrumento, y la superficie reflejante es la del cristal que se trata de medir.

Los principios de geometría aplicables á estos goniómetros se re-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

coordinacion de estas en cada especie de poliedro, nos convencerémos que el cristal que estudiamos es un sólido geométrico de tal ó cual naturaleza, cuando llene todas las condiciones que exige la geometría para que le pueda caber la aplicacion de una de sus definiciones.

30. Cuando se dice que los *ángulos de los cristales son constantes*, se entiende que su valor es constante en los cristales del mismo nombre y de una misma sustancia. Cualquiera que sea

fieren á la naturaleza de los ángulos cuyos arcos marcamos en el limbo del instrumento. Sabemos que en geometría toda circunferencia, y por consiguiente este limbo, se halla dividida en 360°; el arco que mide un ángulo recto es la cuarta parte de la circunferencia ó 90°; la suma de dos ángulos rectos es pues igual á 180°, es decir, que tiene por medida una semicircunferencia. Llámase *ángulo suplementario* el que se debe añadir á otro para formar una suma igual á la de dos rectos, por lo que se dice que un ángulo de 120° es suplementario de otro de 60°, y recíprocamente. Si ahora suponemos un cristal colocado en el centro de la circunferencia ó del limbo, y una de las caras apoyada sobre el diámetro, es evidente que el ángulo descrito por la otra cara para tomar el mismo sitio que la primera á lo largo del diámetro, será el ángulo que se debe añadir al diedro formado por las dos caras, para tener una suma igual á la de dos ángulos rectos, es decir, que este ángulo será el suplementario del diedro; y por consiguiente para obtener este no se tratará mas que de suprimir de 180° el ángulo descrito por la segunda cara.

Los principios de que acabamos de hacer mencion suponen haberse llenado ciertas condiciones por el instrumento; veamos ahora de que modo este funciona. La primera operacion consiste en colocar uno de los hilos de cada anteojo paralelamente al limbo, con lo que el otro pasa á ser perpendicular. A este fin se pone el hilo del anteojo fijo (A) paralelamente al limbo, y despues se dan vueltas al ocular del movible (B), hasta que sus hilos presentan un exacto paralelismo con las del primero; y para cerciorarse de si se ha obtenido este resultado, se hace correr alternativamente á derecha é izquierda el anteojo movible, y entónces se observa si los hilos coinciden ó se separan,

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

la localidad de que procede el hierro oligisto, y cualquiera que sea el volúmen del egemplar que estudiemos el ángulo diedro obtuso que forman entre si las caras del romboedro vale siempre 86° 10'; el mismo ángulo en un romboedro de cal carbonatada es constantemente de 105° 5' etc.

Los dos principios notables que acabamos de enunciar, y que han sido comprobados por medio del goniómetro, no pueden servir por si mismos de bases inmediatas á una teoría cristalo-

y se vuelve á dar principio á la operacion hasta que estos diversos movimientos no alteran el paralelismo. Este ensayo no tarda en darnos el paralelismo completo. Entónces se coloca el cristal sobre el porta-objetos de modo que su arista sea perpendicular al plano del círculo, condicion importante á que satisfacemos mas fácilmente con la operacion preliminar que hemos explicado. En efecto, despues de haber dado vueltas á esta pieza central de modo que la luz que atraviesa el anteojo fijo conduzca la imágen de los hilos de mira de este anteojo sobre una cara del cristal, se conocerá que la arista es perpendicular, si los hilos de mira del anteojo movible al traves de los cuales el observador contempla esta imágen sobre la cara del cristal, todavía conservan el paralelismo que previamente se les habia dado; si el paralelismo se destruye debemos suponer que la arista está inclinada, y entónces no se trata mas que de hacer mover oportunamente el cristal hasta que se obtenga el paralelismo perfecto de los hilos reflejados y de los del anteojo movible.

Hecho esto, solo nos falta medir el ángulo, y atendidos los principios que establecimos, comprenderemos esta operacion muy fácilmente. Siendo la arista del cristal bien perpendicular al limbo, se coloca aquel de modo que una de sus caras refleje la imágen de los hilos del anteojo fijo; despues se dirije el movible hacia la parte opuesta del limbo, de modo que sea dable ver la imágen reflejada; entónces se da una pequeña vuelta al ocular de este anteojo á fin de que sus hilos sean oblicuos con los primeros, cuya circunstancia permite observar mas fácilmente la coincidencia de su punto de cruzamiento en el hilo vertical del anteojo fijo. Así se hallan bien establecidas las miras, y permaneciendo los anteojos en esta situacion, todo desvío de

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

gráfica, pero permiten al minerálogo dedicarse al estudio comparativo de los cristales, garantizándole la estabilidad de las leyes segun las cuales cada uno de ellos se ha formado. Esta comparacion, á la par de las otras operaciones que luego indicaremos, ha conducido á los resultados fundamentales y á las consideraciones teóricas sobre que está basada la ciencia de los cristales. Consideraremos primeramente los cristales aislados, para en seguida examinar los hechos principales que prepresentan en su agrupamiento.

la cara del cristal alterará las miras, y en seguida se conocerá que esta cara ha vuelto á su posicion primera, ó que otra ocupa la misma situacion que esta ántes ocupaba, cuando se habrá obtenido la misma coincidencia. Se hace pues mover la pieza central por medio de la alidada hasta que la segunda cara del cristal dirija las lineas de mira de la misma manera y efectúe la misma coincidencia del punto de cruzamiento del anteojo movible sobre el hilo vertical del fijo. El ángulo que corre esta segunda cara es el suplementario del diedro que se obtiene en seguida del modo que anteriormente digimos: mas para evitar hasta este sencillo cálculo; debe colocarse primeramente la alidada sobre 180º, y hacerla mover luego hasta la segunda coincidencia dirigiéndola hácia 0º del limbo, y de este modo el instrumento mismo hace sustraccion del ángulo suplementario, y el número que se lee, al fijarse la alidada, es el que corresponde al ángulo diedro.

El goniómetro de Wollaston reconoce los mismos principios. El limbo graduado es vertical, y como el instrumento carece de las lineas de mira, es preciso escoger objetos fijos como el borde de un techo, una barra de balcon, cuya imágen se hace coincidir con otra linea. El cristal está sostenido por un pequeño sistema de piezas movibles que sirven para hacerle mover, y su arista, en razon de la posicion vertical del limbo, debe ser horizontal y no perpendicular como en el instrumento de M. Babinet. Al haber tomado todas las precauciones para que el limbo ocupe exactamente la vertical, y la arista del cuerpo cristalizado la horizontal, se procede como para el goniómetro precedente; se lee en el círculo graduado el ángulo suplementario del diedro, y tambien se obtiene este último por una sustraccion sencilla.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

FACETACION. FORMA PRIMITIVA. FORMAS SECUNDARIAS. DECRECIMIENTO. MODIFICACIONES.

31. FACETACION ó ESFOLIACION. — Así se denomina en cristalografía la division mecánica de que son susceptibles muchos cristales, y que pone de manifiesto la union de las láminas ó capas de moléculas planas y paralelas de que se componen. Esta propiedad importante se distingue de la fractura por el pulimento natural y la forma lamelar de las capas.

La facetacion se verifica con tanta facilidad en algunas especies que basta, p. e. en el yeso, la accion del cuchillo para dividirlas en láminas; pero en general sucede lo contrario, y es preciso, para obtener la facetacion, un esfuerzo mecánico bastante vivo, la percusion con un martillo, ó la accion ya de un escoplo ya de otro instrumento cortante cuyo filo se aplica en el sentido presunto de las láminas, ántes de descargar sobre él un golpe seco. A veces la elevacion ó descenso súbito de temperatura determinan la facetacion de una sustancia cristalizada que habia resistido á los medios mecánicos. A veces se creen facetables los cristales por existir pequeñas estrías ó lineas naturales en las caras del mineral, y continuas en direcciones constantes (*l.* 1, *f.* 11), ó por algunos reflejos que se observan en el interior del cristal cuando se le mueve en una luz muy viva.

32. En algunos minerales esta diseccion solo se realiza en un sentido, y entónces se revela una estructura meramente lamelar; en otros se notan dos direcciones de facetacion, las que en último resultado no dan ningun sólido determinado.

Mas un cristal ordinariamente presenta, al ménos, tres direcciones de láminas, en cuyo caso la division conduce á un sólido comprendido en los planos de facetacion. Si la division es paralela á las caras del cristal que se faceta, el sólido resul-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

tante reproduce la forma de aquel y no es mas que su representacion en menores dimensiones. Si por el contrario las nuevas caras, puestas de manifiesto por este medio, no corresponden paralelamente á las del cristal que se divide, el sólido obtenido por la prolongacion de los planos hasta su union se diferenciará del sólido esfoliado.

33. FORMA PRIMITIVA. NUCLEO CENTRAL. FORMA SECUNDARIA. — La forma geométrica que se aisla por medio de esta diseccion se conoce con el nombre de *sólido de facetacion*. Haüy estendiendo esta idéa á los minerales que no tienen la propiedad de dividirse en láminas, supuso que todo cristal contenia un *nucleo* sobre cuyas caras se sobrepusieron simétricamente las moléculas que dieron orígen á la forma del cristal mismo. A este nucleo, á veces hipotético, le da el nombre de *forma primitiva*, y á los cristales resultantes el de *formas secundarias*. Cuando la facetacion es paralela á cada una de las caras del cristal, la forma secundaria es, pues, de la misma especie que la primitiva, y como tal puede ser considerada.

El *fluoro* que cristaliza en cubos, y la *galena* que se presenta en octaedros, nos servirán de egemplo para hacer mas comprensible esta idéa fundamental de la cristalografía.

El fluoro, cuerpo esencialmente lamelar, ofrece cuatro direcciones de láminas que permiten facetarlo en cada uno de sus ocho ángulos sólidos, cual se ve en la *fig.* 2.ª, *lám.* 2; continuando la separacion de las láminas en direccion paralela á cada uno de los pequeños planos obtenidos, se llega á un sólido que se aproxima mas y mas al octaedro como en la *fig.* 3, y por último la operacion conduce al octaedro regular, contenido en el cubo (*l.* 2, *f.* 4 y *l.* 1, *f.* 5). Este octaedro seria el *nucleo* ó *forma primitiva* del cubo de fluoro, y este mismo cubo una *forma secundaria*.

En la galena existen tres direcciones rectangulares, de suerte que el octaedro puede esfoliarse en sus seis ángulos sólidos (*l.* 2, *f.* 3), y la ablacion sucesiva de las láminas conduce

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

evidentemente á un cubo, el cual seria el *nucleo* ó *forma primitiva* del sulfuro de plomo, y el octaedro su *forma secundaria*.

34. A mas de los facetamientos que conducen á la forma primitiva y reciben el nombre de *principales* ó *esenciales*, algunos minerales presentan tambien otros que inducen á alguna forma derivada, y se distinguen con los nombres de *suplementarios* ó *supernumerarios*. Los primeros generalmente son mas limpios y fáciles que los segundos. — Cualquiera que sea por otra parte el grado de limpieza de las facetaciones que presentan las diversas partes de un cristal, es siempre invariable para una misma sustancia, y tan constante como la direccion de los facetamientos. Existe, pues, entre la facetacion y la forma cristalina una relacion muy notable que caracteriza la sustancia y en cierto modo nos da á conocer su organizacion propia. Para mejor comprender todavía la importancia de esta relacion, añadirémos, que la forma de una sustancia mineral no es única é invariable, y que *cualquiera que sea el número de formas que pueda afectar un mismo cristal, todas admiten los mismos facetamientos y conducen al mismo sólido primitivo*. De estos hechos generales emanan muchas consecuencias.

35. Molécula integrante. Decrecimientos. Modificaciones. — Pues que separando de cada uno de los ángulos sólidos del cubo láminas sucesivas y sucesivamente mayores, obtenemos por último un octaedro, como hemos visto (n.º 33), se concibe muy bien que, por el contrario, se puede considerar cada ángulo sólido del cubo como engendrado por la sobreposicion de láminas sucesivamente mas diminutas en cada una de las caras del octaedro. Esta hipótesis, cuya exactitud es evidente para el cubo con relacion al octaedro, es sin disputa aplicable á todas las formas secundarias consideradas con relacion á su primitiva. — Esta teoría que tiene por punto de partida los hechos suministrados por la facetacion, ha sugerido á Haüy la de los decrecimientos, por la cual adquirimos tan fácilmente el

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

conocimiento de las leyes á que están sujetas las derivaciones sucesivas de las formas.

Para mejor comprender lo esencial de esta teoría, supondrémos que, despues de haber reducido á láminas un cristal cúbico en el sentido de sus tres caras, hemos llegado al límite extremo de la division mecánica; á lo que denominamos *molécula integrante*, que en este caso fuera un cubo. Si ahora nos imaginamos, que en cada una de las caras del cristal cúbico (*l.* 1, *f.* 9), se sobreponen capas sucesivas (*a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*), cuyo espesor iguala al de la molécula integrante, y cuya latitud disminuye progresivamente de una molécula á derecha y otra á izquierda, llegarémos por fin á una capa última compuesta de una molécula única (*h*). Pero, como supusimos la molécula integrante infinitamente pequeña, las capas no excederán á las inmediatas mas que en cantidad insensible, de suerte que la escala formada por estas láminas decrecientes, y cuyos grados sucesivos exagera nuestra figura, es en realidad insensible. El conjunto de las aristas así formadas da, pues, orígen á una faceta secundaria, tangente en cada arista del cubo primitivo, cual representa en número doble la perspectiva de la *fig.* 9 (*l.* 1); la una de *h* á *i* y la otra de *i* á *m*. El dodecaedro inscrito entre las caras secundarias formadas de esta suerte, tomó pues orígen por el decrecimiento de una fila en altura y de otra en latitud en cada arista del cubo, es decir, paralelamente á cada una de estas aristas.

Fácil es concebir el decrecimiento como teniendo lugar por dos ó mas filas en longitud ó en altura, ó como efectuándose en los ángulos en vez de verificarse en las aristas: todas estas suposiciones combinadas entre si y aplicadas á sólidos primitivos diferentes, conducirán á formas secundarias diversas, que comprenderán todas las variedades de cristales que conocemos.

36. Adoptando este método podemos representar las formas secundarias como resultantes de ciertas *modificaciones* deter-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

minadas, que se realizan en las distintas partes de la forma primitiva.

Las diversas especies de modificaciones tienen nombres particulares. Llámanse *truncaduras en los ángulos ó en las aristas* las facetas que, sin destruir la forma general, reemplazan los ángulos ó las aristas del sólido primitivo en el derivado. Las facetas *a* (*l.* 2, *f.* 2) son truncaduras en los ángulos del cubo primitivo; las facetas *b* (*f.* 5) son truncaduras en los aristas. *Bisel* es la reunion de dos caras que se sustituyen en una sola y se reunen por medio de una arista que se denomina *arista del bisel*.

Si en vez de dos caras se hallan varias que se corten en un punto, entónces se da orígen á un *apuntamiento*, que será triple, cuádruplo etc. segun el número de caras. — Es inútil la observacion de que estas diversas expresiones solo sirven para representar teóricamente las modificaciones que enlazan las formas secundarias con las derivadas, y de que la naturaleza no principia un cristal para mutilar luego sus ángulos ó aristas. Los cristales, al generarse, toman la forma que les caracteriza, y solo van aumentando de volúmen con la sobreposicion de moléculas cristalinas.

LEY DE SIMETRÍA. EXCEPCIONES APARENTES.

37. Los tránsitos de una forma fundamental á sus derivadas, por medio de las modificaciones que acabamos de definir, obedecen, una ley constante, la *ley de simetría*, que podemos enunciar en estos términos: *en todos los cristales, las partes de una misma especie se hallan á la vez modificadas simétricamente y de la misma manera; las partes de especie diferente se hallan modificadas aisladamente ó de un modo distinto.*

Por *partes de una misma especie* debemos entender las caras, aristas ó ángulos sólidos que son iguales y están colocados de un modo parecido. Así todas las aristas de un cubo (*l.* 2,

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

f. 1) son de una misma especie por ser iguales y estar colocadas en la interseccion de los planos que describen entre si ángulos iguales: las cuatro aristas laterales del prisma romboidal (*l.* 2, *f.* 32) aunque iguales, son de especie diferente, porque dos se hallan en el cruzamiento de planos reunidos en ángulo agudo, y las otras dos en la union de los planos que describen un ángulo obtuso. Segun la ley de simetría, si todos los ángulos ó aristas de un cristal son de una misma especie, todas estas partes deberán subsistir intactas ó modificarse á la vez y de la misma manera (*l.* 1, *f.* 5; *l.* 2, *f.* 1, 2, 3, 4 y 5); mas si estas partes son de especies diferentes, las modificaciones podrán efectuarse al mismo tiempo ó con independencia una de otra, y serán de tantas clases, cuantas sean las especies de partes.

Al decir que las modificaciones se efectúan *de la misma manera*, se entiende que la faceta modificatriz que reemplaza á una arista, hallándose inclinada en parte sobre una y otra de las dos caras adyacentes, presenta las mismas modificaciones para todas las aristas de una misma especie. Cuando por el contrario no son de la misma especie las aristas reemplazadas por las facetas, las modificaciones se realizan *de una manera distinta;* es decir, las inclinaciones hácia las dos caras adyacentes no tienen el mismo valor para las facetas de una especie de una parte, y para las de especie diferente de otra parte.

38. Al parecer esta ley sufre algunas excepciones, que dejan de ser tales, luego que, ademas de las condiciones geométricas en que Haüy fundaba la identidad de partes de las formas fundamentales, atendemos á las físicas; es decir, á la perfecta analogía en la constitucion y disposicion de la molécula integrante. En efecto, partes de forma geométrica semejante tienen á veces estructura y propiedades físicas diferentes, en cuyos casos se nota que varía el carácter de simetría en un mismo tipo cristalino, considerado sucesivamente en especies distintas. El cubo, p. e., forma fundamental de la boracita, pirita co-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

mun, sal gemma, etc., tiene en cada una de estas especies un carácter propio de simetría, que procede de una diferencia en la estructura de la molécula, y por consiguiente en la del cristal resultante.

La forma cúbica que afecta la boracita (*l.* 1, *f.* 10, *l.* 2, *f.* 22) es debida á la colocacion de su molécula integrante (tetraedro regular, Delafosse) sobre dos ejes paralelos entre si, al paso que el cubo de la pirita resulta de la disposicion de prismas rectangulares rectos, considerados por el mismo autor como su molécula integrante.

Así la boracita tiene con frecuencia modificados cuatro de sus ángulos sólidos é intactos los cuatro opuestos en una misma diagonal; en la pirita comun solo vemos modificada la mitad de sus aristas (*l.* 2, *f.* 23 y 24), de lo cual resulta que el sólido de 24 caras, que generaria la modificacion de todas las aristas, no presenta mas que 12 y recibe el nombre de dodecaedro pentagonal (*f.* 25).

Haüy observó que la particularidad que indicamos en la cristalizacion de la boracita coincide con la existencia de cuatro ejes de electricidad correspondientes á las cuatro diagonales del cubo, Mr. Weiss explica estas anomalías que quitaban á la ley de simetría la generalidad, suponiendo que la naturaleza en ciertos casos no forma mas que semicristales, á los que da el nombre de *hemiédricos* para distinguirlos de los completos ú *homoédricos*. Los minerales disimétricos son:

El zinc.	El cobre gris.	La turmalina.
La pirita de hierro.	El zinc sulfurado.	La cal fosfatada.
El hierro arseniatado.	El cobre piritoso.	El zinc silicatado.
El cobalto gris.	El cuarzo.	

SISTEMA CRISTALINO. TIPO CRISTALINO. VARIACION DE FORMAS.

39. Un mismo mineral, hemos indicado (n.º 34) afecta numerosas y variadas formas cristalinas; pero todos los cristales

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

pertenec ntes á una misma especie pueden derivar de un poliedro único llamado forma primitiva ó fundamental. El conjunto de leyes, segun las cuales las formas cristalinas secundarias de una sustancia derivan de la primitiva, se designa con el nombre de *sistema cristalino*.

Conocemos el diamante bajo las formas cúbica (*l.* 2, *f.* 1), octaédrica (*l.* 2, *f.* 4), dodecaédrica romboida! (*l.* 2, *f.* 7) etc., las cuales se hallan entre sí en relacion geométrica y naturalmente derivan de modificaciones simétricas. Estas diversas formas constituyen el *sistema cristalino* del diamante.

El *sistema cristalino* de la pirita comprende las formas del cubo, del octaedro regular, del dodecaedro romboidal, derivavadas unas de otras como en el diamante; la del dodecaedro pentagonal (*f.* 25), producido de la manera que explicamos al hablar de las anomalías de simetría (n.° 33); la del icosaedro (*f.* 36) debido á la adicion de 8 caras á las 12 del dodecaedro pentagonal por medio de una truncadura en cada uno de los ocho ángulos sólidos regulares de este último, y por fin otras formas resultantes de las diversas combinaciones de las formas precedentes.

En el *sistema cristalino* de la barita sulfatada, una de las mas ricas en variedades cristalinas, el prisma romboidad recto (*f.* 32) da la forma primitiva á que se refieren, segun las leyes de simetría y por modificaciones diversas, el prisma recto rectangular (*f.* 31), diferentes prismas romboidales, el octaedro rectangular (*f.* 33), etc. — El sistema de la estronciana sulfatada deriva de un prisma recto romboidal por diferentes modificaciones, biseles, apuntamientos, etc. que dan prismas diversos.

40. Es preciso no confundir el tipo cristalino con la forma primitiva ni el sistema cristalino. El tipo es la naturaleza de la forma fundamental á que se refieren las derivadas, hecha abstraccion de las dimensiones y del valor de los ángulos. El

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

prisma romboidad recto, p. e., es un tipo cristalino; pero el prisma romboidal con un ángulo de 101.° 42' es la forma primitiva de la barita sulfatada, miéntras que el mismo prisma con un ángulo de 104.° es la fundamental de la estronciana sulfatada.

La barita y la estronciana sulfatadas pertenecen, pues, al mismo tipo cristalino; cristalizan, como se dice comunmente, en el mismo sistema, pero tienen formas primitivas distintas, y por consiguiente su sistema cristalino es diferente.

41. *Causas de las variaciones de formas en un mismo sistema cristalino.* — Pareceríanos admirable, que una misma sustancia pudiese afectar formas variadas, y que bajo la influencia de la fuerza de cohesion las partículas similares no se reuniesen siempre del mismo modo sino hubiésemos enumerado en el (n.° 16) los hechos que manifiestan, cuanto modifican el resultado de la cristalizacion las diversas circunstancias exteriores en medio de las cuales aquella se efectúa. El influjo pues de las causas exteriores, así en la naturaleza como en nuestros laboratorios, da, al parecer, razon de la variedad en la forma especial que la composicion química impondria á los minerales.

RELACIONES ENTRE LA FORMA CRISTALINA Y LA COMPOSICION QUIMICA. ISOMORFISMO. DIMORFISMO.

42. Comparando Haüy los sistemas cristalinos de minerales diferentes, dedujo dos consecuencias fundamentales que formuló en leyes, y consideró suficientes para explicar las relaciones que median entre la forma cristalina y la composicion química.

Estos dos principios son los siguientes:

1.° *Los minerales que poseen una composicion química idéntica, siempre pertenecen al mismo sistema cristalino, y los valores de los ángulos de la forma primitiva son los mismos.*

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

2.° *Los minerales que difieren en su composicion química, cristalizan de una manera diferente, y cuando poseen un sistema cristalino análogo, sus formas primitivas admiten ángulos diferentes.*

Sin embargo, estos principios en la actualidad no pueden ser tan absolutos, pues se encuentran por una parte sustancias minerales diferentes por su composicion química, pero que poseen un mismo sistema cristalino, y por otra sustancias idénticas en su composicion química que se refieren á dos sistemas cristalinos. Estas dos clases de excepciones son conocidas respectivamente con los nombres de *isomorfismo* y *dimorfismo*. Su descubrimiento es debido á Mitscherlich.

43. Isomorfismo. — Así se denomina la propiedad que tienen dos sustancias minerales de composicion química diferente de poseer el mismo sistema cristalino. El azufre y el selenio, al combinarse con el plomo, la plata, el zinc, etc., dan cristales de forma idéntica; la magnesia, la cal, los protóxidos de hierro, de manganeso y otros pueden tambien reemplazarse mutuamente, en toda proporcion, en un compuesto sin alterar su forma y, combinados con un ácido, formar sales que se parecen por la misma propiedad. Denomínanse *isomorfos* los cuerpos que pueden así sustituirse en una combinacion. Pero para que tenga lugar esta sustitucion, es preciso que las cantidades de los cuerpos isomorfos que se reemplazan se hallen en la misma relacion atómica con las cantidades de las otras sustancias componentes. Un egemplo hará mas comprensible esta condicion fundamental del isomorfismo.

Con el nombre colectivo de *piroxena*, Haüy estudió la *augita*, que se encuentra en los volcanes, y la *diópsida* que forma vetas en los esquistos talcosos de los Alpes, atendiendo meramente á la forma y prescindiendo de la diferencia en otros caractéres exteriores, en las facetaciones etc. He aquí su composicion.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

AUGITA.		DIÓPSIDA.	
Sílice.	49,01	Sílice.	54,64
Cal.	21,87	Cal.	24,94
Protóxido de hierro. .	27,45	Magnesia.	18,30

Estos resultados son, como se vé, muy diferentes; pero si buscamos la relacion atómica entre sus elementos, hallamos, en vez de diferencia, una identidad notable en las relaciones. Calculando las cantidades de oxígeno contenido en cada una de las partes, obtenemos el resultado siguiente:

AUGITA.			DIÓPSIDA.		
	Oxígeno.	Relaciones.		Oxígeno.	Relaciones.
Sílice. .	25,45	4	Sílice. .	28,34	4
Cal. . .	6,15	1	Cal. . .	7	1
Protóxido de hierro.	6,26	1	Magnesia.	7,10	1

La augita, pues, contiene cuatro átomos de sílice por uno de cal y uno de *protóxido de hierro;* y la diópsida cuatro de sílice por uno de cal y uno de magnesia. El protóxido de hierro y la magnesia se hallan, pues, en las condiciones de *sustitucion;* pueden reemplazarse mutuamente en los dos compuestos sin alterar la forma cristalina; en una palabra son *isomorfos*.

De ahí se deduce que, para que dos minerales tengan la misma composicion, no es ya necesario que contengan exacta y materialmente pesos iguales de los mismos cuerpos; basta que presenten en relacion idéntica cantidades de cuerpos que puedan desempeñar el mismo papel, es decir, cantidades de cuerpos isomorfos. Hecha esta observacion y definida así la composicion química, el isomorfismo no destruye en su generalidad la ley de Haüy.

44. DIMORFISMO. — Tal es el nombre con que se conoce la propiedad que tienen sustancias minerales de composicion ató-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

mica idéntica de cristalizar en formas incompatibles ó pertenecientes á sistemas distintos. Esta anomalía, observada por primera vez en el carbonato de cal que unas veces cristaliza en romboedros, *espato de Islandia,* y otras en prismas romboidales rectos, *aragonito*, se creyó dependiente de diferencias en la composicion química. Mas cuando Mitscherlich descubrió la doble forma del azufre, se modificaron las convicciones de varios mineralogistas y tuvo lugar una reaccion violenta. Debemos sin embargo decir, que esta derogacion de la ley fundamental de Haüy se exageró muchísimo, pues el corto número conocido de sustancias dimorfas no es mas que una excepcion notable de la ley general (1).

45. Las circunstancias exteriores ejercen una influencia suma en el fenómeno que nos ocupa (n.° 23): la temperatura modifica de una manera especial las disposiciones de las moléculas y por consiguiente el sistema cristalino.

GRUPOS CRISTALINOS.

46. Así como el exámen comparativo de las formas secundarias de un mismo sistema cristalino ha conducido á reconocer una forma primitiva, que las comprende todas geométricamente y las resume, así tambien el cotejo de las diversas formas primitivas ha manifestado, que todas ellas pueden referirse á un pequeño número de formas análogas ó *tipos* (n.° 40) de que todas ellas se deducen rigurosamente, y en cada una de los cuales no difieren unas de otras sino por el valor de sus ángulos.

(1) Las sustancias dimorfas son: el *azufre;* — el *carbonato de cal;* — el *carbono;* — el *óxido de titano;* — el *hierro oligisto;* — el *sulfuro de hierro;* — el *carbonato de hierro;* — el *carbonato de plomo;* — el *ácido arsenioso;* — los *sulfatos de magnesia, de zinc, de níquel, los seleniatos de zinc y de níquel, y el melitato de amoniaco.*

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Estos tipos diferentes é incompatibles, segun los cuales se disponen todos los cristales, y que en cierto modo son puntos de partida para todas las formas cristalinas, se reducen á seis. Se les designa especialmente con el nombre de *tipo cristalino*, y al conjunto de los cristales que cada tipo comprende con el de *grupo ó sistema cristalino;* de modo que la ciencia de los cristales se reduce, en última análisis, al conocimiento de las propiedades de estos tipos.

47. La eleccion de cada una de las formas típicas, como se concibe, es indiferente, pues que efectuándose las modificaciones que dan orígen á las formas derivadas de un mismo grupo bajo las mismas condiciones de simetría, y estando estas formas enlazadas entre si por relaciones geométricas, necesariamente se explican todas las formas secundarias, cualquiera que sea la que haya servido de punto de partida. Hemos visto, que el diamante afecta la forma cúbica, la octaédrica regular, la dodecaédrica romboidal, etc.; pero es evidente que si la generacion del octaedro puede ser representada como dependiente de truncaduras en todos los ángulos sólidos del cubo (*l.* 2, *f.* 1, 2, 3 y 4), la del cubo puede á su vez ser figurada como el resultado de truncaduras en todos los ángulos sólidos del octaedro (*f.* 4, 3, 2 y 1). Lo que decimos del diamante es tambien aplicable á la pirita que nos ofrece las mismas formas (n.º 39), y pudiéramos arbitrariamente tomar el cubo ó el octaedro por tipo de estas dos sustancias, que, segun las definiciones precedentes, se colocan en el mismo grupo. Por razones análogas, la barita y la estronciana sulfatadas tienen por tipo comun el prisma recto romboidal y pertenecen á un mismo grupo.

Procediendo en todas las especies minerales del modo que acabamos de hacer con las cuatro sustancias que nos han servido de egemplo, ha sido dable establecer los seis tipos cristalinos fundamentales; y como la forma prismática es la mas sencilla, la mas fácil de retener y la que mas se aproxima á los cristales naturales, á ella generalmente se refieren todos los tipos. Las

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

seis formas prismáticas fundamentales, ó los seis tipos cristalinos conocidos, son:

1.° el *cubo* (*l.* 2, *f.* 1);
2.° el *prisma recto de base cuadrada* (*f.* 29);
3.° el *prisma recto de base rectangular* ó *romboidal* (*f.* 31;
4.° el *romboedro* (*f.* 34);
5.° el *prisma oblicuo de base rectangular* ó *romboidal* (*f.* 37);
6.° el *prisma oblicuo de base de paralelógramo oblicuángulo*.

ESTUDIO GENERAL Y COMPARADO DE LOS SEIS GRUPOS CRISTALINOS.

48. Al estudio especial, aunque somero, de los grupos cristalinos, harémos preceder el de los caractéres geométricos y físicos generales que distinguen ó aproximan una á otra las seis formas típicas predichas, por facilitarnos este conocimiento el comprender en globo las relaciones mutuas de estos grupos.

Entendemos aquí por *caractéres geométricos* los que nos proporciona la medida de las inclinaciones mutuas de las caras en cada sólido ó en sus derivados, y conducen á la determinacion de la naturaleza geométrica de estos poliedros. —Denomínanse *caractéres físicos* los que emanan del número de partes de especies distintas, y por consiguiente del número de modificaciones diversas que un cristal puede ofrecernos.

49. Si en cada una de las seis formas típicas concebimos tres ejes que reunan el centro de las caras opuestas (n.° 26) y en torno de las cuales se hubiesen dispuesto las diferentes partes sometidas á la ley de simetría, como lo hemos representado (*l.* 2, *f.* 1, 29, 31, 34, 37, 41), observamos que estos ejes son *rectangulares* entre sí en los tres sólidos primeros y *oblicuos* en los tres últimos.

50. Los sólidos que comprende cada una de las categorías establecidas de esta suerte, se corresponden dos á dos por las relaciones que existen entre los ejes. Así los tres ejes rectan-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

gulares del *cubo* son iguales entre si de la misma manera que los tres oblicuos del *romboedro* : el *prisma recto de base cuadrada* tiene dos iguales (l, n) y uno desigual m), lo mismo que el *prisma oblicuo de base rectangular* ; el *prisma recto de base romboidal* y el *oblicuo de base de paralelógramo oblicuángulo* tienen los tres ejes desiguales.

51. Cada tipo cristalino posee un número particular de elementos constitutivos. En el primero se cuentan dos , en el segundo tres , en el tercero y cuarto cuatro , bien que de distinta naturaleza, en el quinto siete y en el último diez. Al examinar los grupos en particular estudiarémos estas diferencias.

52. Los seis tipos cristalinos , atendidas sus propiedades físicas y el órden que hemos adoptado en su estudio , forman pues una especie de série en la cual el número de elementos variables aumenta gradualmente desde el primero al sexto , y en que la diferencia de uno á otro sobresale claramente, como consistiendo en la adicion de partes distintas. Ademas sabiendo que las modificaciones se efectúan del mismo modo en las partes idénticas, y diferentemente en las partes de especies distintas , tenemos ya la llave de las formas derivadas que podrán ofrecerse en cada grupo.

53. Conócense en cada grupo varias de estas formas derivadas de naturaleza análoga , pero con caractéres geométricos diferentes, resultantes de los caractéres mismos del tipo á que se refieren. Así existen seis especies de octaedros que son : el *octaedro regular* de la geometría en el primer grupo ; — *octaedros de base cuadrada* en el segundo ; — *octaedros rectangulares* ó *romboidales* en el tercero ; — *octaedros irregulares* diversos en los tres últimos grupos. — Creemos suficiente el egemplo de los octaedros para demostrar , que estando todas las formas cristalinas de un mismo grupo enlazadas entre si por relaciones geométricas y físicas determinadas , se puede tomar arbitrariamente por tipo una forma sencilla cualquiera , á que todas las demas se refieran.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

54. Respecto del modo de determinar á que grupo debe pertenecer el cristal cuya forma estudiemos, es evidente, que apelaremos especialmente á la medida de los ángulos, por permitir esta, dando las inclinaciones de las caras, prolongar algunas de ellas, ó concebir truncaduras simétricas de las aristas ó de los ángulos que conducen á la construccion geométrica de la forma típica.

PRIMER GRUPO CRISTALINO.

Forma típica: el cubo.

55. El CUBO (*l.* 2, *f.* 1) está terminado por seis cuadrados iguales, dispuestos en torno de tres ejes rectangulares iguales entre si. Se compone de dos suertes de elementos: ocho ángulos sólidos triedros de la misma especie y doce aristas tambien ¡dénticas. Las modificaciones se verificarán pues simultaneamente en todas las aristas ó en todos los ángulos, y, salvos los casos de disimetría, serán de la misma naturaleza.

I. *Modificaciones en los ángulos.*

Las truncaduras que modifican los ángulos pueden ser en número mayor ó menor, es decir; una, tres ó seis.

56. *Una sola truncadura*: OCTAEDRO. — Si una fuerza cualquiera, obedeciendo á la ley de simetría, trunca por igual los ángulos sólidos del cubo, de modo que cada uno de estos sea reemplazado por una faceta, resultará un sólido cuya forma general permanecerá cúbica, pero que presentará ocho facetas triangulares en cada ángulo (*l.* 2, *f.* 1). Si estas facetas se estienden, reducirán gradualmente las caras primitivas del cubo (*f.* 3) hasta hacerle desaparecer y dar orígen al *octaedro regular*. Este sólido de ocho caras, cada una de las cuales es un triángulo equilátero (*f.* 4), es, pues, una *forma derivada* del

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

cubo; las formas 2 y 3 que nos han servido para hacer comprender la generacion de este sólido, son á veces denominadas *formas de tránsito*.

Es evidente, que pudiera elegirse el octaedro para sólido generador del cubo, y que resultaria este poliedro por truncaduras en los seis ángulos sólidos, como lo manifiestan las mismas *fig.* 3 y 2 que enlazan al cubo y al octaedro (1). Esta observacion pudiera hacerse respecto de los otros sólidos que vamos á estudiar.

57. *Tres truncaduras :* TRAPEZOEDRO. — OCTOTRIEDRO. — Si cada ángulo sólido del cubo se halla modificado por tres truncaduras que correspondan á las tres caras adyacentes, obtenemos un poliedro cual el de la *fig.* 10. Estas pequeñas facetas, cuando se ensanchan lo suficiente para cruzarse, dan orígen al *trapezoedro*, sólido de 24 caras trapezoidales (*f.* 11).

Si las tres facetas modificadoras, en vez de corresponder á las caras adyacentes del cubo, correspondiesen á las aristas, resultaria tambien un sólido de 24 caras, con la diferencia que estas fueran triángulos isósceles. Este sólido entónces recibe el nombre de *octotriedro*; pero se le puede considerar análogo á un octaedro que presentara reemplazada cada una de sus caras por un apuntamiento triple, por lo que ha sido llamado *octae-*

(1) Muchas veces, en vez de presentar las modificaciones de que se trata como resultantes de truncaduras, se las supone producidas por la aposicion de planos tangentes en las aristas; mas ambos procederes conducen al mismo resultado. El primero, el que hemos adoptado, da sólidos derivados de dimensiones mas pequeñas que las del cubo, pues á espensas de estos son tallados los sólidos derivados como representa la *lám.* 2; el segundo daria sólidos derivados de dimensiones mayores puesto que el cubo estaria contenido bajo los planos tangentes. No olvide el alumno, que solo tratamos de explicar la generacion de los poliedros derivados por medio de relaciones geométricas y físicas, y que la naturaleza no procede realmente acomodándose á ninguno de los dos métodos.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

dro piramidal (*f.* 14).—La generacion del trapezoedro puede tambien representarse realizada por dos truncaduras en cada arista del octaedro, como lo manifiestan las *fig.* 13 y 14, y aun considerarse producida por un apuntamiento cuádruplo en los ángulos del octaedro, como indica la *fig.* 12.

58. *Seis truncaduras: sólidos de 48 caras.*—Seis truncaduras en cada ángulo del cubo (*f.* 15) le transforman en un sólido cuyas 48 caras son triángulos escalenos. Cuando el sólido presenta una forma general cúbica análoga á la de la figura 15, á veces se designa con el nombre de *hexaquisoctaedro* que recuerda sus relaciones con el cubo; cuando toma la forma de la fig. 16, se le distingue con el nombre de *octoquishexaedro* que expresa sus relaciones con el octaedro. En efecto, podemos figurarnos el sólido de 48 caras como producido por un apuntamiento séxtuplo en cada cara del octaedro, y tambien por un apuntamiento de ocho caras en cada ángulo de este último sólido.

II. *Modificaciones en las aristas.*

El número de truncaduras en las aristas es tan variable como en los ángulos. Veamos cuales son los sólidos generados por una ó dos de estas truncaduras.

59. *Una truncadura:* DODECAEDRO ROMBOIDAL. — Cada arista del cubo, truncada simétricamente, es sustituida por una faceta que al principio no altera la forma general de aquel (*f.* 5); estas facetas, si se amplian mas, dan un sólido en que todavía se observan vestigios de las caras primitivas del cubo (*f.* 6); pero prolongándolas hasta suprimir las caras del cubo, se produce un sólido cuyas doce caras son rombos, coordinados simétricamente con relacion á los ejes del cubo primitivo, esto es el *dodecaedro romboidal* (*f.* 7). Se concibe que truncaduras en las 12 aristas del octaedro darian el dodecaedro: Aquellas al principio engendrarian el sólido representado

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

en la *fig.* 9; ampliadas mas el de la *fig.* 8, que naturalmente conduce al dodecaedro romboidal (*f.* 7). Observarémos, que truncaduras simétricas en ciertos ángulos del dodecaedro, por el contrario, conducirian mediante el tránsito de las *fig.* 8 y 9 al octaedro.

60. *Dos truncaduras:* HEXATETRAEDRO. —Dos truncaduras en cada arista del cubo (*f.* 17) dan con su prolongacion suficiente un sólido limitado por 24 caras triangulares isósceles, diferente del octaedro piramidal; es decir el *hexatetraedro* ó *cubo piramidal*. Bien se echa de ver que se pudiera tambien engendrar este sólido por truncaduras en los ángulos del octaedro.

III. *Sólidos disimétricos.*

61. TETRAEDRO. —Si suponemos que las caras del octaedro (*f.* 4) faltan de dos en dos, y que las restantes se prolongan hasta hacer desaparecer progresivamente cuatro de sus caras, llegamos por la *fig.* 19 á la 20 que es la de un *tetraedro regular*, sólido de cuatro caras, procedente de triángulos equiláteros. Truncando las aristas del tetraedro (*f.* 21) se obtendrán seis facetas, que con su ampliacion producen la forma disimétrica indicada como peculiar á la boracita (n.° 38). Prolongándose suficientemente para borrar las primeras caras del tetraedro, las seis facetas conducen por último al cubo (*f.* 22).

62. DODECAEDRO PENTAGONAL. — ICOSAEDRO. — Ciertas sustancias, p. e. la pirita, cristalizan en cubos únicamente modificados en la mitad de sus aristas, de modo que faltan las facetas paralelas como teóricamente indica la *fig.* 23. El sólido disimétrico generado por estas modificaciones se presenta como en la *fig.* 24, que conduce fácilmente á otro compuesto de 12 pentágonos simétricos y denominado *dodecaedro pentagonal* (*f.* 25). Este dodecaedro no pertenece al regular de la geometría, porque ni aun sus caras son pentágonos regulares.

Consta el dodecaedro pentagonal de veinte ángulos sólidos,

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

doce irregulares (*a*), y ocho regulares (*e*), que ocupan la posicion de los del cubo inscrito. Si se verifica una truncadura en los ocho ángulos regulares las facetas producidas son ocho triángulos equiláteros, y las antiguas facetas pentágonas están transformadas en doce triángulos isósceles. El sólido de veinte caras triangulares, que se deriva así, se llama *icosaedro* (*f.* 20). Para indicar las relaciones que acabamos de explicar, hemos reunido en una misma figura (*f.* 27) el dodecaedro pentagonal y el icosaedro.

63. Las sustancias principales que pertenecen á este grupo son:

el *diamante*, que se presenta en cubo, en octaedro, en dodecaedro romboidal, etc. (n.° 32);

la *pirita*, que comprende, á mas de las formas que acabamos de indicar para el diamante, el dodecaedro pentagonal, el icosaedro, etc. (n.° 33);

el *alumbre*, que cristaliza en octaedro;

la *sal comun*, que cristaliza en cubo;

el *granate*, que cristaliza en dodecaedro romboidal, en trapezoedro, etc.;

la *boracita*, que cristaliza en tetraedro, en cubo, etc.

SEGUNDO GRUPO CRISTALINO.

Forma típica; el prisma recto de base cuadrada.

64. Este sólido puede considerarse como un cubo, cuyo eje vertical se hubiera prolongado (*l.* 2, *f.* 20). Los diversos elementos del cristal son: 1.° ocho ángulos sólidos triedros (*a*); 2.° ocho aristas horizontales (*b*) ó de las bases; 3.° cuatro aristas del prisma (*c*) ó verticales. Esta figura es, pues, susceptible de tres suertes de modificaciones simétricas, aisladas ó simultaneas.

65. Si el prisma se modifica aisladamente en sus aristas laterales, se concibe que dará nacimiento á otro prisma semejante

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

pero inverso, es decir, que tendrá sus caras donde el primero mostraba sus aristas y recíprocamente. Si la modificacion se efectúa en las aristas de ambas bases, y las facetas que nacen se ensanchan suficientemente para cruzarse, se genera un *octaedro*, que no será el regular del primer grupo, sino un *octaedro de base cuadrada* (*f.* 30), pues que la seccion horizontal del prisma generador es un cuadrado, al paso que la vertical es un rectángulo. Es evidente, que truncándose los ocho ángulos sólidos obtendriamos tambien un octaedro de base cuadrada, que pudiera por otra parte considerarse como producido por truncaduras en las aristas de las bases del prisma inverso de que anteriormente hablamos.

Del octaedro de base cuadrada puede, á su vez, hacerse derivar el prisma tambien de base cuadrada por medio de truncaduras horizontales en los dos vértices, y por truncaduras verticales en cada una de las aristas de la base del octaedro. Si fuese útil extender nuestras consideraciones á todos los derivados del segundo grupo, tanto como lo hicimos para el primero, hallariamos en este y en los siguientes aquella rigurosa trabazon que hace, por decirlo así, todas las formas solidarias unas de otras.

66. De las sustancias minerales que se refieren á este grupo citaremos el

mineral de estaño y la *idocrasa*, que se presentan bajo forma de prismas, y

el *cobre piritoso*, que se nos ofrece en octaedro de base cuadrada.

TERCER GRUPO CRISTALINO.

Forma típica: el prisma recto de base rectangular ó romboidal.

67. Los tres ejes del prisma recto que sirve de tipo á este grupo (*l.* 2, *f.* 31 y 32) son rectangulares como en los grupos precedentes; pero todos desiguales. Los elementos de que

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

se compone este cristal (*f.* 31) son : 1.° ocho ángulos sólidos triedros (*a*); 2.° cuatro aristas en cada base, dos largas (*b*) y dos cortas (*c*) y cuatro verticales (*d*). Cabe pues, que el prisma rectangular ofrezca cuatro especies de modificaciones simétricas, aisladas ó simultaneas.

68. Una truncadura en las aristas verticales da un prisma recto inverso cuya base es un *rombo* (*f.* 32). El *prisma recto de base romboidal* es mas frecuente en la naturaleza que su generador, el rectangular, por cuya razon varios mineralogistas lo consideran como la forma típica del grupo que estudiamos. Insiguiendo nosotros á Beudant, hemos reunido estos dos prismas al designar el tipo cristalino.

Las truncaduras que en el prisma recto rectangular modificarian á la vez las dos especies de aristas de las bases, darian un *octaedro de base rectangular* (*f.* 33), pues que la seccion horizontal del prisma generador es un rectángulo; mas si las mismas truncaduras afectasen á las mismas aristas en el prisma recto romboidal, producirian evidentemente un *octaedro de base romboidal*, que es fácil representarse. De las cuatro formas principales que acabamos de indicar derivan, por medio de varias especies de modificaciones, cuyas combinaciones nos es fácil prever, todos los sólidos que nos presentan los pertenecientes al tercer grupo.

69. Entre los minerales que nos pueden servir de egemplo hay el

Sulfuro de antimonio, el *nitro*, el *oropimente*, el *sulfato de barita*, y el *topacio* que se nos ofrecen en prismas, y

el *azufre* que afecta la forma del octaedro.

CUARTO GRUPO CRISTALINO.

Forma típica : el romboedro.

70. El romboedro (*l.* 2, *f.* 34) es el mas simétrico de todos los sólidos generados con los ejes oblicuos, y el que da

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

lugar, como el cubo, á las derivaciones mas complexas. Los elementos constitutivos de este paralelipípedo, que tiene seis caras rombas iguales y los tres ejes iguales entre si, son: dos especies de ángulos, dos ángulos verticales (*a*) y seis laterales (*c*) formados por la reunion de un ángulo obtuso, y de dos agudos; seis aristas (*b*) culminantes que se reunen tres en el vértice superior y tres en el inferior, y seis aristas laterales, dispuestas en zigzag en torno del eje (*x*). Como tal se considera la diagonal que une los dos vértices del romboedro.

Siendo cuatro los elementos del romboedro, admitirá cuatro sistemas de modificaciones, sea que se presenten aislada ó simultaneamente.

71. De las mas de estas modificaciones derivan tambien diversos romboedros mas agudos ó mas obtusos. Así truncaduras hechas en los ángulos vértices dan apuntamientos de tres caras, uno superior y otro inferior que engendran con su interseccion un romboedro; truncaduras en los ángulos laterales, oblicuamente al eje, conducen á un romboedro inverso del primitivo, y truncaduras en las aristas culminantes producen un romboedro cuyo eje tiene la misma altura que el romboedro primitivo, por lo que se ha denominado romboedro *equieje*.

Truncaduras desigualmente inclinadas en las seis aristas laterales, ó, en otros términos, la aposicion de planos desigualmente inclinados sobre estas aristas, dan orígen á dos caras en cada una de ellas, y los sólidos que resultan de esta clase de modificaciones se componen de doce triángulos escalenos iguales, y reciben el nombre de *dodecaedros triangulares, metastáticos* ó de *escalenoedros* (*f.* 35).

Una truncadura en las seis aristas laterales, hecha paralelamente al eje, producirá cuatro caras que, combinadas con las tres superiores é inferiores que subsistirán de los dos vértices del romboedro, formarán un *prisma de seis caras* ó el *prisma hexaedro piramidal*. Si se supone que el apuntamiento piramidal que subsiste en cada base de este último prisma sufre una

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

truncadura en los ángulos vértices, se obtiene un *prisma hexágono regular*. Una truncadura en cada una de las aristas de las bases de este último prisma conduce á un *dodecaedro triangular isósceles:* de una truncadura en cada ángulo vértice del romboedro, prolongado hasta que el plano secante cruce los ángulos laterales, ó lo que es lo mismo, hasta los extremos de las diagonales, resulta un *octaedro* (*f.* 36).

72. Los minerales mas notables que cristalizan en este sistema son:

el *hierro oligisto*, los *carbonatos de hierro*, de *manganeso*, de *magnesia*, de *zinc* y de *cal*, el *cuarzo*, la *turmalina*, la *mica*, el *corindon* y la *esmeralda*.

QUINTO GRUPO CRISTALINO.

Forma típica: el prisma oblicuo romboidal ó rectangular.

73. En el prisma, tipo de este grupo (*l.* 2, *f.* 37), hay dos ejes oblicuos iguales (*n*, *l*) y uno desigual (*m*); sus secciones transversales dan rombos, y los lados de la base son iguales. Atendidas estas diferentes propiedades, Haüy dió á este prisma el nombre de *prisma oblicuo simétrico*. Sus elementos son siete:

Dos ángulos triedros (*a*) opuestos en el extremo de una diagonal;

Otros dos ángulos (*c*) colocados de un modo análogo;

Cuatro ángulos (*e*), dos en la base superior y dos en la inferior;

Cuatro aristas (*i*), dos en la base superior y dos en la inferior;

Cuatro aristas (*o*) dispuestas del mismo modo;

Dos aristas verticales (*r*), y otras dos tambien verticales (*s*).

Siete son las modificaciones que pueden realizarse sobre el prisma romboidal; mas como la naturaleza no presenta todas

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

las que resultarian de las combinaciones del arte, nos limitarémos á citar las mas notables.

74. Si en las aristas verticales se efectúan truncaduras paralelas á los planos de las diagonales (*f.* 38) que hagan desaparecer el prisma romboidal, resulta un *prisma rectangular oblicuo* que tambien se toma por tipo del grupo cristalino en cuestion. — Las truncaduras que no afectasen mas que las aristas verticales de una misma especie, paralelamente al plano de la diagonal opuesta, darian un *prisma de seis caras simétricas* (*f.* 39). — Si las aristas de las dos especies (*o* é *i*) sufren á la vez una truncadura, el sólido generado es un *octaedro escaleno de base romba* (*f.* 40) ú *octaedro escaleno simétrico*, cuya altura es igual á la del prisma que le dió orígen.

75. El *borraj*, la *caparrosa verde*, el *yeso*, la *hornblenda*, la *augita* y el *feldespato*, son sustancias que se refieren á dicho grupo cristalino.

SEXTO GRUPO CRISTALINO.

Forma típica: el prisma oblicuo asimétrico ó de base de paralelógramo oblicuángulo.

76. Los tres ejes oblicuos de este prisma (*l.* 2, *f.* 41) son desiguales y, como no existe ninguna simetría en este sólido, Haüy le ha dado para distinguirle del tipo precedente (n.º 73) el nombre de *prisma oblicuo no simétrico*. Los diez elementos de que consta son todos diferentes; cuatro especies de ángulos triedros, formados por ángulos planos diferentes y que se hallan opuestos por las diagonales, y seis especies de aristas, cuatro de cada base y dos de aristas verticales.

77. Este sistema admite, pues, diez géneros de modificaciones; pero á pesar de ser tan considerable este número, son ménos complicadas en la naturaleza, y solo resultan de simples truncaduras, que las mas de las veces se producen aisladamente en

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

las partes de una misma especie, algunas simultaneamente en varias, cual lo demuestra la *fig.* 42, en que fueron truncados ciertos ángulos y ciertas aristas. De truncaduras simultaneas en las cuatro aristas de las bases ó en los cuatro ángulos resultan *octaedros escalenos de base de paralelógramo* ú *octaedros escalenos no simétricos*, que con suma facilidad podemos representarnos.

78. La *caparrosa azul*, la *albita*, y la *axinita*, cuyos cristales se nos ofrecen afectando la forma de la *fig.* 42, pertenecen á este grupo.

DEFORMACION Y OBLITERACION DE LOS CRISTALES.

79. No siempre los minerales se presentan cristalizados de una manera regular; muchas veces sus formas aparecen alteradas. Así el octaedro regular por la prolongacion excesiva de cuatro de sus caras puede afectar una forma análoga á la de un prisma recto biselado, y por truncaduras muy aproximadas á la base comun de sus dos pirámides dar nacimiento á cristales ensanchados en tablas, que se denominan *tabulares*, ó bien á simples láminas biseladas. Del mismo modo prismas, romboedros, escalenoedros, diferentemente deformados y prolongados, se vuelven *bacilares* ó en forma de baston, *aciculares* ó en forma de agujas, *capilares*, etc.

80. El número de facetas que modifican las aristas ó los ángulos de un cristal puede á veces ser tan considerable, que dichas aristas ó ángulos sean completamente obtusos y el cristal redondeado pierda asi su regularidad geométrica; mas esta obliteracion, debida á la multiplicidad de facetas, en general no impide reconocer el sistema á que pertenece el cristal, ni puede constituir una excepcion á la ley segun la cual los poliedros de los cristales se hallan terminados por caras planas, como ya hicimos observar en el (n.º 24). Cabe tambien, que la obliteracion dependa de una irregularidad en la marcha de la

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

evaporacion ó de la absorcion de la humedad atmosférica por el líquido, pues estas circunstancias dan, al ménos en nuestros laboratorios, cristales cuyas aristas y ángulos son embotados y cuya superficie es rugosa.

Cuando la obliteracion de las partes angulosas se verifica en trapezoedros, romboedros etc., los cristales se vuelven *esferoideos*, sin que por esto dejemos de reconocer los vestigios del sistema cúbico, como en el diamante y en el granate.

Los prismas dodecágonos, octógonos y hexágonos, redondeándose, presentan configuraciones *cilindroideas*, y nos permiten tambien referirlos al sistema del prisma recto de base cuadrada.

La obliteracion de los sólidos de formas aplanadas da cristales *lenticulares;* la de los escalenoedros y dodecaedros las configuraciones *ovoideas*, *seminiformes* ó en grano de trigo, *doliiformes* ó en tonel, etc.

81. De la misma manera que se deforman las partes angulosas y se amplian las caras volviéndose bombadas y curvilineas, pueden los cristales tener solo las aristas bien definidas, y presentar las caras irregulares y huecas. Al parecer la causa de semejante deformacion es debida á la presencia de una materia pulverulenta, algo pesada, en la disolucion concentrada que cristalizaba, pues aquella, cuando ligera, se halla por el contrario contenida en el cristal, y toma una posicion relativa á la forma geométrica del sólido. Así es que en Bretaña la materia negra de los esquistos se halla en ciertas sustancias, denominadas *macles*, colocada en el centro, en los ángulos, ó segun las diagonales.

Hay una causa mecánica que tambien oblitera los cristales, esto es el frote á que se hallan sometidos los cuerpos que permanecen en el agua. Se les reconoce por su forma generalmente redondeada y su superficie pulida; forman segun su volúmen masas, cantos rodados y arenas.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

AGRUPAMIENTO DE LOS CRISTALES.

82. Los cristales no siempre se hallan aislados, como acabamos de manifestar; las mas de las veces forman grupos regulares é irregulares. El agrupamiento es regular cuando se reunen por sus caras ó aristas homólogas de igual extension, en cuyo caso la masa cristalina puede presentar la misma forma de los cristales que la constituyen, ó afectar otra del todo diferente. Si se unen en pequeños cristales cúbicos por sus caras, puede resultar un gran cristal de forma cúbica y facetable que fácilmente se tomaria por un sólido único (*l.* 1, *f.* 12); si estos mismos cubos se asocian por sus aristas ó se reunen por sus caras de modo que sea mas numeroso en una direccion que en otra, la masa que ellos formarian no reproduciria la forma de los pequeños cristales componentes, sino que pudiera ser la de un prisma cuadrado, rectangular, etc. Se concibe, que el agrupamiento regular de los diversos sólidos debe dar nacimiento á formas muy numerosas, que se pueden fácilmente explicar teniendo en cuenta el valor geométrico de las partes asociadas, y que en general se reconocen por la existencia de ángulos entrantes que no se hallan en los cristales aislados (n.º 23 y 24). Los prismas modificados en sus extremos se reunen á veces por sus biseles y producen formas en estrella, en rosa, en cruz etc. Así es que cuatro prismas romboidales reunidos rectangularmente en la estaurótida (*l.* 1, *f.* 13) forman una cruz á la cual esta sustancia debe su nombre.

83. TRASPOSICION. — HEMITROPIA. — Entre los agrupamientos que obedecen á ciertas leyes apreciables, hay algunos que se presentan cual si fuesen debidos á que un cristal único hubiese sido partido en dos mitades, y á que una de estas hubiese en seguida dado una sesta parte ó una media revolucion sobre la otra; este movimiento teórico en el primer caso es designado con el nombre de *trasposicion*, y en el segundo con

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

el de *hemitropia*. Muchas veces se da indistintamente el nombre de *macles* á los agrupamientos que acabamos de estudiar.

84. El agrupamiento es irregular cuando los ejes de los cristales no se cruzan siguiendo una ley uniforme en toda la masa cristalina que componen por su asociacion. De las formas que así se originan citarémos las siguientes:

Las *dendritas*, especies de arborizaciones que unas veces forman arbolitos salientes, muchas un relieve en la superficie de otros cuerpos; ó aun otras penetran en su masa, como en las ágatas arborizadas;

Las configuraciones *coraloideas*, que resultan del agrupamiento de cristales aciculares formando, en torno de diferentes ejes, ramos redondeados, contorneados y enlazados, como las ramas del coral. No son mas que una especie de dendritas, cuyos pequeños cristales componentes se hubiesen deformado y obliterado;

Las *tremias*, suertes de pirámides huecas, que remedan embudos angulosos, y están formadas por la sobreposicion de cristales en zonas ó en marco, que van disminuyéndose de la base al vértice. Si las zonas son circulares, en vez de angulosas, resultan conos que podemos observar en las aguas saturadas de carbonato calizo;

Los *mamelones y riñones cristalinos*, cuyos cristales se agrupan de un modo fortuito constituyendo una masa, en cuyo interior se deforman mutuamente por la presion y cuya superficie erizan. La resistencia del medio en que se efectúa la cristalizacion parece ser la causa de la formacion de esas masas globulosas, ovoideas, tuberculosas, nudosas, etc.

FÓRMAS ACCIDENTALES.

85. Así se denominan las formas que los minerales afectan cuando sus moléculas, al reunirse, no obedecen á las leyes de cristalizacion. — Refiriendo á sus causas estas diferentes formas se pueden distinguir ocho suertes principales.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

86. I. *Formas debidas al movimiento de las aguas.* — A esta causa deben la formacion las *estalactitas*, *estalagmitas* y *pisolitas*.

Las *estalactitas* son concreciones prolongadas, de forma cónica, resultantes de la filtracion de un líquido incrustante al traves de las bóvedas de las cavidades subterraneas. Las primeras gotas suspendidas en la pared superior de la cavidad dejan, evaporándose, una pequeña cantidad de materia sólida que aumenta de volúmen con la evaporacion de las nuevas gotas que caen, y que así forma el punto de partida del depósito cónico que crece incesantemente á la par que va descendiendo su vértice. Las gotitas precipitadas de la estalactita forman en el suelo un depósito correspondiente, pero mas aplanado, que se eleva verticalmente hácia el primero y se denomina *estalagmita*. De ambos depósitos, cuando se reunen, resulta una columna de base ensanchada que simula ser el sustentáculo de la bóveda.

Las *pisolitas* son glóbulos calizos formados por capas concéntricas, dispuestas en torno de un nucleo, que á veces es de la misma naturaleza de las capas, pero que tambien puede ser formado por una sustancia estraña. Fórmanse en el seno de las aguas cargadas de materias en disolucion, cuyo movimiento comunmente tiene suspendido el pequeño nucleo central, en torno del cual se deposita la materia disuelta en el líquido.

87. II. *Formas por aglutinacion.* — Cuando las aguas que tienen en disolucion una sustancia mineral, pasan ó permanecen en medio de materias pulverulentas, muchas veces las aglutinan bajo formas diversas, que de vez en cuando son cristalinas. Las arenas que forman parte de la arenisca de Fontaineblean han sido reunidas de este modo por aguas saturadas de carbonato calizo afectando una forma romboédrica.

88. III. *Formas por incrustacion.* — Las aguas que brotan de las montañas, principalmente de las calizas, y se hallan saturadas de carbonato de cal disuelto por un exceso de ácido carbónico, dejan á veces precipitar la materia disuelta sobre los objetos inmergidos en su seno, cubriéndolos de una pelí-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

cula que no altera su forma general. De este modo se han producido las incrustaciones de huevos, de nidos de aves, de hojas, de ramas, etc., á que vulgarmente se da el nombre impropio de *petrificaciones*. San Miguel del Fay (Cataluña) se ha hecho célebre por sus variadas y hermosas incrustaciones.

89. IV. *Formas debidas á la resistencia de los medios.* — Si la resistencia de los medios puede darnos razon de las formas globosas, de los mamelones y de los riñones cristalinos, cabe suponer que la misma causa produce las configuraciones reniformes de las sustancias que se consolidan en el seno de las materias blandas, formando meramente *riñones* de superficie lisa que, cuando muy pequeños, toman los nombres de *nódulos* y *almendritas*. Estos riñones, cuando son huecos y se hallan interiormente tapizados de cristales ó llenos de una materia pulverulenta que puede desprenderse de sus paredes y moverse libremente, tienen el nombre de *geodas*.

En las células de las escorias de nuestros hornos ó al traves de los poros de nuestros vasos se encuentra á veces una sustancia prolongada en *filamentos capilares* sin regularidad, reducida unas veces por la contraccion de la masa que la circuye en un espacio estrecho, y otras arrastrada por la evarporacion; mas debemos distinguirlos de los agrupamientos capilares de los cristales. Así pueden formarse las *venas y filones metálicos*.

90. V. *Formas por retraccion.* — Cuando una masa pastosa se deseca, esperimenta en su totalidad una contraccion, una retraccion que la agrieta en todos sentidos. Este fenómeno debido á la evaporacion del agua ó al enfriamiento explica las rajas que ora dividen la masa en fragmentos regulares de diversas formas, p. e. los prismas de los *basaltos* y de los *pórfidos*, ora dejan entre si oquedades y dan al conjunto del depósito la apariencia de una columnata; ora ofrecen, cuando aquellas están llenas de una materia estraña infiltrada, que persiste sola despues de la desaparicion de la materia primitiva, una masa celular análoga á un panal de cera.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

91. VI. *Formas moldeadas.* — Algunos minerales reciben prestada su forma de otras sustancias, sobre todo cuando al solidificarse se deponen en cavidades precedentemente ocupadas por cristales cuya configuracion regular reproducen, ó por séres organizados, conchas y otros cuya figura conservan. Así pueden amoldarse sustancias en las grietas de que acabamos de hablar, y tambien formarse las venas y filones metálicos (n.º 89). Otras veces los cuerpos han sido envueltos por su superficie exterior, y el molde que han dejado entónces les reproduce en hueco.

92. VII. *Petrificacion.* — Es la sustitucion de una sustancia mineral á otra orgánica, molécula por molécula, de modo que se reproduzca con todos los detalles mas delicados. Así se nos ofrecen en el estado lapideo conchas, madreperlas, maderas, etc. no solo bajo su forma exterior, si que tambien con todos los caractéres mas delicados de su extructura. Es preciso no confundir las formas debidas á la petrificacion con las que producen la incrustacion y el moldeo.

93. VIII. *Epigenia.* — Por epigenia se entiende la sustitucion química de los elementos de una sustancia por otra, de suerte que la que le reemplaza adquiere muchas veces una forma que no le es característica; por lo que fuera dable considerar la petrificacion como un caso particular de epigenia. Como egemplos de esta sustitucion química pueden citarse los cristales de carbonato y de sulfato de cal que se transforman en sílice; el sulfato de cobre que se convierte en sulfato de cal en la creta húmeda, y por fin la limonita que debe su forma cristalina á sustituciones de esta naturaleza.

II. ESTRUCTURA.

94. Entendemos por estructura la disposicion recíproca de las moléculas en el interior de las sustancias minerales. Anteriormente indicamos que se halla en relacion con la naturaleza

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

de la forma en las diversas sustancias, ó mejor que constituye la razon de esta forma, por cuyo motivo reconocerémos tantas especies de estructura cuantas son las causas de formas que hemos hallado. Así podrémos establecer dos categorías: una que comprende las estructuras propias de los minerales cristalinos, y otra las que presentan las sustancias de formas accidentales.

95. I. ESTRUCTURA CRISTALINA. — Divídese la estructura propia de los cuerpos cristalinos en *regular* é *irregular*. Aquella pone en evidencia una relacion entre las partículas cristalinas y la forma poliédrica de los cristales; esta no establece ninguna relacion geométrica entre aquellas partículas y la forma del mineral.

96. 1.° *Estructuras cristalinas regulares*. —La mas notable, aquella á que pertenece especialmente el nombre de *cristalina*, es la patentizada por la facetacion y la que condujo á Haüy á la hipótesis de una *molécula integrante*, de un *nucleo central*, de una *forma primitiva*, de *formas derivadas*, y que este ilustre mineralogista ha aplicado tan acertadamente á la explicacion de las modificaciones de los cristales en su teoría de los decrecimientos (29 — 34).

Algunos cristales, cuando partidos, manifiestan tambien una estructura regular, á veces complicada, debida al modo como crecieron. Si suponemos que las diferentes capas de que se componen se han sobrepuesto á intervalos, de modo que cada una conserve cierta independencia con relacion á la que la precede y la sigue, comprenderémos como estas diversas capas pueden, destruyéndose el cristal, separarse y hacer evidentes estos crecimientos regulares sucesivos. Las capas pueden hallarse á distancia y los intervalos llenarse por el líquido disolvente. El cuarzo nos ofrece un ejemplo de esta estructura por crecimiento regular.

Otras veces los cristales se agrupan dando orígen á una masa cristalina regular, que adquiere una estructura mas ó ménos

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

complexa segun la forma y la especie de agregacion de los cristales componentes, y hasta puede presentar facetaciones, como sucede en el agrupamiento cúbico ó prismático resultante de la yuxtaposicion de cristales cúbicos por sus caras homólogas (*l.* 1, *f.* 12). Esta estructura por *agrupamiento regular* es en cierto modo y de una manera general con relacion á la masa que resulta del agrupamiento, lo que la estructura cristalina con relacion á un cristal aislado: en el primer caso las partes componentes son cristales de cierto volúmen y en el segundo partículas insecables.

97. 2.° *Estructuras cristalinas irregulares.* — En estas especies de estructura es tambien apreciable la naturaleza cristalina de las pequeñas partes constitutivas; pero su conjunto no es facetable ni regular como el de los cristales propiamente dichos. En estos casos se da el nombre de textura á la disposicion particular de las moléculas.

Estructura laminosa, hojosa. — Es propia de los minerales que se dividen en láminas harto pequeñas para que podamos determinar el número y la direccion de los planos de facetacion. Estas láminas entónces presentan una multitud de facetas ó pajitas que á veces adhieren á los dedos cuando se las toca, como sucede con la *caliza niviforme*, las *cloritas*, etc. Cuando las láminas apénas pueden reconocerse, la estructura tiene el nombre de *laminosa*.

Estructura esquistosa. — Está caracterizada por una *fisilidad* análoga á la de la pizarra, y resulta de la sobreposicion de laminillas ó pajitas que forman lechos sucesivos, que pueden aislarse bajo la forma de chapas ó planchas.

Estructura fibrosa. — Pertenece especialmente á los minerales resultantes de la agregacion de cristales deformados ú obliterados, que se han prolongado en filamentos capilares ó bacilares (79). Tiene el epiteto de *radiada* cuando las fibras convergen á un centro en una sustancia reniforme ó en una masa simplemente radiada, y el de *bacilar*, cuando los filamentos

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

constitutivos forman barillas delgadas y distintas, como en la piroxena. Otras veces se hallan las fibras mezcladas y contorneadas en todos sentidos como se vé en las formaciones *coraloideas* (84). Las sustancias conocidas con el nombre general de *asbesto* ó *amianto* tienen una estructura tan eminentemente fibrosa, que se pueden aislar los filamentos capilares que las componen. Este es un caso especial de la frecuente estructura fibrosa.

Estructura dendrítica. — Es la que presentan las caras de la fractura en los cristales que forman agrupamientos dendríticos (84) y aun en los que se reunen en agregaciones confusas, p. e. la galena, el bismuto y las micas.

Estructura granosa ó granugienta. — En esta especie los cristalitos se han acumulado sin ningun órden, y se separan al fraccionar el mineral sin seguir direccion determinada. De la estructura granosa cristalina así definida es preciso distinguir la granosa arenacea, que resulta de la aglutinacion de cantos rodados ó de granos de arena.

98. II. ESTRUCTURAS ACCIDENTALES. — Estas estructuras por lo regular dependen de las causas que hemos señalado al estudiar las formas accidentales (85 y siguientes). Así las estalactitas, las pisolitas, los riñones no cristalinos y los depósitos undulosos formados por las aguas, nos presentan una estructura relativa á la irregularidad de su acrecentamiento, por lo que podrémos designarla con el nombre de *estructura irregular de acrecentamiento.*

Las masas minerales sometidas á la retraccion (n.º 90) pueden presentar diversas estructuras, p. e. la fibrosa, esquistosa, laminosa ú otras análogas á las que acabamos de examinar bajo cada una de estas denominaciones, de las cuales sin embargo debemos distinguirlas por su causa. Estas estructuras se denominan por *retraccion* (n.º 88).

Siendo la retraccion causa de las grietas que á veces se llenaron de materias estrañas (88), muchas veces resultan de

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

la desaparicion de la materia primitiva, cavidades de todas formas que producen en la masa una estructura particular, cuyo orígen indicamos con el nombre de *estructura por moldéo* (números 90 y 91).

Otras cavidades ó celdillas resultan de la accion de las ampollas gaseosas que han atravesado sustancias fundidas ó pastosas. Esta estructura *celular* ó *porosa* se observa en las escorias y materias volcánicas, en la piedra pómez, en algunos depósitos calizos en que el ascenso vertical de la ampolla gaseosa ha vaciado *tubos*.

Las petrificaciones necesariamente producen en la sustancia mineral una estructura parecida á la de los tejidos orgánicos, estructuras por cierto numerosas que solo podrémos expresar con el nombre de *orgánicas*.

99. FRACTURA.—Siendo la division de un mineral el medio de reconocer su estructura, muchas veces se emplean como sinónimas estas voces. Sin embargo se usa principalmente la de *fractura* para indicar algunas variedades de estructura compacta, que es la en que no se puede apreciar ninguna suerte de arreglo molecular. Tales son; la *concoidea* ó *aconchada*, propia de las sustancias que, rotas por el choque, dan una fractura cónica mas ó ménos aplanada, y permiten separar el fragmento en que se halla vaciada la señal del mamelon conoideo desprendido, p. e. una bola de ágata rota sobre un cuerpo duro, y el cuarzo hialino. — La *astillosa* que presenta en su superficie astillas ó pequeños fragmentos semidesprendidos, como la ágata, el feldespato, etc. — La *plana*, cuando la superficie es perfectamente lisa, como se observa en la *caliza litográfica superior*; — *desigual*, *arenosa*, *terrea*, etc. cuando las partes en estado de polvo, de arena, etc. permanecen mal agregadas y flojas, y forman una superficie de aspectos diversos representados por los nombres que acabamos de indicar.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

PROPIEDADES ÓPTICAS.

100. Entendemos por propiedades ópticas las que dependen de la accion de la luz sobre los cuerpos. Tales son el *color*, la *transparencia*, el *lustre*, la *polarizacion*, el *policroismo* y el *asterismo*. De estas propiedades y aun de todas las físicas, si exceptuamos la forma geométrica, la mas importante es la refraccion por estar enlazada de un modo íntimo con la cristalizacion.

101. REFRACCION.—Los rayos luminosos que atraviesan oblicuamente un cuerpo diáfano, sufren un cambio en su direccion y se quiebran al penetrarle. La voz *refraccion* indica este fenómeno. En los cuerpos no cristalizados ó en los que cristalizan en el sistema cúbico, el rayo luminoso incidente que cae sencillo en su superficie, permanece sencillo al atravesarlos; pero en las sustancias cristalizadas que pertenecen á los cinco últimos grupos, el rayo incidente sencillo se vuelve doble por la accion del medio que le ofrecen estos cuerpos. De estas diferencias se ha originado la division de la refraccion en *sencilla* y *doble*.

Refraccion sencilla.—El rayo roto se desvia mas ó ménos segun las sustancias que atraviesa, pero en general se aproxima á la perpendicular en el punto de inmersion cuando pasa del aire al mayor número de cuerpos, al paso que se aleja de la misma perpendicular cuando del cuerpo refringente pasa al aire. El ángulo que el rayo roto forma con la perpendicular en el punto de inmersion se denomina *ángulo de refraccion*, y el que el rayo incidente forma con la misma perpendicular tiene el nombre de *ángulo de incidencia*. El ángulo del refractado varia en sus relaciones con el incidente, segun que el rayo luminoso pasa del aire á tal ó cual sustancia; mas entre ambos ángulos ó mejor entre sus senos existe una relacion constante

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

para la misma sustancia refringente, relacion que conocemos con el nombre de *índice de refraccion*.

El índice de refraccion es un carácter distintivo de ciertas sustancias cuando puras. Los colores pueden modificar, y en general aumentar el valor del índice de refraccion de una sustancia; así el topacio incoloro tiene por índice 1,610, y el amarillo 1,632. Tampoco es de la misma naturaleza el índice de refraccion, cuando un cuerpo de combinacion química idéntica cristaliza en dos sistemas; el carbonato calizo tiene por índices 1,654 y 1,483, al paso que los del aragonito son 1,693 y 1,535. La refraccion sencilla depende pues en parte de la naturaleza, y en parte de la disposicion molecular de las sustancias.

102. *Refraccion doble.*—Anteriormente dijimos, que el rayo de incidencia, atravesando las sustancias cristalizadas que pertenecen à los cinco últimos grupos cristalinos, se divide en dos distintos, de suerte que si se mira un objeto al traves de uno de estos cristales, se perciben dos imágenes del mismo. Un romboedro de espato de Islandia, por la limpieza y el volúmen de los fragmentos que de él se pueden obtener, es muy propio para hacer sensible esta propiedad notable, que se halla en relacion íntima con la disposicion de las moléculas y la especie de cristalizacion.—La constatacion de la doble refraccion en un cuerpo es un hecho importante, un dato suficiente para afirmar, que la sustancia en cuestion, cristalizada, no pertenece al sistema cúbico. Las dos imágenes dadas por la refraccion doble cambian de posicion relativa con los movimientos que se imprimen al cristal; pero una sigue las leyes de la refraccion y su índice permanece invariable, al paso que la otra se coloca sucesivamente en planos distintos y presenta relaciones variadas. La primera recibe el nombre de *imágen* ó *rayo ordinario*, y la segunda el de *imágen* ó *rayo extraordinario*. Sin embargo existe una direccion, y á veces dos, en las que solo se distingue una imágen sencilla, aun al traves de un cris-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

tal dotado de la doble refraccion. Por esto se distinguen los cristales en *cristales de un eje* y *cristales de dos ejes*.

103. CRISTALES DE UN EJE.—Cuando los cristales tienen sus caras simétricas dispuestas en torno de una linea ó de un eje único, como se nota en los que derivan del prisma de base cuadrada y del romboedro, la observacion prueba que no existe rayo extraordinario, ó en otros términos, que no hay mas que una imágen cuando se mira segun el eje del cristal. Una oscilacion á derecha ó á izquierda de este eje produce la doble imágen.

El eje segun el cual la imágen se presenta sencilla en los cristales de doble refraccion, es llamado *eje óptico*, *eje de doble refraccion*. ó *linea neutra*. En los cristales de un eje se confunde con el eje cristalográfico.

104. *Cristales atractivos* y *repulsivos*.—En ciertos cristales uniejes el rayo extraordinario dista mas del eje que el ordinario, y en otros sucede lo contrario; por lo que parece que en unos el rayo extraordinario es repelido por el eje, y que en otros es atraido, de donde el epiteto de *cristales repulsivos* aplicado á los primeros, y el de *cristales atractivos* á los segundos. Los cristales repulsivos son tambien denominados *negativos*, y á su vez los atractivos reciben el nombre de *positivos*. Por esta circunstancia muchas veces nos será dado distinguir una de otra diversas sustancias que por sus caractéres exteriores pudiéramos fácilmente confundir; y así diferenciamos el *cinabrio* ó sulfuro de mercurio, que es negativo, de la *argirosa* ó sulfuro de plata, que es positivo, etc.

105. CRISTALES DE DOS EJES.—Los cristales cuyas caras verticales no se hallan ordenadas como en torno de una linea ó de un eje único, es decir los pertenecientes al sistema del prisma recto rectangular y á los de los dos prismas oblicuos de los grupos quinto y sexto, tienen dos ejes de doble refraccion ó sean dos direcciones segun las que se puede mirar un objeto sin verle doble.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Estos dos ejes determinan un plano en el que está comprendido uno de los ejes cristalográficos, y este último recibe el nombre de *linea media*, porque ordinariamente divide en dos partes iguales el ángulo que forman entre si los dos ejes ópticos. Una linea perpendicular á la linea media evidentemente dividiria en dos partes iguales los otros dos ángulos ó los ángulos suplementarios, que los ejes ópticos describen entre si, por lo que esta linea tiene el nombre de *linea suplementaria*.

En los cristales de dos ejes solo existe el rayo ordinario en un plano perpendicular á la linea media de los ejes y á la suplementaria. Es pues evidente que, en todos los fenómenos de que tratamos, el plano de los ejes y las lineas media y suplementaria se hallan entre si en condiciones determinadas de simetría y de accion relativas á la forma cristalina.

106. Polarizacion. —Las relaciones que existen entre la forma cristalina y la doble refraccion revelan la importancia que tiene el conocimiento de este fenómeno; pero su estudio fuera difícil, si una propiedad particular de la luz, la *polarizacion*, no nos facilitase medios prácticos de observacion.

Cuando un rayo luminoso hiere un cristal pulido no azogado se refleja, haciendo el ángulo de reflexion igual al de incidencia. Si el rayo se refleja formando un ángulo de 35° 25' adquiere propiedades particulares. Si en un punto cualquiera de su trayecto es recibido sobre otro cristal análogo al primero, en general sufre una segunda reflexion, siempre que este segundo cristal no sea paralelo al otro y la segunda reflexion no se efectúe en un plano perpendicular al plano de la primera. Este fenómeno notable, descubierto cuando se creia la luz compuesta de moléculas propias dotadas de un eje y de *polos*, fué atribuido á que estas moléculas dirigian todos sus polos de la misma manera, y se designó esta propiedad con la voz polarizacion. El ángulo segun el que tiene lugar el maximum de efecto es relativo á las sustancias, y su conocimiento basta á veces para distinguirlas. El del vidrio, segun acabamos de ver,

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

es de 35° 25', el del diamante de 21° 59'. Así esta piedra preciosa se puede distinguir inmediatamente de las falsas, cuando, siendo tallada, nos es imposible apelar á otros medios para reconocerla.

107. *La luz polarizada*, cuando atraviesa un cuerpo dotado de la doble refraccion, tiene la propiedad de dar una sola imágen si la seccion principal del prisma bi-refringente es perpendicular al plano de refraccion, y dos en todas las otras posiciones.

La turmalina, cristal de un eje y de doble refraccion negativa, presenta un fenómeno notable en relacion con la propiedad de que acaba de tratarse. La luz polarizada, al herir una placa de esta sustancia cuyo eje es paralelo al plano de reflexion, se *extingue;* si se colocan dos placas de turmalina talladas paralelamente al eje, una sobre otra en su posicion natural, dejan pasar fácilmente la luz; mas si se dan vueltas á una de las placas (A B *l.* 2, *f.* 43), la luz que las atraviesa se halla polarizada en parte, y el espacio comprendido entre las dos turmalinas se extingue progresivamente hasta quedar completamente oscuro, cuando las placas se cruzan en ángulo recto.

108. Esta propiedad sirve para distinguir las sustancias de doble refraccion y las que tienen uno ó dos ejes.

Interponiendo entre dos placas de turmalina un cristal dotado de la doble refraccion, el rayo polarizado por la superior será desviado de su camino atravesando el cristal; no se presentará ya perpendicular á la superficie de emergencia, ni se extinguirá la luz, y su parte oscura podrá llegar á ser transparente. Si para el esperimento se usa una sustancia de refraccion sencilla, no cambiará en nada el sistema, de modo que esto proporciona un medio fácil para conocer los minerales dotados de la doble refraccion.

En las sustancias de un solo eje la parte iluminada presenta anillos de color circulares y atravesados por una cruz negra, cuyas ramas se extienden en forma de pincel en sus extremos

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

(*l.* 2, *f.* 44). En las sustancias de dos ejes generalmente se perciben dos séries de anillos colorados, casi siempre elípticos y únicamente atravesados por una barra negra (*f.* 45).

Para observar de un modo cómodo fenómenos tan importantes, se engastan las placas de turmalina en anillos dispuestos en forma de pinza (*f.* 46), y solo se trata ya para lo sucesivo de cortar convenientemente láminas de las sustancias cuyas propiedades ópticas se quieren reconocer.

109. Policroismo. — Depende este fenómeno de la propiedad que tienen ciertos cuerpos cristalizados transparentes de presentar, mirados por refraccion ó interpuestos entre el ojo y la luz, colores distintos segun el sentido en que les penetra el rayo luminoso. Las sustancias que cristalizan en el sistema cúbico son generalmente *unicroitas* ó dan siempre el mismo color; las que solo admiten un eje de doble refraccion son *dicroitas*; las de dos ejes ofrecen colores variables segun sea el ángulo bajo el que se las examine, y se denominan *policroitas*.

110. Asterismo. — La propiedad que tienen varias sustancias de dar por reflexion y por refraccion una estrella brillante de mayor ó menor número de radios, es designada con el nombre de *asterismo*. Este fenómeno parece vinculado con la forma cristalina y ser una de sus consecuencias. El záfiro y el granate dan una estrella de seis radios.

Cuando se mira la luz de una bugía al traves de un vidrio en que se hayan trazado estrías paralelas muy aproximadas, se observa, en los dos lados de la llama, una faja luminosa perpendicular á la direccion de las lineas marcadas; si las estrías son rectangulares, las fajas luminosas se cruzan en ángulo recto, y por último se producen tantas fajas luminosas cuantas son las séries de estrías. Estructuras semejantes producen efectos análogos. En el záfiro, p. e., se observan tres séries de estrías paralelas á las diagonales de la base del prisma de 6 caras; por lo que su estrella parece resultar de una estructura análoga á la disposicion reticular que dan las fajas luminosas. Las sus-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

tancias fibrosas, como el cuarzo asbestífero ú *ojo de gato*, presentan estos efectos de un modo muy notable y deben sus colores cambiantes á su estructura.

111. Círculo parhelico. — Todas las sustancias astéricas producen otro fenómeno que consiste en un círculo luminoso que pasa por la llama que sirve de punto de mira, y es denominado *parhélico*. Al parecer depende de la reflexion de la luz sobre las aristas de las moléculas prismáticas componentes que forman sistemas de estrías paralelas al eje. Tambien se observa este fenómeno en las materias fibrosas.

112. Coronas. — Cuando de sustancias compuestas de fibras regulares paralelas se tallan láminas perpendiculares á la direccion de aquellas, se distingue al traves de las mismas una corona circular mayor ó menor en torno de la luz que se toma por punto de mira. El diámetro de las coronas está en relacion con el grueso de las fibras.

113. Lustre. — La impresion particular que el ojo recibe de la luz reflejada por la superficie de los cuerpos se denomina *lustre*. Esta impresion, imposible de definir en si misma, depende de la disposicion especial de las moléculas mas bien que de su naturaleza. El lustre, atendiendo á su naturaleza é intensidad, recibe nombres que basta indicar. Se distinguen el *lustre vitreo*, *cereo*, *resinoso*, *grasiento*, *sedoso*, *anacarado*, *adamantino*, *metálico* y *semi-metálico*. Para expresar su intensidad, el lenguaje vulgar nos da los epitetos de *mate*, *lustroso*, *brillante*, *reluciente*, etc.

114. Color. — El color es *propio* ó *accidental* en los minerales. El propio es constante y depende de la composicion química del cuerpo, como observamos en los sulfuros, en los óxidos y en el mayor número de combinaciones metálicas: el sulfuro de mercurio es rojo, el carbonato de cobre verde, etc. Sin embargo su intensidad varía con la compacidad de la masa, tanto que el azul, el violeta, el rojo y el verde pueden llegar al negro. El color del polvo de un cuerpo indica el del cuerpo

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

pulverizado de una manera en cierto modo absoluta. La disposicion particular de las moléculas puede cambiar el color del cuerpo; así el azufre, fundido á 109° y enfriado, es amarillo; elevada su temperatura hasta 400° y enfriado bruscamente se vuelve blando y de color pardo rojizo; etc.

Los colores accidentales en general son debidos á mezclas de otros minerales ó á combinaciones químicas accidentales; el *mármol negro* es un carbonato de cal colorado por betun ó carbon. El cristal de roca, sin perder su trasparencia, ya es incoloro, ya amarillo, ya verde, ya pardusco, ya violado, ya negro, etc.; la esmeralda es incolora, verde, azul ó amarilla; etc. Con frecuencia estos colores, en vez de ser uniformes, se mezclan formando dibujos variados, que designamos con los epitetos de *listados*, *manchados*, *punteados*, *venosos*, *anubarrados*, *dendríticos*, *ruiniformes*, etc.

Este carácter presenta circunstancias importantes para reconocer la naturaleza de un mineral, las cuales dependen de su *mutabilidad* y *alteracion*. La mutabilidad comprende la *irisacion* y el *cambio*. La irisacion es exterior ó interior. En el primer caso resulta de una alteracion de la superficie de los minerales, como en el cobre piritoso, ó de la presencia de películas estrañas que le cubren, como en el hierro oligisto de la isla de Elba: en el segundo es debida á que el mineral se halla atravesado, en direcciones determinadas ó confusas, por pequeñas hendiduras que refractan la luz y producen reflejos variados, como el ópalo.

El color cambiante es una modificacion del fenómeno predicho, que consiste en la propiedad que tienen algunos minerales de cambiar de color segun la inclinacion con que la luz obra sobre su superficie. La labradorita es el cuerpo mas notable que cabe citar.

La alteracion de los colores procede de un cambio en la composicion química por la accion de la atmósfera. Así el hierro espático ó carbonato de hierro, que es gris sucio en el estado de

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

pureza, pierde una porcion de su ácido carbónico, se oxida hasta su maximum, y se vuelve pardo.

115. TRANSPARENCIA. — Los minerales que dan paso á la luz sin descomponerla se llaman *diáfanos*, cuando permiten ver distintamente al traves de su masa caractéres trazados en el papel, como el cristal de roca y el espato de Islandia; la imágen es sencilla ó doble segun la naturaleza de la refraccion que el cristal posee: *traslúcidos* cuando dejan pasar la luz sin que al traves del cuerpo se puedan distinguir los objetos, como la ágata, el alabastro, etc. Los epitetos *semi-diáfano*, *traslúcido* en los bordes, y otros indican grados en la trasparencia, ó particularidades relativas á los puntos trasparentes. Los cuerpos que no permiten el paso á la luz son *opacos*.

116. FOSFORESCENCIA. — Es la propiedad que poseen ciertos minerales de arrojar ráfagas luminosas mas ó ménos vivas en la oscuridad. Este fenómeno quizas puede considerarse como una consecuencia del estado eléctrico de los cuerpos. La desarrolla el calor en la *clorofana*, la electricidad y la frotacion en la *blenda*, *cuarzo*, etc., la percusion en el *espato diáfano*, y la insolacion prolongada en el diamante.

PROPIEDADES ELECTRICAS Y MAGNETICAS.

117. ELECTRICIDAD. — El frote, el contacto y el calor pueden desarrollar la electricidad en todos los minerales; pero nosotros solo debemos considerar *eléctricos* los que pueden adquirir estas propiedades directamente, es decir, sin estar aislados. Este carácter divide las sustancias minerales en dos categorías distintas. La primera comprende los de aspecto petreo, vitreo ó resinoso, que son eléctricos directamente y se denominan tambien *malos conductores* y *aislantes;* la segunda los de brillo metálico que, siendo ordinariamente *buenos conductores*, deben por el contrario estar aislados para adquirir la propiedad eléctrica.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Los minerales comprendidos en una ú otra de las dos clases predichas difieren entre si por la naturaleza de su electricidad, por la intensidad de su virtud eléctrica, ó por el tiempo durante el que continuan electrizados. El *diamante* siempre adquiere la electricidad positiva; el *azufre*, por el contrario, se electriza siempre negativamente; el *carbonato de cal*, el *fluato* de la misma base, el *topacio*, el *aragonito* y el *cuarzo* se electrizan por la simple presion entre los dedos y conservan su virtud eléctrica por mas ó ménos tiempo, que puede prolongarse hasta el de 11 dias para el carbonato calizo. Un gran número de cuerpos aislantes, p. e. la *turmalina*, el *topacio*, el *diamante* y el *cuarzo*, se electrizan por la calefaccion y el enfriamiento, y pasan al estado neutro cuando la temperatura se vuelve estacionaria. Sin embargo todas estas propiedades nada tienen de característico y por consiguiente son de poco valor en la aplicacion, pues que en fragmentos de una misma sustancia se notan diferencias muy grandes, que probablemente dependen de la naturaleza de la superficie.

118. En algunos minerales eléctricos se observa un fenómeno muy notable, que consiste en la propiedad de tener *polos*, ó de presentar la electricidad positiva en uno de sus extremos y la negativa en el otro. Pero lo mas notable de esta propiedad singular son ciertas relaciones que guarda con la forma cristalina, como hicimos observar estudiando las anomalías de las leyes de simetría.

Esta *electricidad polar* ha sido estudiada en las sustancias que hemos designado recientemente como electrizables por la calefaccion ó el enfriamiento, y sobre todo se manifiesta en la turmalina. Estos cuerpos enfriados progresivamente, despues de haber sido calentados vuelven á ser eléctricos, pero en sentido inverso, es decir que los polos se han invertido. La linea que une los polos se llama *eje eléctrico*.

El electroscopo es el instrumento que usan los mineralogistas para reconocer este carácter en los minerales.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

119. MAGNETISMO.—Las propiedades magnéticas son esclusivas á un reducido número de minerales, y solo apreciables en el hierro. El iman natural ó *hierro oxidulado* posee dos polos tan distintos, que uno repele ó atrae la aguja imantada segun que el polo de la aguja, á que se aproxima, sea ó no de su misma naturaleza.

PESO ESPECIFICO.

120. Los cuerpos en un volúmen dado tienen pesos diferentes; el peso particular de cada cuerpo se denomina su *peso específico*. Cuando son muy notables las diferencias entre los pesos específicos, cabe apreciarlas de una manera aproximada sospesando los cuerpos en la mano, como que así distinguimos fácilmente el platino de la plata, que pesa la mitad ménos, el carbonato de cal del de plomo y del sulfato de barita, etc. Sin embargo en la pluralidad de los cuerpos las diferencias no son tan sensibles, y, para apreciar su peso específico, las valuamos por comparacion con el peso del agua tomado como unidad.

Con todo para que fuese real el valor de una tabla de pesos específicos establecida segun este principio, debieran los cuerpos ser perfectamente puros y tener la misma textura. En efecto, un estado molecular diferente hace variar el peso específico de un mismo cuerpo, como vemos en el carbonato de cal que, cristalizado, pesa algo mas que su variedad lamelar. Mas podemos destruir la causa de esta diferencia examinando todos los cuerpos en un mismo estado molecular, esto es despues de reducidos á polvo. El peso específico así obtenido es designado por M. Beudant con el nombre de *peso específico absoluto*.

La balanza hidrostática y el areómetro de Nikolson son los instrumentos que empleamos para estudiar este carácter de los minerales.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

RESISTENCIA A LOS AGENTES MECANICOS.

Bajo este título comprendemos la dureza, la tenacidad, la ductilidad, la flexibilidad y la elasticidad.

121. Dureza. —Defínese este carácter la resistencia que los cuerpos oponen á dejarse encentar, rayar ó triturar por otro. Es puramente relativo y se aprecia con el eslabon, el martillo ó la lima.

Werner denominaba *duros* los minerales en que no hace mella la lima ni el cuchillo, *semi-duros* los que resisten á la accion de la uña, y *tiernos* los que esta puede rayar. Como entre estos extremos existen diferentes grados que no es fácil describir, Mohs ha sustituido á estas expresiones una especie de escala de dureza, compuesta de diez términos colocados á distancias mas proporcionales y de manera que cada mineral sea rayado por el que le sigue y no pueda serlo por el que le precede.

La tabla de gradacion se forma del modo siguiente: 1.° *Talco lameloso*; — 2.° *Yeso*; — 3.° *Caliza*; — 4.° *Fluorina*; — 5.° *Apatito*; — 6.° *Feldespato lameloso*; — 7.° *Cuarzo hialino*; — 8.° *Topacio*; — 9.° *Corindon*; — 10.° *Diamante*.

La dureza de los otros minerales se indica comparando con la de los términos de esta série los números intermedios correspondientes; así expresamos por 7, 8 la de la esmeralda, intermedia entre la del cuarzo y la del topacio.

La dureza es relativa á la forma y disposicion de las moléculas de los cuerpos, tanto que las variedades cristalizadas, salvas algunas excepciones, son mas duras que las de estructura confusa. En las sustancias facetables es menor en el sentido de la facetacion que en el transversal, en las dimorfas es diferente, como que el aragonito raya al carbonato de cal y no es rayado por este. De estas observaciones se deduce, que la propiedad en cuestion mas bien es debida á la fuerza de cohesion que inherente á las mismas moléculas. Las variedades de caliza, tan

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

diferentes á primera vista por su dureza, pueden pulir los mismos cuerpos reducidos á polvo.

Hállase tambien la dureza en relacion con la composicion química. La observacion demuestra, que las sustancias aluminosas son muy duras, y que en general los cuerpos mas electronegativos aumentan la dureza; el sulfuro de plomo, p. e., es mas duro que el plomo; el agua, por el contrario, disminuye esta propiedad de las sustancias, como se vé en la cal hidro-sulfatada que es ménos dura que la anhidrita, que solo contiene cal y ácido sulfúrico sin agua.

Cuando se ensaya la dureza de un mineral se forma por raspadura un polvo, característico en los minerales que poseen un color propio; las *hematitas*, p. e., minerales de hierro hidratado, por su polvo amarillo de ocre se distinguen de los minerales de manganeso concrecionados, cuyo polvo es negro. La propiedad de los cuerpos opuesta á la explicada se denomina *blandura*.

122. Tenacidad. — Consiste en la resistencia que opone un cuerpo, cuando se le golpéa, á la separacion de sus moléculas ó á la modificacion de sus formas. Este carácter que muchas veces se confunde en el lenguage vulgar con la dureza, difiere mucho de esta, y generalmente se desarrolla en sentido inverso en un mismo cuerpo. Así los muy duros, como el diamante, el cristal de roca, el vidrio, el acero, etc. se rompen al mas ligero choque y se denominan *frágiles* ó *quebradizos*. Hay sin embargo sustancias que á la vez son duras y tenaces, como las rocas amfibólicas; los metales son especialmente tenaces y pueden ser forjados, reducidos á láminas y pasados por la hilera.

123. Ductilidad. — Es la propiedad de estenderse los cuerpos en láminas por la percusion del martillo, ó en hilos al traves de la hilera. El primer carácter ha recibido el nombre especial de *maleabilidad* y el segundo el de *ductilidad*. Sin embargo el mineralogista tambien considera dúctiles ciertos mine-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

rales que, si no ceden al martillo, se dejan cortar por el cuchillo, á la manera del plomo, dando virutas. Cuando los minerales tienen propiedades opuestas se denominan *agrios*.

124. FLEXIBILIDAD. — Los minerales se denominan *flexibles* cuando pueden doblarse sin romperse, y *rígidos* cuando están dotados de la propiedad opuesta. En el primer caso se hallan la plata y el cobre nativos, el asbesto ó amianto, etc.

125. ELASTICIDAD. — Es la propiedad reconocida en ciertos minerales que, reducidos á láminas delgadas, se dejan plegar sobre si mismos y recobran su posicion primitiva no bien cesa la fuerza á que obedecieron. La ductilidad y la flexibilidad indican los límites de la elasticidad, pero en general apreciarémos su fuerza atendiendo á la altura á que se eleva un cuerpo cuando se le deja caer sobre un plano resistente, ó á la prolongacion momentanea que puede sufrir, ó á la rapidez con que se desarrolla cuando se le dobla sobre si mismo. La mica, á la vez flexible y elástica, puede ser distinguida fácilmente del talco por esta doble propiedad.

Considerada la elasticidad bajo este punto de vista, le cabe un papel secundario en el estudio de los minerales; pero atendiendo á las vibraciones que se pueden producir en la placa de un mineral tallado segun las direcciones que se hallan en relacion con su forma, es de suma importancia y se reconoce que hasta cierto punto es relativa á la forma cristalina. En los cuerpos homogeneos y no cristalinos, la velocidad de las vibraciones y por consiguiente la elasticidad es la misma en todos sentidos; pero en los cristalizados las ondulaciones varian segun ciertas direcciones, y se denominan *ejes de elasticidad* las lineas del *maximum* y del *minimum* de elasticidad. Los resultados notables que ha obtenido M. Savart estudiando bajo este punto de vista dos sustancias del sistema romboédrico, el cuarzo y la cal carbonatada, manifiestan que así la elasticidad como la doble refraccion pudieran suministrar caractéres de importancia en la clasificacion de los minerales.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

PROPIEDADES DEBIDAS AL CALORICO.

126. FACULTAD CONDUCTRIZ DEL CALORICO. — Los minerales poseen facultades conductrices muy diferentes para el calórico, y nos impresionan de un modo muy distinto cuando les tomamos con la mano. Algunos producen una sensacion prolongada de frio, como el cristal de roca y las piedras finas, y por este carácter se distinguen fácilmente del vidrio y de los esmaltes que pudieran imitarles.

127. DILATACION. — El movimiento molecular que el calórico imprime á todos los cuerpos y en virtud del que se dilatan cuando se les calienta y se contraen cuando se les enfria, presenta relaciones muy notables con su forma. Las sustancias homogeneas y los cristales de refraccion sencilla se dilatan uniformemente en todos sentidos; los cristales uniejes y de refraccion doble en general se conducen de un modo muy diferente en las direcciones transversales y en la del eje principal; los cristales que poseen dos ejes de refraccion doble se dilatan en sus tres dimensiones. Estas observaciones tienen grande importancia en mineralogía.

PROPIEDADES ORGANOLEPTICAS.

128. Los minerales impresionan nuestros sentidos de maneras diferentes, que han recibido epitetos á veces característicos.

Tacto. — Los cuerpos se dividen en suaves, untuosos, ásperos ó áridos al tacto. Son *suaves*, los que no hacen esperimentar á la piel ninguna sensacion de accion mecánica particular: — *untuosos*, los crasos y como jabonosos, p. e. los minerales magnesianos, diversas especies de arcillas y el grafito: — *ásperos y rudos*, cuando, al tocarlos, dan la sensacion mecánica de una superficie rugosa: — *áridos*, cuando hacen esperimentar

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

á la mano una sensacion de sequedad absorbiendo la humedad que sostiene la madidez de la piel.

A su avidez por el agua deben los cuerpos esta propiedad, que tambien se manifiesta por el *apegamiento á la lengua* ó adherencia que contraen con este órgano empapándose rápidamente de su humedad. El apegamiento á la lengua se observa especialmente en las arcillas, y puede hacer distinguir de un modo casi indudable las calizas arcillosas de las puras.

Olor. —Debemos diferenciar los olores *propios* que distinguen á ciertas sustancias, como el cobre, el estaño y el hierro, de los *accidentales* debidos á la presencia de cuerpos estraños, como el fétido que despiden ciertas calizas y que se atribuye á la descomposicion de materias orgánicas en el seno de la tierra.

El olor puede observarse directamente en los betunes y metales que acabamos de indicar; pero con suma frecuencia apelamos á la accion del calórico, que nos revela la presencia del selenio con el olor de rábanos que despide, la del arsénico por el olor aliaceo; ó á la frotacion, que no es indiferente para el cuarzo y las materias siliceas; ó en fin á la expiracion que lo hace perceptible en varias sustancias terreas.

Sabor. —Esta propiedad no puede apreciarse mas que en las sustancias solubles; pero, como el pequeño número de estos cuerpos desaparece en general por su disolucion en el agua, este carácter no tiene importancia. Sin embargo se distingue el sabor *ácido* en ciertas aguas; el *salado* en la sal comun; el *refrigerante* ó *fresco* en el nitro; el *estíptico* ó *astringente* en el alumbre y sulfato de hierro; el *alcalino* en el subcarbonato de potasa, etc.

Sonido. —No tratamos aquí de apreciar la conmocion de las moléculas por la percusion de que hablamos al estudiar la electricidad. Solo se entiende la sonoridad en la acepcion vulgar. Algunas rocas nos la presentan en grado elevado, como la *fonolita* que debe su nombre á esta propiedad.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

DELICUESCENCIA Y EFLORESCENCIA.

129. La *delicuescencia* es la facultad inherente á ciertos cuerpos de atraer la humedad de la atmósfera, disolverse en ella y perder su consistencia. En razon de esta propiedad hay muchas sales que no se encuentran mas que en las aguas del mar.

130. La *eflorescencia* es la propiedad contraria por la que muchos cuerpos, expuestos al aire, pierden su coherencia á la par de su agua de combinacion. En ciertas circunstancias, sin embargo, las sales eflorescen sin perder su agua de combinacion, y probablemente deben esta propiedad á un cambio en la disposicion de sus moléculas, sea que hayan sido sometidas á cristalizaciones forzadas (n.º 23), sea que una temperatura mas ó ménos elevada haya producido en su masa grietas que disminuyen su fuerza coherente.

NATURALEZA Y COMPOSICION QUIMICA

DE LOS MINERALES.

131. Los cuerpos materiales que nos presenta la naturaleza ó el arte, considerados químicamente, se dividen en dos clases. La primera comprende los *elementos* ó *cuerpos simples*, es decir aquellos de que no puede extraerse mas que una especie de materia. Del oro, cuerpo simple, no cabe extraer mas que moléculas de oro. La clase segunda abarca todos los *cuerpos compuestos*, ó aquellos que es posible reducir á materias de naturaleza distinta. El óxido de mercurio, sometido á la accion del calórico, se descompone en oxígeno y mercurio, y por consiguiente es cuerpo compuesto.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Está generalmente admitido, que los cuerpos simples y compuestos no son divisibles al infinito, sino que existe un límite que imposibilita toda division ulterior. Las últimas partículas de la materia han recibido el nombre de *moléculas* ó *átomos*.

Divídense los átomos en *integrantes* y *constitutivos*. Los integrantes son los que forman el cuerpo, sea simple sea compuesto: los constitutivos pertenecen á cada uno de los cuerpos que se unen. Las moléculas integrantes son pues de la misma naturaleza que el cuerpo de que forman parte; las constitutivas son, por el contrario, de naturaleza distinta y se reunen para constituir las moléculas integrantes. Cada molécula integrante de sulfato de potasa, compuesta de oxígeno, azufre y potasio, está formada por estos tres elementos, al paso que las moléculas constitutivas de esta sal son las moléculas mismas de azufre, oxígeno y potasio.

132. Todos los cuerpos, sean simples, sean compuestos, deben su formacion á las fuerzas que designamos con el nombre general de *atracciones moleculares*. La que mantiene unidos los átomos integrantes de un mismo cuerpo se denomina *cohesion*; la que preside á la combinacion química de los constitutivos *afinidad*. La fuerza de cohesion varia en los diferentes cuerpos, y su energía está representada por el esfuerzo necesario para dividirlos: es muy grande en los sólidos, débil en los líquidos y nula en los gaseosos.

133. Para completar estas nociones, nos falta manifestar en que difiere la *combinacion* de la *mezcla*.

La combinacion química está caracterizada por la modificacion profunda de los cuerpos que se combinan, por el cambio de olor, sabor y color, así como por la homogeneidad de la masa producida. La mezcla, por íntima que sea, difiere de la combinacion, en que los cuerpos no esperimentan modificacion sensible; el microscopio descubre su heterogeneidad, y por fin en que se pueden aislar mecánicamente los cuerpos constituyentes.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

CUERPOS SIMPLES.

134. En el estado actual de la ciencia estamos autorizados para admitir sesenta y dos cuerpos elementares distribuidos en dos secciones; la de los elementos no metálicos ó *metaloides*, y la de los elementos metálicos ó *metales*. La distincion no es quizas absolutamente rigurosa; pero debe decirse que difieren unos de otros en que los metales, al combinarse con el oxígeno, forman *bases salificables*, y los metalóides, cuando se unen al gas citado, no producen mas que cuerpos ácidos ó neutros.

135. Damos á continuacion el catálogo de los cuerpos simples conocidos, su símbolo y el peso de su equivalente, al mismo tiempo que con números á la izquierda señalamos el lugar que Becquerel les asigna en la lista ordenada segun el principio electro-negativo.

1.	Oxígeno.	O.	Oxigenium.	100
2.	Fluoro.	Fl.	Fluoricum.	235,43
3.	Cloro.	Chl.	Chlorum.	443,20
4.	Bromo.	Br.	Bromium.	1000,00
5.	Iodo.	I.	Iodicum.	1586,00
6.	Azufre.	Su.	Sulphur.	200,00
7.	Selenio.	Se.	Selenium.	495,28
8.	Azoe.	Az. ó N.	Azotum *vel* Nitricum.	175,00
9.	Fósforo.	Ph.	Phosphorus.	400,00
10.	Arsénico.	As.	Arsenicum.	937,50
11.	Cromo.	Chr.	Chromium.	328,50
12.	Molíbdeno.	Mo.	Molybdænum.	596,10
13.	Túngsteno.	Tu.	Tungstenium.	1188,36
14.	Pelopio.			
15.	Niobio.			
16.	Boro.	Bo.	Borum.	272,41
17.	Carbono.	C.	Carbonium.	75,00
18.	Antimonio.	An. ó Sb.	Antimonium *vel* Stibium.	806,45

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

19. Teluro.	Te.	Tellurium.	801,76
20. Tántalo.	Ta.	Tantalium.	1148,36
21. Títano.	Ti.	Titanium.	314,70
22. Silicio.	Si.	Silicium.	266,82
23. Hidrógeno.	Hy.	Hydrogenium.	12,50
24. Oro.	Au.	Aurum.	1227,75
25. Osmio.	Os.	Osmium.	1242,62
26. Iridio.	Ir.	Iridium.	1232,08
27. Platino.	Pt.	Platinium.	1232,08
28. Rodio.	Rh.	Rhodium.	651,96
29. Rutenio.			
30. Paladio.	Pd.	Palladium.	665,47
31. Mercurio.	Hg.	Hydrargyrum.	1250,00
32. Plata.	Ag.	Argentum.	1349,01
33. Cobre.	Cu.	Cuprum.	395,60
34. Urano.	U.	Uranium.	750,00
35. Vanadio.	V.	Vanadium.	855,84
36. Bismuto.	Bi.	Bismuthum.	1330,38
37. Estaño.	Sn.	Stannum.	735,29
38. Plomo.	Pb.	Plumbum.	1294,50
39. Cadmio.	Cd.	Cadmium.	696,77
40. Cobalto.	Co.	Cobaltum.	368,65
41. Níquel.	Ni.	Niccolum.	369,33
42. Hierro.	Fe.	Ferrum.	350,00
43. Zinc.	Zn.	Zincum.	406,50
44. Manganeso ó Mángano.	Mn.	Manganæsium.	344,68
45. Didimio.			
46. Cerio.	Ce.	Cerium.	575,00
47. Lántano.	La.	Lantanum.	600,00
48. Torinio.	Th.	Thorinium.	743,86
49. Zirconio.	Zr.	Zirconium.	419,73
50. Aluminio.	Al.	Aluminium.	170,90
51. Ytrio.	Y.	Yttrium.	402,31
52. Glucinio ó Berilio.	Gl. ó Be.	Glucinium *seu* Berillium.	87,12
53. Magnesio.	Mg.	Magnesium.	158,14

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

54.	Calcio.	Ca.	Calcium.	250,00
55.	Estroncio.	St.	Strontium.	548,00
56.	Bario.	Ba.	Baryum.	858,00
57.	Litio.	Li.	Lithium.	81,66
58.	Sodio.	So. ó Na.	Sodium.	287,17
59.	Potasio.	Po. ó K.	Potasium.	489,30
	Erbio.			
	Terbio.			
	Aridio.			

136. Algunos de los cuerpos citados se encuentran en la naturaleza al estado libre, designado con la voz *nativo* para distinguirlo de los simples obtenidos artificialmente. El antimonio, el arsénico, el ázoe, el azufre, el bismuto, el carbono, el cloro, el cobre, el hierro, el mercurio, el oro, el oxígeno, el paladio, la plata, el platino y el teluro se encuentran libres en la naturaleza.

137. A la temperatura ordinaria hay cinco elementos gaseosos: el ázoe, el cloro, el fluoro, el hidrógeno y el oxígeno;
dos líquidos; el bromo y el mercurio, y
todos los demas se presentan en el estado sólido.

CUERPOS COMPUESTOS.

138. Los minerales no constituidos únicamente por uno de los cuerpos simples que pueden encontrarse nativos, están formados por 2, 3, 4 y á veces mayor número de elementos, y constituyen los compuestos que los minerálogos designan con los nombres generales de compuestos *binarios*, *ternarios*, etc. segun sea el número de elementos de que constan. Las combinaciones binarias y ternarias son las mas abundantes en la naturaleza; las cuaternarias bastante raras, y las que constan de mayor número de elementos rarísimas.

139. El número de combinaciones realizables es casi infinito, pero la naturaleza ni el arte producen todos los compues-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

tos matemáticamente posibles, asociando dos á dos, tres á tres, etc. los cuerpos elementares que conocemos.

140. *Compuestos binarios.* —El número de las combinaciones binarias está circunscrito por leyes que naturaleza se ha impuesto.

La principal consiste, en que de los cuerpos simples ántes indicados solo se conocen trece que figuren como uno de los elementos esenciales de las combinaciones naturales. Sus nombres son:

1. Oxígeno,
2. Azufre,
3. Selenio,
4. Cloro,
5. Fluoro,
6. Carbono,
7. Silicio,
8. Teluro,
9. Arsénico,
10. Antimonio,
11. Oro,
12. Osmio,
13 Mercurio.

El oxígeno y el azufre son los que se presentan con mas frecuencia. El primero aparece, podemos decir, casi en todas partes combinado con otro simple formando los óxidos y los ácidos. Con el calcio, el silicio y el aluminio da orígen á los óxidos de cal, de sílice y de alúmina, bases esenciales de las rocas que componen la corteza sólida del globo, y con el hidrógeno forma el agua. El azufre es, despues del oxígeno, el elemento de los compuestos mas abundantes y útiles. Combinado con los metales produce infinitos *sulfuros*, que por una relacion notable corresponden casi generalmente á cada óxido metálico, y presentan con exactitud la misma composicion atómica (1).

141. *Compuestos ternarios.* —Comunmente resultan de la combinacion de dos compuestos binarios que tienen un elemento comun. La caliza ó el carbonato de cal, p. e., consta de ácido carbónico y de cal, cuerpos binarios, que á la vez están formados; el 1.° de carbono y oxígeno, y el 2.° de calcio y oxígeno.

(1) Los números que preceden á los demas cuerpos indican que á los compuestos de azufre siguen los de selenio, á estos los de cloro, etc.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Los mas de los compuestos ternarios están formados por dos cuerpos oxigenados, ó por dos combinaciones sulfuradas; p. e. la *chalcopirita*, compuesta de un sulfuro doble de cobre y de hierro; la *saturosa*, que consta de un sulfuro, tambien doble, de antimonio y de plata, etc.

Así como indicamos que ciertos cuerpos simples constituyen de una manera preferente los binarios, así mismo podemos señalar determinados compuestos binarios que son el elemento comun de otros ternarios. Los ácidos *sulfúrico*, *carbónico*, *azóico* y *fosfórico*, unidos á un gran número de bases, forman grupos análogos ó familias que se denominan *sulfatos*, *carbonatos*, *azoatos* y *fosfatos*. Existen sin embargo compuestos ternarios que deben su orígen á la combinacion de principios no oxigenados.

Es preciso observar, que entre los compuestos ternarios se cuentan los *hidratos*, combinaciones resultantes de la union de un óxido metálico con el agua, pues en ellas este líquido hace las veces de ácido, y los hidratos son así unas como sales muy notables, que á veces difieren del óxido anhidro por su color. El bióxido anhidro de cobre es negro, y su hidrato azul claro; el peróxido de hierro es rojo, y su hidrato amarillo oscuro, etc.

142. *Compuestos cuaternarios*, *quinarios*, etc. —Ordinariamente proceden de la union de dos combinaciones ternarias, que tienen una binaria comun. Por lo regular este compuesto es un ácido, y por consiguiente los compuestos cuaternarios mas esparcidos en la naturaleza son sales dobles, resultantes de la combinacion de dos sales formadas por el mismo ácido y una base diferente. La *glauberita* es un *sulfato doble* de cal y de sosa; el *alumbre* un *sulfato doble* de alúmina y de potasa; la *dolonia* un *carbonato doble* de cal y de magnesia; etc.

No todos los compuestos cuaternarios resultan de combinaciones oxigenadas, pues existen *sulfuros múltiplos*, ó sean combinaciones de tres sulfuros, p. e. la *estanina*, compuesta

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

de los sulfuros de estaño, de cloro y de hierro; la *polibasita* formada por los sulfuros de antimonio, de cobre y de plata; etc.

Una combinacion ternaria oxigenada puede convertirse en cuaternaria con la adicion del agua, cuando esta cede el hidrógeno como cuarto elemento constitutivo; y una combinacion binaria no oxigenada puede tambien pasar á cuaternaria del mismo modo, pues entónces recibe del agua dos elementos nuevos, el oxígeno y el hidrógeno. La *karstenita*, compuesto ternario oxigenado, es un sulfato de cal, que por la adicion de una cantidad de agua pasa á cuaternario y se constituye *yeso* ó sulfato de cal hidratado. Fácilmente se concibe, que los cuaternarios oxigenados pueden á su vez hidratarse y pasar de este modo á quinarios. La *labradorita* es un compuesto cuaternario perteneciente al grupo de los feldespatos, que por la adicion del agua pasa á quinario formando entónces el mismo silicato hidratado ó sea la *escolecita*. Estos son los compuestos mas complexos.

143. Hasta aquí hemos atendido á la naturaleza de los cuerpos constitutivos prescindiendo del número de átomos, que de cada uno entra en un compuesto; mas adelante el estudio de la cantidad de las moléculas nos ocupará de la misma manera que el de su calidad.

144. *Cuerpos electro-positivos y electro-negativos.* — Sometido un compuesto binario á la accion de la pila de Volta, se descompone y uno de sus elementos se dirige al polo positivo y el otro al polo negativo. Por la propiedad inherente á flúidos iguales de repelerse y á los contrarios de atraerse, se llaman cuerpos *electro-negativos* los que se dirigen al polo positivo, y *electro-positivos* los que al negativo.

Ordenando los cuerpos simples en una série basada en sus disposiciones eléctricas, se ha abierto la lista con el mas electro-negativo, el oxígeno, y se ha cerrado con el mas electro-positivo, el potasio, como manifestamos en el n.º 133.

Debe observarse, que solo el oxígeno posee un estado eléc-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

trico absoluto, y que este en todos los demas elementos es variable, pues que pueden ser negativos respecto de un cuerpo y positivos respecto de otro. El azufre, p. e., es positivo relativamente al oxígeno, y negativo cuando se une con los metales.

Se ha considerado la combinacion química como resultado de la oposicion eléctrica de los cuerpos constitutivos, y creido que la afinidad se ejerce, siempre que un cuerpo simple ó compuesto puede ser electro-positivo respecto de otro, que es electro-negativo. Así, entre los compuestos oxigenados, los que contienen mayor cantidad de oxígeno son por lo regular electro-negativos respecto de los que la contienen menor, y por consiguiente los ácidos son electro-negativos relativamente á los óxidos, y los primeros se combinan con energía con los segundos para formar las sales. En toda combinacion, pues, por complicada que sea, distinguimos siempre un principio electro-negativo que desempeña el papel de *ácido*, y otro electro-positivo al que corresponde el de *base*.

LEYES DE COMBINACION. — ANALISIS.

145. De lo expuesto en los números anteriores se deduce, que el estudio de la composicion de los minerales se limita al de las combinaciones binarias que pueden formarse, y como el número de estas se halle limitado por leyes muy sencillas nos interesa conocer estas mismas leyes. Antes de enunciarlas dirémos, que no basta saber la naturaleza de los elementos de un compuesto para conocerle, sino que es preciso saber las cantidades que se unen de cada uno de los principios constitutivos. Los esperimentos en estos casos son el único guia que debemos invocar; los medios de investigacion de que nos servimos el *análisis* ó sea la descomposicion de los cuerpos que tratamos de estudiar. Esta descomposicion pues tendrá un objeto doble:

1.° Descubrir la naturaleza (*calidad*) de las sustancias de cuya union ha resultado el cuerpo que es preciso descompo-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

ner, y 2.° la proporcion (*cantidad*) de los cuerpos componentes. De ahí dos suertes de análisis, denominadas respectivamente *cualitativa* y *cuantitativa*.

146. *Leyes de las proporciones definidas y de las proporciones múltiplas.* — Un compuesto cualquiera contiene siempre en las mismas proporciones los cuerpos elementales de que está formado, ó en otros términos las combinaciones se efectúan siempre en proporciones definidas. El número de combinaciones entre dos cuerpos es determinado y fijo, y raras veces se eleva á 4 ó 5.

El cobre se combina con el azufre formando los siguientes compuestos binarios.

	Proto-sulfuro	y	Deuto-sulfuro
Azufre	— 20,27	—	33,71
Cobre	— 79,73	—	66,29
	100,00		100,00

Faltando estas proporciones, no tiene lugar la formacion de estos sulfuros ni la de otro compuesto de azufre y cobre.

El mismo metal, combinado con el oxígeno, da orígen á tres óxidos, en los cuales notamos las siguientes proporciones:

	Protóxido		Bióxido		Tetraóxido
Oxígeno	— 11,21	—	20,17	—	33,57
Cobre	— 88,79	—	79,83	—	66,43
	100,00		100,00		100,00

Esta ley de las proporciones definidas no solo se aplica á la combinacion de los cuerpos simples, si que tambien á la de los compuestos. El ácido sulfúrico y el protóxido de potasio ó la potasa se combinan siempre en las siguientes proporciones:

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

	Protosulfato	Bisulfato
Acido sulfúrico —	45,88 —	62,90
Potasa — —	54,12 —	37,10
	100,00	100,00

147. Si se comparan las combinaciones diversas que pueden formar entre si dos cuerpos simples ó compuestos, y se busca la proporcion segun la cual uno de los cuerpos constitutivos entra en cada una de estas combinaciones, suponiendo que la proporcion del otro no varía en toda la série de estas mismas combinaciones, sube de punto el interes y la importancia de los resultados que se obtienen. Compárense entre si los dos sulfuros de cobre, los tres óxidos del mismo metal, y los dos sulfatos de potasa, para cada uno de los cuales acabamos de indicar las proporciones de los principios constitutivos sobre 100, y apreciarémos ciertas relaciones que no puede evidenciar la indicacion precedente.

Si representamos por 100 la proporcion del azufre contenido en ambos sulfuros, una simple proporcion geométrica nos indicará la cantidad de cobre contenida en cada uno de ellos:

100 de azufre se combinan con 395,60 de cobre en el protosulfuro.
100 — 197,80 — bisulfuro.

Los dos números qne expresan la proporcion del cobre, manifiestan que el segundo es la mitad del primero, y por consiguiente que el protosulfuro contiene doble cantidad de cobre que el bisulfuro, siendo invariable la del azufre. Si por una hipótesis inversa tomamos una cantidad constante de cobre y buscamos la proporcion del azufre en ambas combinaciones, obtendrémos el resultado siguiente:

395,60 de cobre se combinan con 100 de azufre en el protosulfuro.
395,60 — con 200 — bisulfuro.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

El bisulfuro deriva pues del protosulfuro doblando la cantidad de azufre.

El cobre que, como indicamos, forma tres óxidos, ofrece las composiciones siguientes:

	Cobre	y Oxigeno	ó Cobre	y Oxígeno
Protóxido de cobre.	— 791,36	— 100	— 791,36	— 100
Bióxido —	— 395,78	— 100	— 791,36	— 200
Tetraóxido —	— 197,88	— 100	— 791,36	— 400

La relacion entre las cantidades de oxígeno que contienen estos óxidos es 1, 2 y 4, de modo que solo falta un término para una proporcion continua.

La comparacion de las cantidades entre el ácido y la base, respecto de los dos sulfatos de potasa, da las proporciones siguientes:

117,98 de potasa se combinan con 100 de ácido en el protosulfato.
117,98 — 200 — bisulfato.

Este resultado no tiene necesidad de explicacion; confirma la misma ley, cuyas aplicaciones diversas encontrariamos en todos los casos análogos, y de la cual citarémos un último ejemplo, que nos facilita la química y es propio para evidenciarla hasta su último extremo. En los cinco compuestos que el oxígeno forma con el ázoe se vé, que

177,03 de ázoe combinadas
- con 100 de oxígeno forman el protóxido,
- con 200 — bióxido,
- con 300 — ácido azooso,
- con 400 — — hipo-azóico,
- con 500 — — azóico.

Siendo entre si las proporciones del oxígeno para una misma cantidad de ázoe, como 1, 2, 3, 4, 5; y confirmando este resultado los precedentes, en los cuales las proporciones de los

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

cuerpos constitutivos eran, segun la especie, :: 1 : 2, :: 1 : 4, deberémos establecer como conclusion general la ley notable de las proporciones múltiplas formulada en estos términos; *cuando dos cuerpos se combinan en distintas proporciones, las diversas cantidades, que de uno se asocian á una misma cantidad del otro, se hallan entre si en proporciones sencillas en los diversos compuestos.*

El número de los múltiplos es por otra parte muy limitado, pues la relacion entre las cantidades comparadas de uno de los cuerpos constitutivos está representada en general por la de la unidad con los 5 números primeros; sin embargo puede ser de 1 á 1 1/2, de 2 á 2, á 3, á 5 y raras veces á 7.

148. En las combinaciones de los cuerpos binarios la ley de las proporciones múltiplas hasta es aplicable á las proporciones entre las cantidades del mismo principio electro-negativo que pueden contener los dos compuestos. Entónces se formula del modo siguiente: *si dos compuestos binarios que tienen un principio electro-negativo comun se combinan, la cantidad del principio electro-negativo es un múltiplo ó sub-múltiplo de la cantidad del mismo principio contenido en el otro.* Así en la combinacion de dos sulfuros, el número que expresa para uno de ellos la cantidad del azufre, elemento electro negativo comun, es un múltiplo ó sub-múltiplo del que para el otro representa la cantidad del mismo elemento. En los sulfatos, p. e., la cantidad del oxígeno contenido en el óxido es á la cantidad del contenido en el ácido :: 1 : 3.

149. *Ley de los equivalentes.* —Se da el nombre de equivalentes químicos ó números proporcionales á los números que representan las cantidades en peso de los diferentes cuerpos que pueden sustituirse en las combinaciones. Hanse evaluado los equivalentes de la misma manera que los pesos específicos, es decir; tomando por unidad el equivalente de un cuerpo simple, y refiriendo á aquella los equivalentes de los demas.

El equivalente del oxígeno, representado por 100, es el tér-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

mino de comparacion generalmente adoptado. Para fijar los números que expresen las cantidades segun las cuales los cuerpos pueden unirse con 100 de oxígeno, se han estudiado los protóxidos ó cuerpos ménos oxigenados. Así para hallar el equivalente del azufre se ha buscado el peso de este metalóide, capaz de formar con 100 de oxígeno el ácido hiposulfuroso ó sea la combinacion ménos oxigenada del azufre.

Si comparamos el *protóxido de plomo* compuesto de

Oxígeno — 100
Plomo — 1294,498

y el *ácido hiposulfuroso* compuesto de

Oxígeno — 100
Azufre — 201,165

vemos, que no existe relacion alguna entre la cantidad del metal y del metaloide; pero si ambos cuerpos se asocian para formar un sulfuro de plomo, se realizará siempre la combinacion en la proporcion de los números 201,165 y 1294,498.

Para formar el equivalente de los cuerpos compuestos se suman los equivalentes de los constitutivos. Así en el ácido sulfúrico, que consta de 201,165 ó de un equivalente de azufre, y de 300 ó de tres equivalentes de oxígeno, la suma de estos dos números, = 501,165, es el equivalente del ácido sulfúrico. Lo mismo dirémos en el ejemplo siguiente: 489,92 ó un equivalente de potasio con 100 de oxígeno forman el protóxido de potasio, y el número 589,92, suma de ambos equivalentes constitutivos, es el equivalente de la potasa. Unamos ahora un equivalente de ácido sulfúrico, = 501,165, con un equivalente de potasa = 589,92, tendrémos 1091,085 equivalente del sulfato de potasa.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

ANOTACION QUIMICA Y MINERALOGICA.

150. Las relaciones atómicas que existen entre los diversos elementos esenciales de los minerales se expresan de una manera abreviada y sencilla por medio de fórmulas que á primera vista representan las relaciones particulares de la especie. Al efecto se han creado y admitido signos particulares sencillos y cor tos.

151. Al formular la composicion de un cuerpo, necesariamente indicamos la naturaleza de los elementos ó de los átomos constitutivos, y su proporcion relativa. Representan al cuerpo las iniciales de sus nombres latinos (n.º 133), y el número de sus átomos constitutivos guarismos colocados á la derecha del símbolo usado en forma de exponente algebraico. Así O^3 significa tres átomos de oxígeno; H^2 dos átomos de hidrógeno. La unidad se omite como en álgebra. En el signo K verémos pues representado un átomo de potasio; en O un átomo de oxígeno, etc.

Si quisiésemos indicar un número determinado de átomos, antepondríamos este número á la fórmula á manera de coeficiente algebraico. Asi SO^3 significa un átomo de ácido sulfúrico, resultante de la combinacion de un átomo de azufre y de tres átomos de oxígeno, miéntras que $2\,SO^3$ representa dos átomos del mismo ácido. $S^2\,O^5$ es la expresion de un átomo de ácido hiposulfúrico, compuesto de 2 de azufre y 5 de oxígeno, al paso que $2\,S^2\,O^5$ representa dos átomos del mismo ácido.

En los compuestos binarios los átomos se escriben simplemente uno al lado de otro, como acabamos de ver; pero en las fórmulas que representan la composicion de las sales, separamos por un *inciso* la fórmula atómica del ácido de la de la base; así KO,SO^3 significa un átomo de sulfato de potasa, compuesto de un átomo de potasa, KO, y de otro de ácido sulfúrico, SO^3; $Al^2\,O^5$, $3\,SO^3$ es la expresion de un átomo de sulfato de alú-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

mina, compuesto de un átomo de alúmina, $Al^2 O^5$, y tres de ácido sulfúrico, $3SO^3$.

Cuando varias sustancias, cuya fórmula está ya compuesta de dos partes separadas por un inciso, se reunen en un compuesto mas complexo, se indica la combinacion de estas diversas sustancias por el signo + colocado entre cada una de ellas: así en la forma del alumbre cristalizado

$$KO,SO^3 + Al\ O^5,\ 3SO^3 + 24H^2O,$$

leemos: 1.° la combinacion de 1 átomo de sulfato de potasa con 1 átomo de sulfato de alúmina, y 24 átomos de agua: ó sea un sulfato doble hidratado de alúmina y de potasa.

152. Siendo los compuestos de oxígeno y de azufre los mas frecuentes en la naturaleza, se ha tratado de simplificar sus fórmulas sustituyendo puntos ó incisos á sus símbolos. Colócanse *puntos* sobre el signo que representa el cuerpo oxigenado, é *incisos* sobre el que indica el sulfurado, en número igual al exponente omitido. Así $\dot{H}^2$ equivale á $H^2\ O$; $\ddot{S}$ á SO^3: $\ddot{C}u$ á $Cu\ S$, $\ddot{P}b$ á $Pb\ S$.

Cuando son dos los átomos de un radical se cruza la letra significativa con una raya horizontal, se pone una linea debajo, ó se apela á otros medios ménos usados. Por esto se escribe $\underline{\dot{H}}$ en vez de $\dot{H}^2$; e $O\underline{F}^3$ y mas simplemente $\underline{\ddot{F}}e$ en vez de Fe^2O^3.

Todos los signos de que acabamos de dar cuenta y esplicacion se denominan *signos químicos*, porque juntos indican las relaciones químicas de los compuestos: pero en mineralogía nos valemos de los *mineralógicos*, que no son mas que una modificacion de los expresados ó una simplificacion en la representacion de los oxigenados.

153. En las fórmulas mineralógicas suprimimos todos los signos de oxidacion, y escribimos con letra bastardilla el nombre del cuerpo oxidado: así *Ca* representa el óxido de calcio ó la cal; *K* el óxido de potasio ó la potasa. Cuando existen va-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

rios óxidos de un mismo cuerpo, se designa el que contiene mas oxígeno con la bastardilla mayúscula, de modo que *Fe* significará el peróxido de hierro, y equivaldrá á $Fe^2 O^3$, ó á $\ddot{\underline{Fe}}$; *fe* significa el protóxido de hierro y equivale á Fe O, ó á $\dot{F}$. El agua se representa por *Aq.* como abreviacion de su nombre *aqua*.

Fácilmente reemplazarémos la fórmula mineralógica con la química, y recíprocamente, teniendo cuidado de conservar siempre las mismas relaciones entre los diversos grados de oxidacion de cada cuerpo.

CARACTERES QUIMICOS. — ENSAYOS.

154. Ante todo dirémos que no debe confundirse la *composicion química* de los minerales con sus *caractéres químicos*. Para conocer aquella, penetramos, en cierto modo, en la naturaleza íntima del cuerpo y obtenemos ciertos resultados que nos dicen, p. e., que el ácido arsenioso consta de 2 átomos de arsénico y de 3 de oxígeno. Mas para determinar los caractéres químicos, nos contentamos con reconocer el cuerpo por una propiedad química saliente y comprobable. Cuando, reducido un mineral á polvo y sometido, despues de haberle mezclado carbon, á la accion del fuego en un tubo cerrado, percibimos el olor de ajos peculiar al ácido arsenioso, apreciamos un carácter químico que nos da á reconocer al cuerpo sin indicarnos su composicion. El conocimiento de la composicion, así como de los caractéres químicos, se funda en los esperimentos, y es resultado de los trabajos de la química, á la cual la mineralogía es deudora de sus descubrimientos; con la diferencia de que el de la composicion atañe mas exclusivamente al químico, y el de los caractéres químicos al mineralogista. El medio de investigacion del primero es el *análisis* y el del segundo la *prueba* ó el *ensayo*.

El ensayo no puede reemplazar al análisis, pues nada nos enseña acerca de la naturaleza del cuerpo que ensayamos, ni

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

tampoco se debe preferir su empleo á la constatacion de los caractéres químicos de los minerales que luego estudiarémos, pero suministra un ausilio poderoso para reconocer los cuerpos, y no se deben olvidar los recursos prontos y fáciles que presta para la determinacion de los minerales.

155. Las suertes principales de ensayos son cuatro, y se denominan por el *fuego*, por la *solubilidad en el agua*, por la accion de los *ácidos* y la de los *álcalis*. Llámanse ensayos por la *via seca* aquellos en que se apela el calórico para vencer la fuerza de cohesion de las moléculas, y ensayos por la *via húmeda* aquellos en que se triunfa de esta fuerza por su disolucion en los líquidos. Muchas veces es útil el uso simultaneo de ambos métodos para hacer un ensayo perfecto.

156. Ensayos por el fuego.—Cuando procedemos á esta clase de ensayos llevamos por objeto observar las modificaciones que esperimentan los minerales á una temperatura mas ó ménos elevada. Unas veces se calcinan ó tuestan para saber si contienen sustancias volátiles, y otras nos proponemos saber si son fusibles y cuales son los resultados de la fusion.

157. En el primer caso se procede al ensayo en el aire libre ó en tubos encorvados, abiertos en uno de sus extremos y en el opuesto terminados en una esfera que debe contener el cuerpo que, previamente pesado, se somete al ensayo. Luego se calienta la sustaucia sobre ascuas, ó por medio de la lámpara de alcool, con lentitud y gradualmente para evitar su deflagracion y la ruptura del tubo. Despues de un tiempo mas ó ménos prolongado y siempre relativo á la naturaleza del mineral que se ensaya, el principio volátil se desprende y en parte se condensa en las paredes del trecho del tubo sostenido con la mano; entónces solo nos resta apreciar su naturaleza.

Las principales sustancias volátiles son: el agua, el oxígeno, el mercurio, el azufre, el antimonio, etc. Los hidratos dan gotitas de agua y los compuestos mercuriales glóbulos de mercurio, etc.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

158. *Soplete.* — Algunos minerales, como el bismuto nativo, la criolita, etc. funden expuestos al calor de la llama de una vela; pero las mas de las veces debemos procurarnos una temperatura mas elevada para obtener reacciones que indiquen su naturaleza. Una lámpara cual la de esmaltar, ó el soplete, como se acostumbra hacer en nuestros dias, son los medios á que se apela con buen resultado.

El soplete, instrumento que sirve para dirigir por insuflacion una corriente de aire continua sobre la llama de una vela ó de una lámpara, consiste en un tubo cónico y encorvado en uno de sus extremos. Tal es el que muchos artistas usan para soldar los metales; pero el del mineralogista ha sufrido modificaciones de importancia (*l.* 1, *f.* 1). En vez de un mero tubo encorvado consta de dos brazos, uno mas largo (*a a*) por el cual se sopla, y otro mas corto ó pico (*a*) que se dirige sobre la llama, reunidos en ángulo recto por medio de una cámara ó recipiente (*c*) que podemos reputar como condensador de la exhalacion pulmonar. Otra modificacion importante es la adicion de un tubito ó pico móvil (*d*) que se ajusta al extremo del brazo corto y tiene diámetros diferentes para dar temperaturas distintas.

Esta será tanto mas elevada cuanto mas delgado sea el chorro producido. Los sopletes son de hoja de lata, de plata, etc.; pero los picos constantemente deben ser de platino para que no se fundan ni oxiden.

159. Para servirnos del soplete, debemos dirigir la punta del pico sobre una llama, que de este modo da un dardo muy activo, y procurar que la corriente de aire producida tenga una fuerza constante, y la llama una intensidad igual. Para satisfacer estas condiciones es necesario acostumbrarse á llenar la boca de aire, y que solo los carrillos, haciendo las veces de fuelle, le expelan y le hagan enfilar el soplete.

160. Cuando se ha alcanzado sostener sin fatiga y sin interrupcion la corriente necesaria de aire, falta todavía saber

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

utilizar el calórico de la llama. En general nos servimos de la de una bugía que no se derrita, ni dé humo espeso, ó bien de la lámpara alcoólica que produce una temperatura mas elevada.

En la llama se pueden distinguir principalmente cuatro partes de dimensiones desiguales (*l.* 1, *f.* 2). 1.° En la base se observa una pequeña parte de color azul oscuro (*a b*) que se adelgaza alejándose de la mecha, y desaparece en el punto en que la llama se eleva: 2.° en su centro un espacio oscuro (*e c*) que se vé al traves de la porcion brillante y contiene los gases que se desprenden de la mecha y, no hallándose en contacto con el oxígeno del aire, no pueden inflamarse: 3.° la parte brillante que envuelve la oscura y es la llama propiamente dicha, en torno de la cual se halla, por último, otro envoltorio (*b d*) cuyo mayor grosor corresponde al vértice de la llama brillante y que es poco luminoso. En esta parte cuarta es mas activa la combustion de los gases, y por consiguiente mas intensa la temperatura.

Dirigiendo el pico del soplete al centro de la llama (*l.* 1, *f.* 3), las partes cambian de posicion respectiva. Ante el pico indicado se presenta la llama azul (*a b*) que primeramente rodeaba la base de la llama, y ahora se halla concentrada en su interior remedando la forma de un pequeño cilindro cuyo extremo es el foco calorífero, de la misma manera que en la llama no activada por el soplete. Pero en el estado normal el *maximum* de temperatura reside en una zona, miéntras que por el soplete se reduce á un punto en que se concentra todo el calórico desarrollado por la masa del aire condensado, y es conducido al espacio estrechado del centro de la llama que ántes se extendia á todos los puntos de su superficie.

161. La llama puede producir dos efectos contrarios; quemar los cuerpos oxidables ó reducir los oxidados, segun que los pongamos en contacto con su parte exterior ó brillante. Por esta razon se distinguen en la llama del soplete dos fuegos, uno de *oxidacion* y otro de *reduccion*. No es indiferente en estos

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

casos el diámetro del pico que se usa, tanto que en el primer caso lo elegimos mayor que en el segundo.

162. Para exponer la pieza que se ensaya al dardo del soplete, apelamos á varios medios. Unas veces la colocamos sobre un pedazo de carbon, regularmente de pino, previamente vaciado con la punta de un cuchillo, ú otro de tejido muy compacto para que la sustancia fundida no filtre al traves de su masa; otras nos servimos de unas pinzas de platino cual representa la *f.* 4 de la *l.* 1; otras de una cucharita del mismo metal; otras de una lámina ó plancha ahuecada en forma de cápsula, y por fin de un hilo de la misma sustancia convenientemente arrollado y encorvado para formar gancho y ofrecer así un punto de apoyo á la sustancia. Este último medio es el mas comunmente empleado.

163. No pocas veces nos basta la simple constatacion de la fusibilidad ó infusibilidad por medio del soplete para pronunciarnos entre dos sustancias cuyo aspecto nos tiene indecisos. Así la plata por su fusibilidad se distingue del platino, el granate del rubí, y la esmeralda incolora del cristal de roca. Siendo esta propiedad de los cuerpos relativa á la temperatura producida, al volúmen de los fragmentos que empleamos y hasta al tiempo necesario para realizarla, si atendemos debidamente á estas circunstancias nos facilitarémos nuevos datos para caracterizarles. A mas importa fijarse en las circunstancias que acompañan á la fusion misma. Los arseniuros, ántes de fundirse, experimentan una especie de torrefaccion y despiden vapores de olor aliaceo; la pluralidad de los hidratos, lo mismo que la turmalina y los varios minerales que contienen ácido bórico, etc. se dilatan extraordinariamente.

164. Algunas veces se exponen los minerales á la accion del soplete mezclados con otros cuerpos que favorecen su fusion, denominados por este motivo *flujos* ó *fundentes*. Se les designa tambien con el nombre de *reactivos*, porque facilitan indicaciones preciosísimas para descifrar la naturaleza de muchos cuer-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

pos. Los principales de esta clase son el *borraj*, ó borato de sosa, la *sosa* ó carbonato de sosa, la *sal de fósforo* ó fosfato doble de sosa y de amoníaco, y el *salitre* ó nitrato de potasa.

El borraj, que es el fundente mas general y poderoso de los conocidos, forma vidrios y esmaltes de colores diversos, pero peculiares á los cuerpos que se ensayan.

La sosa facilita muchísimo la fusion y reduccion metálicas.

La sal de fósforo descompone todas las sales, inclusos los silicatos, determina la fusion de casi todos los óxidos, al mismo tiempo que los transforma en sales dobles, generalmente dotadas de colores característicos.

El salitre activa la óxidacion de las partes que han resistido á la accion de la llama.

165. *Ensayos por la via húmeda.* — Son los empleados para llegar al conocimiento de los elementos que entran en la composicion de un mineral, cuando se apela á la accion de los reactivos líquidos sobre los cuerpos que se examinan. Los mas comunmente usados son los ácidos nítrico, sulfúrico, clorhídrico, sulfhídrico y oxálico, el amoníaco, la potasa, el carbonato de potasa, el cloruro de bario, el nitrato de plata, el clorhidrato de amoníaco, el fosfato de sosa, el cloruro de platino, el fluoruro de silicio, los cianuros rojo y amarillo de potasa y de hierro, el protocloruro de estaño, el alcool, el agua y la tintura de agallas. Si á estos añadimos cristales de reloj, cápsulas de porcelana, tubitos macizos de cristal, láminas de cobre, estaño, zinc é hierro, y un pequeño almirez de ágata con su pilon respectivo para pulverizar los minerales, tendrémos lo necesario para un estuche mineralógico.

166. *Agua.* —Limítanse estos ensayos á las sales solubles, de las cuales es preciso conocer el grado de solubilidad y el gusto característico. El *sulfato de magnesia* es *amargo*, el de *hierro estíptico* y *astringente*, la *sal gemma* simplemente *salada*, etc.

167. *Alcalis.* — Estos ensayos se efectúan rarísimas veces.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Es notable el amoníaco concentrado que disuelve completamente el cloruro de plata.

168. *Acidos.* —Cuando se ensaya un mineral por este medio se examina si es ó no soluble en el ácido. Si se disuelve, debe observarse si la accion disolvente es lenta ó rápida, si la disolucion es colorada ó incolora, si se efectúa con ó sin efervescencia, si es completa ó si deja un residuo gelatinoso ó terreo, pues todas estas circunstancias son indispensables para obtener una série de caractéres bien determinados y sensibles. Una disolucion de color de rosa indica el *cobalto;* una verde caracteriza casi siempre un *mineral cuprífero*. El cobre nativo y los mas de los metales libres dan, disolviéndose en el ácido azóico, una efervescencio característica de ácido nitroso: los carbonatos se disuelven en este mismo ácido produciendo una efervescencia inodora é incolora, pero es notable que, entre sus especies, la de la *cal carbonatada* es viva y rápida, al paso que la de la *dolomia* se verifica con lentitud.

169. CARACTERES GEOLOGICOS. —Antes de estudiar las clasificaciones mineralógicas debemos indicar, que no carece de importancia para el conocimiento de los cuerpos brutos el de sus caractéres geológicos. Llámanse tales las relaciones que existen entre un mineral y la gran masa del terreno de que era parte integrante en la época de su extraccion.

Los minerales guardan en su colocacion en la costra terrestre cierto órden que se halla en armonía con las leyes físicas del globo, y viven, si así cabe expresarse, agrupados en localidades y épocas correspondientes á las líneas marcadas por cambios fuertes de temperatura y por las demas condiciones de formacion de la corteza de la tierra. Así para comprender los datos que pueden suministrar estos caractéres debe atenderse: al modo como los minerales se presentan; á sus asociaciones con otras especies; á los terrenos en que se hallan y por último á las alteraciones mecánicas, físicas ó químicas que hayan sufrido.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

TAXONOMIA MINERALOGICA.

170. En mineralogía, lo mismo que en los otros ramos de las ciencias naturales, es preciso establecer una comparacion constante entre los objetos que son de su dominio, atendiendo á las relaciones que les unen y á las diferencias que les separan, y dar nombres á los grupos que así se forman; en una palabra se debe clasificarles.

Siguiendo una clasificacion natural, nuestro objeto será reunir los cuerpos segun su mayor ó menor analogía real, por cuya razon es forzoso que esta clasificacion se funde al mismo tiempo en el mayor número y en todos los caractéres, á la vez, si es asequible, ó al ménos sobre su conjunto, pero teniendo en cuenta su grado de importancia, á fin de que represente el cuadro exacto y completo de su naturaleza. Sin embargo el *método natural* no ha alcanzado el último grado de perfeccion que se propone; solo es el resúmen filosófico de todos los resultados obtenidos hasta aquí por la ciencia.

171. Estos resultados, cuyo estudio nos ha ocupado en las páginas precedentes y que hemos referido á dos órdenes de caractéres, unos *físicos* y otros *químicos*, nos conducen á la siguiente observacion general de suma importancia: todas las propiedades esenciales de los cuerpos brutos son dominadas por la composicion química, y la molécula integrante de cada uno de ellos es su imágen mas real, y quizas podemos atrevernos á decir la personificacion mas esencial y única.

Sabemos que la molécula permanece siempre idéntica á si misma; que puede asociarse á otras moléculas obedeciendo á

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

ciertas leyes determinadas, y dando entónces nacimiento á combinaciones diversas, pero definidas, que á su vez son invariables, y por análisis nos dan las moléculas constitutivas con todos sus caractéres esenciales y permanentes. El mármol de Carrara, el espato de Islandia, y la creta forman una série de cuerpos de propiedades exteriores muy diversas; sin embargo todos nos dan por análisis *carbonato de cal* como molécula integrante; todos se aproximan uños á otros por un carácter que no ofrece anomalías, por su composicion química. Hemos demostrado precedentemente, que, salvos los casos raros de dimorfismo y admitiendo la identidad atómica en el isomorfismo, la forma cristalina generalmente es relativa á la naturaleza química; que la refraccion simple ó doble se halla á su vez relacionada con la forma y la estructura: que sucede otro tanto con la polarizacion, la elasticidad, el peso específico, la dureza y la dilatacion, y que un cambio de composicion produce una modificacion en las otras propiedades, sin que nunca se observe un fenómeno inverso de esta naturaleza. A lo expuesto añadirémos, que el mineral no siempre afecta la forma cristalina; que muchas veces es opaco y mate, lo que impide entónces que se aprecie la refraccion ó la polarizacion, y por último que su composicion química con frecuencia subsistirá como el único medio de establecer su identidad.

De estas consideraciones resulta, que en mineralogía existe un carácter de primera importancia; que este carácter es la composicion química, y que por consiguiente esta debe servir de base á una clasificacion natural. Tambien se deduce de las observaciones precedentes, que el *individuo* mineralógico, esto es el sér que no podemos dividir sin destruirle ni desnaturalizarle, no es mas que la molécula integrante.

Adoptando la composicion química como principio fundamental de sus métodos mineralógicos, los autores han apreciado de un modo diverso el valor de los mismos fenómenos químicos, y en seguida combinado de diversas maneras el conjunto de los

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

otros caractéres para las divisiones y subdivisiones necesarias. De ahí se han originado varias clasificaciones. En general todos están acordes en el modo de definir la *especie* y señalarle los caractéres que luego indicarémos ; pero el agrupamiento de las especies en géneros ofrece diferencias esenciales , en las que residen verdaderamente los caractéres distintivos de los diversos métodos.

172. *Especie.* — *Variedades.* — Atendiendo al principio de las analogías para agrupar sucesivamente los minerales segun su mayor semejanza, la especie se forma de la reunion de individuos semejantes , ó que tienen entre si mayor analogía que con otros cuerpos. Así se define la especie en mineralogía , la reunion de individuos mineralógicos formados por los mismos principios constitutivos y en las mismas proporciones. Por consiguiente los carbonatos de cal , citados anteriormente , pertenecen á una misma especie.

Concordando en general la forma cristalina con la composicion química , deben los minerales de una misma especie , hecha abstraccion de las dimorfas , parecerse por sus propiedades físicas. Algunos minerálogos refieren los cuerpes dimorfos á una misma especie ; otros por el contrario completan la definicion precedente añadiendo á la circunstancia de una composicion idéntica la de un *mismo estado de agregacion molecular* , con lo cual forman dos especies de un mismo cuerpo bajo dos sistemas de formas distintas.

La diversidad de formas y de estructura , el grado de trasparencia ú opacidad , y otras alteraciones de que son susceptibles los caractéres físicos de las especies , son otras tantas consideraciones que nos pueden servir para establecer otras tantas *variedades* en una especie, siempre que dominen sus caractéres esenciales.

173. *Género ; tríbu ; familia ; órden ; clase.* — Agrupando las especies mas análogas entre si , se forman los géneros ; la reunion de estos constituye las tribus , y sucesivamente las fa-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

milias, órdenes y clases; pero si la especificacion apénas ofrece diferencia en los diversos métodos, no sucede otro tanto para la formacion de los grupos superiores, y hasta la subordinacion de estos grupos es mas bien teórica que real en mineralogía. En efecto, la dificultad para reunir en grupos naturales las especies que tienen mas analogía entre si, consiste en encontrar cual es el principio constitutivo que ejerce mayor influencia en el conjunto de las propiedades; y como toda combinacion, por complexa que sea, puede siempre presentarse como una combinacion binaria de un principio *electro-positivo* ó *base*, y otro *electro-negativo* ó *ácido* (n.º 142), la cuestion se reduce á decidir cual es el mas importante de estos dos principios, y cual por consiguiente el que debe servir de punto de partida para la clasificacion de las especies minerales.

174. Algunos minerálogos, entre quienes se cuenta á Beudant, han adoptado el principio electro-negativo como base general del agrupamiento de las especies; otros, como Berzelius y Haüy, el principio electro-positivo; pero Brogniard y Dufrénoy, calificando de exigencia científica el atenerse á un principio único para el agrupamiento de las especies, fundaron su clasificacion sobre un doble principio, y atendieron al elemento electro-negativo para reunir las *sustancias petreas* con el nombre de silicatos, y al electro-positivo para los metales.

175. Los zoólogos y los botánicos designan los séres que estudian con los nombres genérico y específico, pero en mineralogía no existe realmente nomenclatura y la que se usa es bastante defectuosa. Empléanse nombres bastante estravagantes, que unas veces proceden del lenguage vulgar, otras se refieren al criadero, otras recuerdan algun naturalista célebre, y algunas sus propiedades ó principios químicos. No es sin embargo fácil una modificacion que de pronto no produjese confusion suma.

176. A las clasificaciones que ántes indicamos precedieron las de Cronsted y Brunner, fundadas en los caractéres físicos, las de Linnéo y Capeller basadas en la forma cristalina, y las

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

de Werner, Werneront y Haussman, establecidas en méritos de los caractéres fisicos y de la composicion química.

Dividió Werner los minerales en cuatro grandes clases: 1.ª tierra y piedras; 2.ª sales; 3.ª combustibles y 4.ª metales. Las clases segunda y tercera tienen poca importancia; la primera comprende los minerales que entran en la composicion de las rocas y la cuarta los cuerpos metálicos.

177. En la época en que Werner dispertaba el gusto para la mineralogía en su cátedra de Freyberg, arrebatando á su numeroso auditorio con sus descripciones, Haüy cambiaba la faz de esta ciencia con sus leyes interesantes acerca de la cristalografia.

El método de este célebre abate, generalmente seguido en nuestras universidades, fué conocido en 1803. Entónces presentaba los minerales divididos en cuatro clases, cuyos titulos son: *sustancias acidíferas*, sustancias *terreas*, sustancias *combustibles no metálicas* y sustancias *metálicas*. Cada una de estas clases estaba subdividida en cierto número de órdenes, cuya exposicion omitimos por haber el autor legado al olvido esta clasificacion, cuando conoció la oportunidad de introducir en su obra las reformas que hacian precisas los adelantos de la ciencia.

Publicando en 1822 una nueva edicion de su tratado de mineralogía, modificó su clasificacion dividiendo los cuerpos que estudiaba en las cuatro clases siguientes:

1.ª *Acidos libres.*

2.ª *Metales heterópsidos*, ó que carecen de lustre metálico, p. e. los álcalis y las tierras ú óxidos metálicos terreos. Agrega en apéndice á esta clase la sílice y todos los minerales en que este cuerpo hace las veces de ácido.

3.ª *Metales autópsidos*, que se presentan con sus verdaderos caractéres y dotados de brillo metálico.

4.ª *Combustibles no metálicos*, p. e. el azufre y el diamante. Conságrase á esta clase un apéndice, llamado de las *sustancias fitógenas*, que contiene las ullas y betunes.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Un apéndice general á las cuatro clases encierra todas las sustancias, cuya composicion no era asaz conocida para que el autor pudiese señalarlas un sitio preciso en su método.

178. La clasificacion de Haüy ha prevalecido en Francia hasta que Mr. Beudant publicó su tratado de mineralogía. La doctrina química de este sabio, desarrollada en aquella obra notable, cuenta con una adopcion general y es el guia de la mayor parte de los mineralogistas de nuestros dias.

Estando de acuerdo los autores en que no son suficientes las propiedades físicas para caracterizar la especie, y que debe fundarse en las analogías químicas su agrupamiento en géneros; ¿á qué principio, pregunta Beudant, debemos atender? Al electro-positivo ó al electro-negativo? Decídese Beudant por el último, porque, siendo isomorfas las mas de las bases, los minerales, cuyo principio electro-negativo es comun, afectan con frecuencia la misma forma, p. e. los carbonatos.

Allanadas así, una tras otra, las dificultades que se le ofrecian para establecer una clasificacion que se aproximase lo mas posible al método natural, reunió los minerales en tres clases, denominadas GAZOLITOS, LEUCOLITOS y CROICOLITOS.

179. La clase de los gazolitos comprende las sustancias que contienen como principio electro negativo cuerpos gaseosos, líquidos ó sólidos, susceptibles de formar combinaciones gaseosas permanentes con el oxígeno, el hidrógeno ó el fluoro. Son de esta clase las familias siguientes: *silícidos*, *bóridos*, *carbónidos*, *hidrogénidos*, *azóidos*, *sulfúridos*, *fluóridos*, *clóridos*, *brómidos*, *iódidos*, *ósmidos*, *selénidos*, *telúridos*, *fosfóridos* y *arsénidos*.

180. Los leucolitos son sustancias que tienen por principio electro-negativo cuerpos sólidos que generalmente solo dan disoluciones blancas con los ácidos, y no son susceptibles de formar gases permanentes. He aquí sus familias. *Antimónidos*, *bismútidos*, *hidrargíridos*, *plúmbidos*, *aluminidos*, *magnésidos*, *estañidos* y *argíridos*.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

181. Los croicolitos son sustancias que contienen como principio electro-negativo cuerpos sólidos, susceptibles de formar sales ó disoluciones coloradas, é irreductibles á gases permanentes. Así es de ver en las familias siguientes. *Mangánidos*, *sidéridos*, *cobáltidos*, *cúpridos*, *crómidos*, *túngstidos*, *tantálidos*, *titánidos*, *platínidos*, *auridos*, *paládidos*, *uránidos* y *molíbdidos*.

182. Admitiendo Dufrénoy los principios electro-negativo y electro-positivo como medios de clasificacion, reconoce que para los metales la eleccion de las bases tiene la ventaja de reunir todos los minerales de la misma naturaleza, y que en los grupos naturales que así se formaron la dureza, el peso específico, el lustre, los colores, las reacciones químicas presentan las mayores analogías entre los minerales asociados; el criadero y el papel que les está asignado ofrecen puntos de contacto notables cuando se reunen las especies por su base, y de este modo viene la geología á completar la indicacion de las relaciones mineralógicas que existen entre los cuerpos brutos.

En cuanto á la asociacion por el principio electro-negativo, el mismo autor limita su aplicacion al grupo de los silicatos, en los que observa que la dureza, el lustre, el aspecto y el papel geológico dan caractéres concordantes; pero es de dictámen que no debe emplearse el mismo principio para las otras combinaciones acidíferas, *carbonatos*, *arseniatos*, etc. en las cuales la clasificacion por las bases pone de relieve la mayor suma de analogías en todos los caractéres físicos.

M. Dufrénoy admite pues tres grandes categorías, los *metales*, los *silicatos* y las *sustancias acidíferas*, fundadas la primera y la última en el principio electro-positivo, y la segunda en el electro-negativo.

La categoría de las sustancias acidíferas se subdivide en dos clases, la de las *sales alcalinas*, que son solubles en el agua, y la de las *tierras alcalinas* y de las *tierras*. Por último exis-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

ten otras dos clases; la una colocada á la cabeza del reino mineral y que contiene los cuerpos simples que forman un elemento esencial de todas las combinaciones naturales, y la otra al fin del mismo reino, que comprende los minerales que parecen resultar de la descomposicion de los vegetales sepultados en el seno de la tierra.

Clase 1.ª: CUERPOS SIMPLES (mineralizadores), que forman uno de los principios esenciales de los minerales compuestos.
Clase 2.ª: ALCALIS.
Clase 3.ª: TIERRAS ALCALINAS y TIERRAS.
Clase 4.ª: METALES.
Clase 5.ª: SILICATOS.
Clase 6.ª: COMBUSTIBLES de orígen orgánico.

Los jóvenes que despues amplien los conocimientos que ahora adquieran estudiando segun el método de Haüy, comprenderán perfectamente el que acabamos de indicar, así como el de Beudant adoptado para la enseñanza superior en nuestras Universidades.

Precederá á la descripcion de los minerales una tabla que comprende no solo las especies, objeto de nuestro estudio, si que tambien algunas otras cuyos caractéres omitimos. La indicacion de su fórmula atómica pondrá á los alumnos, conocedores ya de la anotacion química y mineralógica, en estado de comprender á su vista la composicion de los cuerpos. Creo que la nomenclatura de Beudant, continuada á la derecha de la de Haüy, no carecerá de importancia.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

TABLA

DE LA DISTRIBUCION DE LAS PRINCIPALES ESPECIES MINERALES

CON EXPRESION DE SU FORMULA ATÓMICA (1) Y PESO ESPECIFICO.

CLASE PRIMERA.

ACIDOS LIBRES.

	FORMULA ATOMICA.	PESO ESPECIFICO.
Acido sulfúrico.	$\dddot{S}u$ ó *Su*.	1,85
» sulfuroso.	$\ddot{S}u$.	
» bórico.	$\dddot{B}o + 6\,\underline{\dot{H}}$ ó *Bo* + *Aq*.	1,4
» carbónico.	$\overline{\ddot{C}}$ ó *C*.	1,524.
» clorhídrico.	HCh.	1,244.
» sulfhídrico.	H^2 Su ó $\underline{HS}$.	1,1912.

(1) Para simplificar las fórmulas mineralógicas y hacer mas fácil su lectura se representan con mayúsculas comunes los cuerpos simples y sus combinaciones no oxigenadas, y con bastardilla los compuestos oxidados; p. e. *Su* = ácido sulfúrico: Fe = hierro: *Fe* = hierro peroxidado: $Fe\,Su^2$ = hierro sulfurado.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

CLASE SEGUNDA.

METALES HETEROPSIDOS.

Género CAL.		
Cal carbonatada romboedrica: *caliza*.	$Ca\ C^2$	2,6 á 2,17
» prismática: *aragonito*.	$Ca\ C^2$	2,9 á 3
» fosfatada: *apatito*.	$3\ \dot{Ca}^3\ \dddot{\underline{Ph}} + Ca\ (Ch\ Fl)^2$	1,66 á 3,285
» fluatada: *espato fluor*, *fluorina*.	$Ca\ \underline{Fl}$	3,1 á 3,2
» anhidro sulfatada: *karstenita*.	$Ca\ \underline{Su^3}$	2,50
» hidro sufatada: *yeso*, *selenita*.	$Ca\ Su^3 + 2\ Aq.$	2,26
Género BARITA.		
Barita sulfatada: *baritina*.	$Ba\ Su^3$	4,7
» carbonatada: *witerita*.	$Ba\ C^2$	4,30
Género ESTRONCIANA.		
Estronciana sulfatada: *celestina*.	$Sr\ Su^3$	3,8 á 4
» carbonatada: *estroncianita*.	$Sr\ C^2$	3,70
Género MAGNESIA.		
Magnesia nativa: *periclasa*.	Mg	
» hidratada: *brucita*.	$Mg\ Aq$	2,336
» Hidroboracita.	$(Ca, Mg)\ Bo^4 + 3\ Aq$	1,90

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

METALES HETERÓPSIDOS.	FORMULA ATOMICA.	PESO ESPECIFICO.
Magnesia boratada: *boracita.*	$Mg\ Bo^4$	2,56
» sulfatada: *epsomita.*	$Mg\ Su^3 + 6\ Aq$	1,66
Género ALUMINA.		
Corindon: *telesia, zafiro, rubí,* etc.	Al	3,97 á 4,16
Alumina sulfatada alcalina: *alumbre.*	$K\ Su^3 + 3\ Al\ Su^3 + 24\ Aq.$	1,71
» sub-sulfatada: *alunita.*	$K\ Su^3 + 9\ Al\ Su + 6\ Aq.$	2,69
Género POTASA.		
Potasa nitrada: *nitro, salitre.*	$K\ Ni^5$	1,93
» sulfatada: *aphtalosa.*	$K\ Su^3$	2,4
Género SOSA.		
Sosa muriatada: *sal gemma ó comun.*	$Na\ Ch^2$	2,12 á 2,30
» sulfatada: *exantalosa.*	$Na\ Su^3 + 2\ Aq$	
» boratada: *borraj.*	$Na\ Bo^6 + 10\ Aq$	1,7
» carbonatada: *álcali mineral.*	$Na\ C^2 + 2\ Aq$	
» nitrada: *nitro cúbico.*	$Na\ N^5$	2,096
APÉNDICE: SÍLICE.		
Cuarzo.	Si	2,69
Opalo.	Si Aq	

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Género Silicatos aluminosos.		
Dístena.	$Al^2\ Si$ ó $Al^5\ Si^2$?	3,50
Estaurótida: *chorlo cruciforme*.	$(Al\ Fe)^4\ Si$	3,2 á 3,9
Género Silicatos aluminosos hidratados.		
Arcillas.	$Al,\ Si$	
Jabon de montaña.	$Al\ Si^3 + Al\ Aq$	
Género Silicatos de alumina, de cal ó de sus isomorfos.		
Granate grosularia.	$Al\ Si + Ca\ Si$	
» almandina.	$(Al,\ Fe)\ Si + (fe,\ Ca)\ Si$	de 3,5 á 4,3
» melanita.	$(Al, Fe)\ Si + (Ca, fe, mn)\ Si$	
» espesartina.	$Al\ Si + mn\ Si$	
» esmeralda.	$Al\ Si^2 + GlSi^2$	2,7
Género Silicatos aluminosos y alcalinos con sus isomorfos.		
Feldespato. Ortosa.	$3\ Al\ Si^3 + K\ Si^3$	de 2,4 á 2,7
Albita.	$3\ Al\ Si^3 + Na\ Si^3$	
Labradorita.	$3\ Al\ Si + Ca\ Si^2$	
Petalita.	$3\ Al\ Si^3 + Li\ Si^3$	

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

METALES HETERÓPSIDOS.	FORMULA ATOMICA.	PESO ESPECIFICO.
Género SILICATOS ALUMINOSOS HIDRATADOS, CALIZOS Ó ALCALINOS.		
Analcima.	$3\,Al\,Si^2 + Na\,Si^2 + 2\,Aq.$	2,7 á 2,254
Stilbita.	$3\,Al\,Si^3 + Ca\,Si^3 + 6\,Aq.$	
Mesotipa.	$3\,Al\,Si + Na\,Si^2 + 2\,Aq.$	
Escolecita.	$3\,Al\,Si + Ca\,Si^3 + 3\,Aq.$	
Chabasia.	$3\,Al\,Si^2 + Ca\,Si^2 + 5\,Aq.$	
Género SILICATOS NO ALUMINOSOS.		
	de base de cal.	
Wolastonita.	$Ca\,Si^2$	2,45
	de base de magnesia.	
Talco.	$Mg\,Si^3$	2,50
Esteatita: *creta de Brianzon.*	$Mg\,Si^2 + Aq$	2,70
Serpentina.	$3\,Mg\,Si + Aq$	2,60
Magnesita: *giobertita.*	$Mg\,Si^3 + 2\,Aq$	2,56 á 2,88
Peridoto.	$(Mg, fe)\,Si$	3,44
	De base de zircona.	
Zircon.	$Zr\,Si$	4,4

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

de bases distintas.

Amfíbol.	$Ca\ Si^3 + 3\ (Mg, fe)\ Si^2$	2,10 á 3,15
Tremolita.	$Ca\ Si^2 + 3\ fe\ Si^2$	
Piroxena.	$Ca\ Si^2 + fe\ Si^2$	
Diopsida.	$Ca\ Si^2 + Mg\ Si^2$	3,40
Hedenbergita.	$Ca\ Si^2, fe\ Si^2$	3,10 á 3,15
Asbesto.	Ca, Mg, fe, Si	3,9 á 3,15
Dialaga.	$Mg\ Si^2 + Ca\ fe\ Si^2$	3,30
Hiperstena.	$Mg\ Si^2 + fe\ Si^2$	3,30
Género SILICO-FLUATOS.		
Topacio.	$Al\ Fl^2 + \ddot{A}l\ \ddot{S}i$	3,49 á 3,54
Mica de un eje.	$Al, Mg, \overline{K}, Si, Fl.$	2,70
Mica de dos ejes.		
» Potásica.	$Al, Fe, K, Ca, Si, Fl.$	
» Lítica.	Al, Fe, K, Li, Si, Fl	
Género SILICO-BORATOS.		
Turmalina.		
lítica, potásica, sódica.	Al, K, Na, Li, Si, Bo	3,40
Axinita.	Ca, fe, mn, Al, Si, Bo	3,21

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

METALES HETERÓPSIDOS.	FORMULA ATOMICA.	PESO ESPECIFICO.
Género SILICATOS SULFURIFEROS.		
Lazulita	*Na, Ca, Al, Si, Su*	2,76 á 2,94
Género ALUMINATOS.		
Espinela.	*Mg* Al^3	3,64 á 3,76
» negra: *pleonasta.*	(*fe, Mg*) Al^3	1,617 á 3,7
» zincífera: *ganita.*	*Zn* Al^3	4,23 á 4,7

CLASE TERCERA.

METALES AUTOPSIDOS.

Género PLATINO.		
» nativo.	Pt	17,33 á 22,069
Género IRIDIO.		
Osmiuro de iridio ó iridiosmina.	Os Ir	
Género PALADIO.		
Paladio.	Pd	11,3 á 12
Género ORO.		
» nativo.	Au	19,36

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Género PLATA.		
Plata nativa.	Ag	10,47
» sulfurada: *argirosa.*	Ag Su	6,9 á 7,2
» antimonio-sulfurada: *argiritrosa.*	3 Ag Su + Sb^2 Su^3	5,831 á 5,91
» antimonio-sulfurada negra: *miargirita*	Ag Su + Sb^2 Su^3	5,2 á 5,4
» arsénico-sulfurada: *proustita.*	3 Ag Su + Ar^3 Su^3	5,24 á 5,52
» cornea ó muriatada: *querargira.*	Ag Ch^2	4,75 á 5,55
Género MERCURIO.		
Mercurio nativo.	Hg	13,60
» sulfurado: *cinabrio.*	Hg Su	8,09
Género PLOMO.		
Plomo nativo.	Pb	11,3523
» sulfurado: *galena.*	Pb Su	7,58
» seleniado.	Pb Se	
» oxidado rojo: *minio.*	$\dot{\dot{P}}\dot{b}$	4,6
» sulfatado: *anglesita.*	$\overline{Pb}$ Su^3	6,23 á 6,30
» cromatado: *crocoisa.*	*Pb* Cr^3	5,95
» carbonatado: *cerusa.*	*Pb* C^2	6,26
» fosfatado: *piromorfita.*	3 Pb^3 Ph^5 + Ca Fl^2	6,90

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

METALES AUTOPSIDOS.	FORMULA ATOMICA.	PESO ESPECIFICO.
Plomo molibdatado: *melinosa.*	$Pb\ Mo^3$	6,69
» tungstatado: *scheelita.*	$Pb\ W^3$	8.
Género NIQUEL.		
Niquel sulfurado: *harquisa.*	Ni Su	
» arsenio-sulfurado.	$Ni\ Su^2 + Ni\ As^2$	
» arsenical: *niquelina.*	Ni As ?	6,6 á 7,65
» oxidado negro: *neoplasta.*	$Ni^2\ As + 6\ Aq$	
Género COBRE.		
Cobre nativo.	Cu	8,87
» oxidado rojo ú oxidulado: *ziguelina.*	Cu	5,10
» oxidado negro: *melaconisa.*		
» sulfurado: *chalcosina.*	$Cu^2\ Su$	5,69
» piritoso: *chalcopirita.*	$Fe\ Su + Cu^2\ Su$	4,16
» abigarrado: *filipsita.*	$2\ Cu^2\ Su + Fe\ Su$	5.
» carbonatado verde: *malaquita.*	$2\ Cu\ C + Aq$	3,50
» azul: *azurita.*	$2\ Cu\ C^2 + Cu\ Aq$	3,50
» sulfatado: *cianosa.*	$Cu\ Su^3 + 5\ Aq$	2,19
» gris: *panabasa.*	(Sb, Ar, Cu, Fe) Su	4,37 á 5,10

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Género HIERRO.		
Hierro nativo.	Fe	6,48 á 7,80
» oxidulado ó magnético: *iman*.	$\overline{Fe}\ Fe^3$	5,20
» oligisto ó especular.	$\dddot{Fe}$ ó Fe	5,20
» sulfurado: *pirita de hierro*.	$Fe\ \bar{Su}^2$	4,6 á 5,
» — blanco: *esperquisa*.	$Fe\ Su^2$	4,84
» — magnético: pirita magnetica, *leberquisa*.	$Fe\ Su^2 + 6\ Fe\ Su$	4,62
» hidroxidado.	$Fe^4\ Aq$	
» oxidado hidratado: *limonita*.	$Fe^2\ Aq$	3,50
» carbonatado ó espático: *siderosa*.	$Fe\ C^2$	3,50
» sulfatado verde: *melanteria*.	$Fe\ Su^3 + 7\ Aq$	1,84
Género ESTAÑO.		
» oxidado: *casiterita*.	$\dot{S}n$ ó Sn	6,90
Género ZINC.		
Zinc sulfurado: *blenda*.	$Zn\ Su$	4,20
» silicatado anhidro: *wilemita*.	$Zn\ Si$	4,18
» hidratado: *calamina*.	$2\ Zn\ Si^3 + Aq$	3,79
» sulfatado hidratado: *gallicinita*.	$Zn\ Su^3 + 5\ Aq$	2,04

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

METALES AUTOPSIDOS.	FORMULA ATOMICA.	PESO ESPECIFICO.
Género BISMUTO.		
Bismuto nativo.	Bi	9,80
» oxidado.	$\underline{\overset{\cdot\cdot\cdot}{Bi}}$	4,36
Género COBALTO.		
Cobalto sulfurado: *coboldina.*	$Co^2\ Su^3$	
» arsenical: *esmaltina.*	$Co\ As^2$	6,35
» arseniatado: *eritrina.*	$\dot{Co}^3\ \overset{\cdot\cdot\cdot}{As} + 8\,Aq$	3,10
» gris: *cobaltina.*	$Co\ Su^2 + Co\ As^2$	6,29
Género ARSENICO.		
Arsénico nativo.	As	5,70 á 8,308
» sulfurado rojo: *rejalgar.*	As Su	3,60
» amarillo: *oropimente.*	$As^2\ Su^3$	3,45
Género MANGANESO.	Mn	6,85
Manganeso oxidado salino: *hausmanita.*	$mn\ Mn^3$	4,722
» oxidado quebradizo: *braunita.*	Mn (1)	4,818

(1) A falta de signo particular se usa la fórmula química.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Manganeso oxidado metaloideo ; *pirolusita.*	$\ddot{M}n$	4,94
» hidroxidado : *acerdesa.*	$Mn + Aq$	4,31
Género ANTIMONIO.		
Antimonio nativo.	Sb	6,39
» sulfurado : *estibina.*	$Sb^2\ Su^3$	4,60
» oxidado : *exitela.*	$\ddot{\underline{Sb}}$	5,56
» terroso : *estibiconisa.*	$\ddot{Sb} + x\ Aq$	3,8
Género URANO.		
Urano oxidulado : *pecurano.*	$\dot{U}$	8,7
» oxidado hidratado : *uraconisa.*	$\dddot{\underline{U}} + x\ Aq$	6,53
» oxidado ó fosfatado : *uranita.*	$Ca\ Ph^5 + \ddot{U}^4\ Ph^5 + 16\ Aq$	3,10
Género MOLIBDENO.		
Molibdeno sulfurado : *molibdenita.*	Mo	7,400
	$Mo\ Su^3$	4,40
Género TITANO.		
Títano oxidado rojo : *rutilo , anatasia.*	$\ddot{T}i$ ó Ti	4,25

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

MINERALES AUTOPSIDOS.	FORMULA ATOMICA.	PESO ESPECIFICO.
Género TELURO.	Te	
Teluro nativo.	Te	5,72 á 6,53
» auro argentífero : *sylvana*.	Ag Te + 3 Au Te^3	7,51?
» plumbauroífero : *mullerina*.	2 (Pb Ag) Te + Au^2 Te^3	8,159.
» bismutífero: *bornina*.	2 Bi Te^3+ Bi^2 Su^3	7,82
Género TANTALO.	Ta	
Tántalo oxigenado : *tantalita*.	Ta ó *Ta*	6,50 á 7.
Género TUNGSTENO.	W	
Wolfram.	W ó *W*	6.
Género CERIO.		
Cerio oxidado silicífero : *cererita*.	*Ce Si* + *Aq*	4,03
Género CROMO.	Chr	
Cromo oxidado: *cromocre*.	Chr ó *Chr*	
Género RODIO.	Rh	10,65 á 11.
Género CADMIO.	Cd	8,6544.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

CLASE CUARTA.

COMBUSTIBLES NO METALICOS.

III	Azufre.	Su	2,7 á 2,10
	Diamante.	C	3,52
	Grafito.	C	2,08 á 2,45
	Melita.		

APENDICE A LA CLASE CUARTA.

Sustancias fitógenas ó de orígen vegetal.

	Betunes.	6,7 á 1,6
	Antrácita.	1,5 á 1,8
	Ulla.	1,23
	Lignito.	1,26
	Succino.	1,08 á 1,78

APENDICE A LAS CUATRO CLASES.

∞	Turquesa.	*Al, Ca, Ph* + *Aq*	3,86 á 3,25

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

DISTRIBUCION METODICA

Y

DESCRIPCION DE LAS ESPECIES MINERALES.

183. La descripcion circunstanciada de todos los minerales exige un espacio mayor del que nos es permitido; solo podemos recorrer ligeramente las cuatro clases hablando de una manera concisa de las especies mas importantes.

CLASE PRIMERA. — ACIDOS LIBRES.

Los ácidos libres que se encuentran en la naturaleza son el sulfúrico, el sulfuroso, sulfhídrico, bórico, carbónico y silícico ó sílice.

184. ACIDO SULFURICO. — Está compuesto de azufre y oxígeno; es líquido, oleoso, inodoro, cáustico y descomponible por una sustancia carbonosa en ácido sulfuroso que se desprende. A ménos 6° de Reaumur cristaliza en prismas hexaedros piramidados.

Criadero. — Se encuentra en el agua de ciertos lagos volcánicos, en las de *Rio Vinagre*, que tiene su orígen cerca del volcan Puracé, y en algunas grutas del Etna.

Usos. — El que se emplea para la fabricacion de los ácidos nítrico y clorhídrico, para reactivo, etc. es producto del arte.

185. ACIDO SULFUROSO. — Es un gas incoloro, de olor sufocante y especial que le caracteriza, y liquefiable por el frio.

Criadero. — Lo arrojan los cráteres de los volcanes y las solfataras.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Usos. — Es desinfectante, blanquea la seda y se prescribe para la curacion de algunas enfermedades de la piel.

186. ACIDO BORICO. — Es sólido, blanco grisaceo, de aspecto anacarado, inodoro, casi insípido, untuoso al tacto y cristalizable en pajitas micaceas.

El agua caliente le disuelve, el calórico le funde y, si se opera con el soplete, se obtiene un glóbulo vitreo; tratado con el ácido sulfúrico despide olor de almizcle.

Criadero. — Las aguas de ciertos lagos de Toscana y de Asia.

Usos. — Es un reactivo que suple al borraj: en medicina se considera sedante.

187. ACIDO CARBONICO. — Es un gas incoloro, inodoro, acídulo, y no permanente, que asfixia.

Es incombustible, se disuelve en el agua dándole un sabor ligeramente ácido y precipita el agua de cal.

Criadero. — El ácido carbónico es uno de los cuerpos mas abundantes y esparcidos en la naturaleza. El aire atmosférico contiene 4/100 de su volúmen; apénas hay agua que no le tenga disuelto en mayor ó menor proporcion, y lo encontramos acumulado en las partes inferiores de muchas grutas ó cavidades de los paises volcanizados ó de los terrenos calizos de sedimento. Es uno de los productos de la respiracion de los animales, de la combustion, de la descomposicion de las sustancias orgánicas, etc.

Usos. — Le cabe un papel importantísimo en los fenómenos de la vegetacion; las aguas saturadas de este gas se emplean con ventaja en la curacion de ciertas enfermedades crónicas.

188. ACIDO CLORHIDRICO. — Este compuesto de cloro é hidrógeno es gaseoso, incoloro y de olor picante.

Esparce vapores blancos al hallarse en contacto del aire atmosférico, y se disuelve en el agua dándola una acidez muy pronunciada.

Criadero. — En estado de gas constituye gran parte de los

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

vapores densos y asfixiantes que se desprenden de los cráteres de ciertos volcanes y especialmente del Vesubio. Se le encuentra tambien disuelto en muchas aguas.

Usos. — Sirve para preparar el cloro, cloruros y ciertos mordientes en tintura, pero en estos casos es producto del arte.

189. Acido sulfhidrico. — Este gas, fácil de distinguir por su olor fétido, análogo al de huevos podridos, es inflamable, mortífero y ennegrece con prontitud los metales. Se disuelve en el agua.

Criadero. — Las emanaciones de hidrógeno sulfurado, aunque muy frecuentes, son un fenómeno raro, si se comparan con las muchas localidades donde se encuentra disuelto en las aguas, formando las sulfurosas que son, podemos decir, su verdadero criadero.

Usos. — Las aguas saturadas de ácido sulfhídrico se administran con ventaja en las enfermedades cutaneas.

El estudio del ácido silícico formará el apéndice á la clase siguiente y precederá inmediatamente al de los silicatos que son muy numerosos.

CLASE SEGUNDA. — METALES HETEROPSIDOS.

190. Esta clase comprende los ocho géneros siguientes: *cal*, *barita*, *estronciana*, *magnesia*, *alúmina*, *potasa*, *sosa* y *amoniaco*.

La pila de Volta reduce estos minerales al estado metálico.

Género primero. — CAL.

191. Esta base, químicamente llamada *óxido de calcio*, se combina con diferentes *ácidos* formando sales de mas ó ménos importancia. De su asociacion con el ácido carbónico resulta la

Cal carbonatada. — Esta especie es tan importante por

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

el papel que le cabe en la naturaleza, como notable por la diversidad de aspectos bajo los cuales se presenta. Sin embargo sus numerosas variedades pueden reducirse á cinco grandes divisiones, que se llaman cal carbonatada *cristalina*, *fibrosa*, *sacaroidea*, *compacta* y *terrosa*.

Todas estas variedades, en su estado de pureza, tienen un color lechoso blanco ó amarillento, y dureza variable entre 3 y 4.

Constan de un átomo de base y dos de ácido; se disuelven con efervescencia en el ácido nítrico, precipitan con el oxalato de amoníaco y se reducen á cal viva por la accion del soplete ó de una temperatura elevada.

Por ser este mineral dimorfo, ó pertenecer sus cristales á dos sistemas cristalinos distintos, admitirémos dos sub-especies que tienen los nombres de *caliza* y *aragonito*.

192. La *caliza* cristaliza en el sistema romboédrico, y son tan numerosas sus modificaciones que se admiten hasta 1,700 formas distintas. Felizmente los otros caractéres son mas constantes y mas apreciables.

La caliza tiene la facetacion perfecta, la fractura concoidea, astillosa y desigual, y la dureza = 3. La frotacion y, á veces, hasta la presion de los dedos la electrizan.

Los caractéres químicos quedan expuestos en el párrafo anterior.

Sus variedades principales son:

1.° El *espato calizo cristalizado*, denominado tambien *espato doble de Islandia* por la propiedad que tiene en sumo grado de producir la doble refraccion y proceder de aquella isla el mas hermoso que se conoce. Con frecuencia se nos ofrece en cristales tabulares, transparentes, incoloros y de lustre vitreo.

2.° La *caliza fibrosa*, cuyas fibras rectas y sedosas dan al conjunto la forma estalactítica.

3.° La *caliza saccaroidea* ó mármol, compuesta de granos brillantes como el azúcar, que es tanto mas apreciada cuanto mas perfecta es su blancura, mas fino el grano, mas dura y ménos

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

atravesada de venas de color. A esta variedad corresponde el mármol estatuario de los antiguos ó de Páros, y el de los modernos ó de Carrara.

4.° La *compacta*, que es la mas abundante y variada, en que no se distingue ninguna forma cristalina. Constituye capas de mucha potencia en los terrenos neptunianos y aun á veces forma comarcas enteras. Pertenecen á esta variedad la cal *hidráulica*, las oolitas y pisolitas, y las *lumaquelas*.

5.° La *caliza terrosa*, que es poco coherente, ordinariamente tizna, y se pega á la lengua. Son ejemplo la *creta* y la *marga*.

Criadero. Es uno de los minerales mas esparcidos en la superficie de la tierra. En todos los terrenos de sedimento forma masas de una extension inmensa; en los cristalinos existe diseminada pero en cantidades mucho menores. Sería prolijo enumerar todas las variedades que se encuentran en España. Hay alabastro en las provincias de Alicante y de Málaga, mármoles estatuarios en algunos puntos de los Pirinéos, mármoles comunes en varias provincias, estaláctitas en varias cuevas — es notable la de Artá en Mallorca, — aguas incrustantes en San Miguel del Fay (Barcelona), etc.

Usos. — Son infinitos. Con el espato calizo se construye el electroscopo mineralógico; con la caliza fibrosa, blanco azulada, trasluciente ó *alabastro*, objetos de lujo; con la saccaroidea estatuas; con la compacta pura, susceptible de pulimento, *mármol*, multitud de objetos de adorno; con la compacta amarillenta de grano muy apretado y ligeramente permeable, *piedra litográfica*, se han sustituido las planchas de cobre que usan los grabadores; con la compacta que tiene mezclada arena ó fósiles se edifica; con la terrosa se falsifica la cerusa, y por último, de todas las variedades se obtiene por calcinacion la cal viva, cuyos usos no detallamos por sobradamente conocidos.

493. ARAGONITO. — Es el carbonato de cal cristalizado en el sistema prismático rectangular y sus derivados. Sus cristales

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

raras veces se presentan aislados; es lo mas comun que se hallen reunidos de diversos modos formando grupos que remedan columnas hexágonas y hasta ramificaciones coraloideas, en cuyo último caso se le denomina *Flos ferri*. Es facetable, tiene la fractura concheada y desigual, mayor dureza que la caliza comun, trasparencia y lustre vitreo.

Químicamente considerado, el aragonito en nada difiere de la sub-especie anterior.

Criadero. — Se encuentra principalmente en las grietas de los depósitos serpentinosos y basálticos, y en las arcillas yesosas de los terrenos salíferos. En Molina de Aragon, donde se encontró por primera vez y de donde ha recibido el nombre, se encuentran hermosas cristalizaciones.

Usos. — Son rarísimos: puede destinarse á la preparacion de la cal viva.

194. CAL FOSFATADA. —Es propiamente un compuesto de tres átomos de fosfato de cal y uno de fluoruro y cloruro de calcio. Cristaliza en el sistema romboédrico y en prismas de seis caras regulares, mas ó ménos modificados; se presenta tambien compacta y concrecionada.

Es la mas dura de las sustancias calizas, le corresponde el número 5 de la escala relativa, y está dotada de colores variables. La morada se llama especialmente *apatito*, la que tiene el color verde de espárragos, *esparraguina*.

Funde difícilmente al soplete, se disuelve en el ácido nítrico, y reducida á polvo fosforece. La variedad compacta en que sobresale este carácter se denomina *fosforita*.

Criadero. — Las variedades cristalizadas abundan en las rocas igneas y esquistosas, y la compacta en los esquistos de las cuarcitas y en filones de cuarzo.

En los terrenos volcánicos de Lumilla (Murcia) se halla la esparraguina; en Logrosan (Badajoz) y Papiol (Barcelona) abunda la fosforita.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Usos. — La compacta se emplea para edificar en los sitios donde abunda, y la cristalina tiene aplicaciones en joyería.

195. Cal fluatada. — La fluorina afecta diversas formas cristalinas regulares, pertenecientes al sistema cúbico; se facceta en tetraedros ú octaedros regulares; tiene la fractura concheada, la dureza = 4, y colores vivos, p. e. viola, verde, amarillo; etc. Cuando no trasparente es traslúcida; fosforesce con la elevacion de temperatura.

Es fusible por el soplete, y atacable por los ácidos, especialmente el sulfúrico que la descompone dando lugar al desprendimiento de un vapor, *ácido fluórico*, que corroe el vidrio.

Criadero. — En formaciones bastante modernas la fluorina sirve de ganga al estaño, zinc y plomo. Lo tenemos en Colmenar Viejo, Vizcaya, Aragon y Cataluña. De Monseny se extraen cubos hermosísimos, pero los ejemplos mas notables por su tamaño y tintes proceden de Inglaterra.

Usos. — En los laboratorios se descompone para extraer el ácido fluorhídrico, que se emplea para grabar el cristal: con las variedades de colores vivos se labran vasos, jarros, y otros objetos de lujo.

196. Cal sulfatada. — Este compuesto de ácido sulfúrico y cal es anhidro ó hidratado. El primero se conoce con el nombre de *karstenita* y el segundo con el de *yeso* ó *selenita*.

La karstenita existe en estado fibroso, saccaroideo y raras veces cristalino. Es blanca, gris, azulada ó rojiza, de dureza = 3, 5.

Calcinándola no se faceta; funde difícilmente al soplete en esmalte blanco y es insoluble en los ácidos.

Criadero. — Terrenos de sedimento inferiores, entre los depósitos salíferos, y en los puntos de union de aquellos con los cristalinos.

Usos. — En algunos sitios reemplaza al mármol, principalmente en Milan, donde es conocida con el nombre de *mármol de Bergamo*.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Los cristales de yeso, las mas de las veces tabulares y fácilmente reductibles á masas delgadas y flexibles, pertenecen al sistema del prisma oblicuo rectangular. Su dureza es = 3, su refraccion doble, su lustre vitreo, y sus colores ordinariamente blancos. En este caso tiene el nombre de *espato yesoso*, *selenita* ó *marienglas*. Ademas se conocen el yeso fibroso, compacto ó saccaroideo, llamado *alabastro*, y el terroso.

Criadero. — Hállase en algunos terrenos de cristalizacion y en casi todos los de sedimento. Nuestra península lo presenta en las inmediaciones de Madrid, Carrascon, Tarancon, Sarreal (Tarragona), etc.

Usos. — El yeso cristalizado y reducido á hojas delgadas sustituye en algunas localidades al vidrio; el compacto se emplea en escultura y para objetos de adorno; las demas variedades dan el yeso vivo que sirve en las construcciones. Por último se explota para abono de los prados artificiales.

Género segundo. — BARITA.

Solo estudiarémos las especies que resultan de su combinacion con los ácidos sulfúrico y carbónico.

197. BARITA SULFATADA. — La baritina es blanca ó rosacea, perfectamente facetable, dura como indica el n.° 3, 5 de la escala relativa, dotada de la doble refraccion y fosforescente por la elevacion de temperatura. Sus estados son cristalino, fibroso, saccaroideo, compacto y terroso. La primera variedad se presenta en prismas rectos romboidales de 101° 42 y 78° 18.

El soplete la funde, aunque difícilmente, en esmalte blanco; el alcool, mezclado con este cuerpo, arde con llama amarillenta.

Criadero. — Constituye la ganga de muchos metales y se encuentra en terrenos de sedimento. Abunda en Caldas de Mombuy y Monseny (Barcelona) Colmenar Viejo, Teruel y Vizcaya.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Usos.—Sirve para la estraccion de la barita y preparacion de sus sales.

198. BARITA CARBONATADA. — La witerita cristaliza en prismas romboidales rectos. Se encuentra principalmente en Inglaterra, donde por sus propiedades venenosas se destina especialmente á matar ratones.

Género tercero. —ESTRONCIANA.

199. ESTRONCIANA SULFATADA. — La celestina cristaliza en octaedros prolongados rectangulares y modificados que derivan del prisma recto romboidal.

Caracterizan á esta especie la facetacion perfecta, la fractura concoidea, la dureza variable entre 3 y 3, 5, la refraccion doble, la trasparencia, el lustre vitreo y el ser comunmente hidrofana y blanca.

Se reconocen las variedades hojosa, radiada, y fibrosa que es azulada y recibe el nombre especial de *celestina*, y la compacta que contiene de 8 á 9 por ciento de carbonato de cal.

No resiste mucho á la accion del soplete, da á la llama del alcool color de púrpura.

Criadero. — Terrenos de sedimento ó depósitos igneos, terrenos sulfuríferos y calizos. Los ejemplares mejor acabados proceden de Sicilia. Encuéntrase en Hellin (Murcia) y Conil (Cádiz).

Usos. — Extraccion de la estronciana y preparacion de sus sales.

200. ESTRONCIANA CARBONATADA. — La estroncianita cristaliza en el mismo sistema y es mas rara que la especie anterior. Debe su nombre á Strontian (Escocia).

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Género cuarto. — MAGNESIA.

201. De este género mas rico en especies que el anterior citarémos la *periclasa*, que es magnesia casi pura, la *brucita* ó magnesia hidratada, la *boracita* ó magnesia boratada, y la *hidroboracita* que, á mas de los principios de la especie anterior, contiene borato de cal y agua; pero solo estudiarémos con alguna extension la

202. MAGNESIA SULFATADA. —La epsomita se presenta fibrosa como el yeso, translúcida, con lustre vitreo, quebradiza, y de sabor amargo. Por evaporacion da cristales que derivan de un prisma romboidal recto.

Es soluble en el agua; con la calcinacion la pierde.

Criadero. — Las aguas del mar, las termales salinas y algunas piritas. A su presencia deben el sabor y las propiedades que tienen las de Epsom, Setlitz y Egra. De Calatayud se extraen hermosas masas fibrosas de grandes dimensiones

Usos. — Es purgante.

Género quinto. — ALUMINA.

203. El aluminio, metal muy abundante en la naturaleza, casi siempre se combina con el oxígeno para formar la alúmina. Esta base se encuentra unas veces libre y otras forma sales terreas, ya por si sola ya combinada con otras bases.

En ciertas combinaciones le cabe el papel electro-negativo y forma aluminatos. Cuando pura constituye el

CORINDON, que puede ser hialino, lameloso y granular.

El *corindon hialino*, *zafiro* ó *telesia* cristaliza en diferentes formas del sistema romboédrico. Es facetable, tiene la fractura concoidea, la dureza = 9, diafaneidad perfecta, lustre vitreo pronunciado, y colores diversos. Tomando en consideracion este carácter llamarémos *zafiro* al azul, *rubí* al rojo, *amatista*

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

oriental al purpureo, *esmeralda oriental* al verde y *topacio oriental* al amarillo.

Es infusible al soplete; sometido á un fuego intenso, despues de humedecido con nitrato de cobalto, adquiere el color azul.

El *corindon lameloso* ó *espato adamantino* cristaliza regularmente en prismas de seis caras no modificados, apénas trasparentes, las mas de las veces mates ó de colores impuros.

El *corindon granular* ó *esmeril* forma masas compactas ó granulosas, siempre impuras y diversamente coloradas. Tiene una accion sensible sobre la aguja imantada.

Criadero. — Terrenos de cristalizacion en que se encuentra diseminado y especialmente los graníticos. Las variedades preciosas abundan en el Asia meridional (Malabar, Tibet y China).

Usos. — Todas las variedades hialinas tienen estima en joyería; al rubí color de fuego subido se le da mas valor que al diamante: el espato adamantino pulverizado se usa para tallar y pulir las piedras preciosas y el esmeril para pulimentar metales.

Combinaciones de la Alúmina.

204. ALUMINA SULFATADA. — El alumbre, sal cuya base potásica puede ser reemplazada por el amoníaco, la sosa ó la magnesia, tiene por forma primitiva el cubo, y por forma habitual el octaedro. Cristalizado es trasparente, de fractura vitrea y concoidea.

Cuando se le somete á la accion del fuego pierde parte de su agua de cristalizacion; sus disoluciones precipitan abundantemente con el oxalato de amoníaco.

Criadero. —Forma capas cubiertas de arena en el centro de los desiertos de Egipto, y se encuentra en el interior de las rocas esquistosas y arcillosas, sobre todo de las caldeadas por minas de ulla en ignicion y en las sulfataras. Se beneficia en

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Aragon, Almazarron, Valle de Aran y otros puntos de nuestros Pirineos.

Usos. — Mordiente y curtiente, al mismo tiempo que sustancia medicamentosa.

ALUNITA. — Modificándose las proporciones del agua y de la alúmina del sulfato precedente, resulta la *alunita*, sal cristalizada en pequeños romboedros y capaz de rayar el vidrio.

Es infusible por el soplete, y da agua por calcinacion.

Criadero. — Se encuentra en los terrenos traquíticos y en los detritus de la piedra pomez.

Usos. — Materia preciosa para la fabricacion del alumbre *romano*.

El *alunógeno*, llamado tambien *alumbre de pluma* por ser fibroso, blanco y anacarado, es sulfato de alúmina pura.

Género sexto. — POTASA.

205. Hallándose los minerales potásicos de mas importancia, generalmente asociados con la alúmina y estudiados en el género anterior, en este no harémos mencion mas que de la

POTASA NITRADA. — El salitre cristaliza en prismas romboidales, pero regularmente se encuentra eflorescente. Es blanco ó blanco amarillento, delicuescente y sabe á salado refrigerante.

Sobre ascuas deflagra; sus disoluciones precipitan con el cloruro de platino.

Criadero. — Se encuentra en eflorescencias en el centro de extensas llanuras, en Hungría, Persia, Arabia y en los desiertos de Egipto, sin poder explicar su orígen, y en los sitios donde existen sustancias animales en putrefaccion. Es comun en Cataluña, Aragon y otras provincias de España.

Usos. — Fabricacion de la pólvora y de los ácidos nítrico y sulfúrico. Tambien tiene aplicaciones en medicina.

206. POTASA SULFATADA. — La aftalosa pertenece al mismo

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

sistema cristalino que el nitro, y se encuentra principalmente en las rocas volcánicas.

Género séptimo.—SOSA.

207. SOSA NITRADA.—El nitro cúbico cristaliza en romboedros y se presenta en bancos cristalinos de mucha potencia que tienen hasta 50 millas de extension, principalmente en el Perú, en los distritos de Atacama y Tarapaca.

Sustituye en sus aplicaciones al salitre, ménos para la fabricacion de la pólvora.

208. SOSA MURIATADA.—La sal gemma cristaliza en el sistema cúbico y las mas de las veces se presenta en masas cristalinas lameliformes; tiene facetamientos fáciles hácia los ángulos de los cristales, fractura concoidea, dureza = 2, color ordinariamente blanco, y á veces amarillo, rojizo, gris ó azul, sabor salado puro y es delicuescente.

El agua la disuelve y el ácido sulfúrico la descompone eliminando el clorhídrico.

Criadero.—Hállase la sal gemma en masas considerables pertenecientes á los terrenos de sedimento, acompañada de yeso y arcillas. Son principalmente célebres las salinas de Hallein (Salzburgo), Widiska (Polonia), Bex (Suiza), Cardona (Cataluña). La tenemos tambien en Valencia, Minglanilla, Valtierra, y ademas la extraemos de las aguas del mar que es el mas vasto é inagotable de todos los depósitos.

Usos.—Sirve para la preparacion del cloro, del ácido clorhídrico y de la sosa; para condimento en los paises civilizados, para abono en agricultura y tambien para medicamento.

209. SOSA BORATADA.—Por evaporacion de las aguas que la tienen disuelta, la obtenemos cristalizada en prismas romboidales oblicuos, modificados en sus ángulos y aristas; es blanca y tiene un sabor dulce particular.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

El borraj ó *atinkar* es mas soluble en el agua fria que en la caliente, funde á una temperatura baja en su agua de cristalizacion, y al soplete en vidrio incoloro.

Criadero. — Las aguas de ciertos lagos del Tibet, de Ceilan y de la Tartaria meridional.

Usos. — Se emplea como fundente en varias operaciones docimásticas y como medicamento.

Pertenecen al mismo género las sosas sulfatadas anhidro, *thenardita*, y la hidratada, *glauberita;* la carbonatada, *natron* ó *nativa*, que se emplea en la fabricacion del jabon y del vidrio; y el *urao*, carbonato tambien de sosa, que difiere del anterior por su menor cantidad de agua.

Género octavo. — AMONIACO.

210. Las combinaciones del amoníaco con los ácidos sulfúrico y clorhídrico, aunque no raras en el reino mineral, se presentan en cantidades insignificantes, y las mas de las veces en eflorescencias cristalinas ó capas en las cavidades y hendiduras de las lavas de volcanes activos, en las galerías de las minas de carbon de piedra y especialmente en las inmediaciones de sus capas en combustion.

El AMONIACO SULFATADO ó *sal secreta de Glaubero* se volatiliza en parte por la accion del fuego, y el MURIATADO ó *sal amoníaco* se volatiliza completamente, echándola sobre ascuas.

APENDICE A LA CLASE SEGUNDA.

Silice pura.

211. Es una de las sustancias mas abundantes en el reino mineral y tan diferente por sus caractéres exteriores que á primera vista no existe relacion alguna entre sus variedades. El

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

cristal de roca, notable por su diafaneidad, y el *pedernal*, apénas traslúcido, están compuestos exclusivamente de sílice.

Su característica es; dar chispas con el eslabon, no fundir al soplete ni disolverse en los ácidos. Haüy divide el cuarzo en cuatro sub-especies que tienen el nombre de cuarzo *hialino*, cuarzo *ágata*, cuarzo *jaspe* y cuarzo *resinita*. Los modernos usan la voz CUARZO para representar la sílice anhidro y la OPALO para la sílice hidratada.

212. I. CUARZO HIALINO. — Su forma primitiva es el romboedro; pero la habitual un prisma hexágono, terminado por prismas de seis caras; su fractura vitrea y concoidea; su lustre vitreo bastante vivo y á veces algo craso; su fosforescencia sensible por el frote; su facetacion realizable por el cambio súbito de temperatura: su dureza = 7; su refraccion doble y sus colores blanco, amarillo, verde, rojo, azul, violado y negro segun la naturaleza de los óxidos metálicos que tiene en combinacion. El incoloro y muy diáfano se llama *cristal de roca*, el amarillo *falso topacio*, el violado *amatista*, el rosa *pseudo-rubí*, el rojo oscuro *hematoides* ó *jacinto de Compostela*. Las variedades *ojo de gato* y *venturina* deben sus reflejos especiales á la asociacion del asbesto con el cuarzo en el primer caso, y de la mica de reflejos dorados en el segundo.

Criadero. — Se encuentra en casi todos los terrenos; pero constituye bancos, filones y capas, principalmente en los de cristalizacion. Hállase el cristal de roca en Horcajuelos, cuestas de S. Isidoro cerca de Madrid, Monseny y otros puntos de nuestros Pirineos; el falso topacio en Hinojosa del Duero, el jacinto de Compostela en Santiago de Galicia, las amatistas en Monseny y la venturina en S. Fernando.

Usos. — El cuarzo hialino, incoloro y colorado, sustituye á las piedras finas, obteniendo bastante valor cuando son notables su volúmen, pureza y tamaño. Es la base del vidrio y del cristal, y asociado con la cal forma la argamasa.

213. II. CUARZO AGATA. — No presenta señales de crista-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

lizacion exterior y por consiguiente no es cristalina su estructura. Carece de doble refraccion, da con el eslabon mas chispas que la sub-especie anterior, y su lustre es craso ó ceroideo.

Expuesto al fuego blanquea y se disgrega: la potasa caustica le ataca cuando pulverizado.

La ágata toma nombres diferentes, que indican su color, trasparencia y juegos de luz. La de blanco lechoso, gris perla, ligeramente azulada se llama *calcedonia*; la de hermoso rojo cereza *cornarina*; la amarilla ó anaranjada *sardónice*; la verde manzana *crisoprasa*; la verde oscura *heliotropo* ó *plasma*; la azul *zafirina*; la que tiene fajas de diversos colores *ónices*, y por último la que en su interior ofrece dibujos de ramas, árboles ó arbustos ágata *dendrítica* ó *arborizada*.

Criadero. —Considerada en general, la ágata se encuentra en casi todos los terrenos; en particular dirémos, que en Monjuí, Vallécas y el Cabo de Gata existen calcedonias; en Vallécas, Vilavert (Cataluña) y varios otros puntos de la Península los pedernales.

Usos. —Las hermosas variedades de cuarzo ágata son objeto de lujo; los pedernales se emplean para la fabricacion de piedras de fusil, empedrados, construcciones, etc.

214. CUARZO RESINITA. —Tiene la fractura concheada y de lustre análogo al de la resina recien fracturada; apénas da chispas con el eslabon. Sus variedades se llaman resinita *hidrofana* cuando es blanca, amarillenta ó rojiza, apénas traslúcida y se pega á la lengua: *ópalo*, la de fondo comunmente lechoso, ligeramente azulado y semitrasparente que refleja la luz de una manera bellísima. El modo como esta se refleja ha servido de carácter para clasificar el ópalo y darle los epitetos de *noble*, si los reflejos son irisados, *girasol* si es amarillo y cambiante, *comun* si es trasluciente en los cortes, de *fuego* si su fondo es amarillo y los reflejos de aquel color, y *melinita*, si es pardo y trasluciente.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Sus caractéres químicos difieren de los de la especie anterior en que pierde el agua y blanquea por la accion del fuego.

Criadero. —Los terrenos de cristalizacion, los de sedimento mas modernos y á veces las venas metálicas. Tenemos esta sub-especie en Canarias y el cerro de Almodóvar, pero los mejores ejemplares proceden de Hungría.

Usos. —Las variedades irisadas tienen un precio elevado en joyería. En el Muséo de Ciencias Naturales de Madrid existe un ópalo valuado en 240,000 reales.

215. IV. Cuarzo jaspe. —La opacidad completa hasta en los bordes es el carácter esencial de los jaspes: su fractura mate y compacta los distingue de las ágatas. Son buenos conductores de la electricidad por la gran cantidad de hierro que contienen. No se notan mas que algunas variedades de color en los jaspes, dispuestos de una manera uniforme en fajas ó manchas.

Sicilia, Siberia y las montañas inmediatas á Génova encierran las variedades mas bellas de jaspes que se conocen en el comercio. Las mas solicitadas son el *heliotropo* y el de Egipto ó en zonas. La *piedra de toque* del comercio es un jaspe negro colorado por el carbon; ordinariamente se importa de Lidia.

Silicatos.

216. Todos estos minerales tienen el aspecto petreo, por cuya razon se han designado con el nombre de *piedras*. Unas veces son hidratados y otras anhidros. Los primeros son blandos y fácilmente solubles en los ácidos; los segundos muy duros, difícilmente solubles y los mas hasta inatacables por aquel agente.

La presencia ó falta de alúmina sirve para establecer dos categorías que, á su vez, se subdividen en los géneros que indica la tabla preinserta (pág. 103 á 105).

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Género silicatos aluminosos.

217. Hemos tenido ocasion de hacer mérito de la *estaurótida* (n.° 82) á causa de sus cristales. Es una sustancia parda, trasparente ú opaca que se encuentra en Bretaña. La *distena* es comunmente azul y el color le ha valido el nombre de *cianita*. Regularmente se asocia á la especie precedente en los micasquitos de San Gotardo.

Género silicatos de alúmina, de cal ó de sus isomorfos.

218. Granate. — Se da este nombre á un pequeño grupo de minerales ordinariamente cristalizados en el sistema cúbico y habitualmente en dodecaedros romboidales y trapezoedros; quebradizos, de fractura concoidea, dotados de lustre vitreo, colores varios y de dureza = 6,5 á 7,5.

Todos funden por el soplete en un glóbulo vitreo mas ó ménos colorado, á veces algo metaloideo y magnético; son insolubles é inatacables por los ácidos.

Con la semejanza de formas exteriores coincide la analogía de composicion de los granates, de suerte que sus diferencias proceden de las bases que se sustituyen, como indica la enumeracion de las variedades siguientes:

Grosularia, ó silicato alúmino-calizo, de color rojo anaranjado, rojo muy claro ó verdoso;

Almandina, ó silicato alúmino-ferroso, que contiene los granates rojo violados, pardo-oscuros ó negros. Se considera tal el *carbunco* color de fuego ó *piropo*;

Espesartina, ó silicato alúmino-manganoso, y la

Melanita, ó silicato ferroso-cálcico, cuyos colores son pardos mas ó ménos oscuros y hasta negros.

Criadero. — Los terrenos de cristalizacion é igneos anti-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

guos. En España se encuentra en el Cabo de Gata y los Pirineos.

Usos. — Los granates rojos son objeto de comercio entre los joyeros, quienes prefieren los de color de fuego y viola, designados con el nombre de granate *sirio* ú *oriental*. Las variedades de color anaranjado se llaman *jacintos*. La melanita y espesartina sirven para objetos de luto.

219. Esmeralda. — Sustancia vitrea, compacta á veces, fibrosa, de dureza = 7,5 á 7,8, de color verde puro, cuando contiene óxido de cromo; verde amarillenta ó azulada, cuando encierra óxido de hierro; cristalizable en prismas hexágonos que muchas veces se deforman y se vuelven cilindroideos. Atendiendo á las diferencias del color se da el nombre de *esmeralda del Perú* á la verde pura, el de *berilo* á la amarillenta y el de *agua marina* á la azulada.

Su disolucion, separada la sílice, precipita con el amoníaco, y este precipitado es en parte atacable por el carbonato amónico.

Criadero. — Este silicato de alúmina y glucina pertenece especialmente á los depósitos de pegmatitas. La esmeralda procede del Perú y se encuentra en un esquisto arcilloso mezclado con caliza; el berilo se halla en Pontevedra y Miraflores cerca de Madrid.

Usos. — Se ha incluido siempre en el número de las piedras preciosas. Cuando no es defectuosa en su interior, rivaliza con las mas hermosas variedades de zafiro y esmeralda oriental; el berilo y el agua marina nunca tienen tanta estima. Una de las esmeraldas mayores que se conocen es propiedad del Papa y adorna el vértice de la tiara; tiene dos pulgadas de alto sobre trece lineas de grueso. La coleccion de piedras grabadas de la biblioteca real de Paris encierra una agua marina preciosa por su volúmen, pureza, color y mérito del grabado, que presenta en relieve la cabeza de Julia, hija de Tito.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Género silicatos aluminosos y alcalinos con sus isomorfos.

220. FELDESPATO. — Bajo el nombre de feldespato se comprende un grupo de especies ó variedades, muy análogas por todos sus caractéres, que son la base de los terrenos de cristalizacion, así como la caliza forma la de los terrenos de sedimento. Son silicatos dobles de alúmina y de otras bases, que es la potasa en la *ortosa*, la sosa en la *albita*, la litina en la *petalita*, la cal en la *labradorita*, y la sosa y potasa en la *riacolita*. La comparacion de las fórmulas da á conocer estas sustituciones de bases.

Los feldespatos son siempre mas duros que el vidrio; las mas de las veces tienen el lustre vitreo, son colorados y difícilmente fusibles por el soplete.

Ortosa.—Este feldespato, ó el silicato doble de potasa y alumina, cristaliza en prismas romboidales oblicuos mas ó ménos modificados; es de facetacion perfecta, fractura desigual, trasparente, de lustre ora craso ora anacarado, violaceo, rojo, verde, á veces cambiante y otras aventurinado. La variedad trasparente se llama *adularia*, la verde *piedra de las amazonas*, la cambiante *piedra de la luna*, y la aventurinada *piedra del sol*.

Funde por el soplete y resiste á la fuerza de los ácidos. Por la accion combinada del agua y del aire se disgrega, desaparece el silicato potásico, y queda reducido al de alúmina que entónces toma el nombre de *kaolin*.

Criadero. — Forma la parte constitutiva esencial de los gneis y granitos de las localidades en que se presenta. De nuestra Península podemos citar el Monseny (Barcelona), las montañas de Toledo y Guadarrama.

Usos. — Algunas variedades tienen aplicacion en joyería; las demas en la fabricacion de la porcelana.

221. *Albita.* — Difiere de la especie anterior por sustituir

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

la sosa á la potasa, cristalizar en prismas oblicuos modificados en las aristas y ángulos sólidos, ser comunmente blanca, y mas densa que la primera variedad.

Petalita. — Solo raras veces se encuentra en masas laminares facetables en prismas oblicuos oblicuángulos. Es traslúcida y de lustre vitreo.

Funde con dificultad al soplete y da á la llama un color de púrpura. Sirve para la extraccion de la litina.

Labradorita ó *feldespato opalino.* — Por no tener la misma composicion atómica que las variedades precedentes, es excluida de este grupo por algunos autores. Su forma primitiva es el prisma oblicuo asimétrico y regular ó entero. Se presenta en masas laminosas susceptibles de facetamientos, que ofrecen bellos reflejos de colores distintos y cambiantes con la inclinacion de la piedra respecto de la luz.

Funde al soplete en una especie de vidrio; su polvo es soluble en el ácido clorhídrico.

Criadero. — Entra en la composicion del basalto y de las rocas volcánicas. Se encuentra en la sienita y dialaga. Fué descubierta en la costa de Labrador, América, que es la etimología de su nombre.

Usos. — A veces se talla para objetos de lujo.

La *analcima*, *escolecita*, *mesotipa*, etc. se pueden colocar paralelamente á las especies precedentes agregándoles una cantidad de agua, como se vé en las fórmulas de la tabla preinserta.

Género silicatos de base de magnesia.

222. Talco. — Es el mineral ménos duro que se conoce. Verdoso unas veces, blanquecino otras, y algunas gris tiene las mas la estructura hojosa ó escamosa, lustre craso ó anacarado, suavidad al frote, flexibilidad pero no elasticidad.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Funde difícilmente al soplete y es refractario á la accion de los ácidos.

Criadero. — Forma depósitos en los terrenos de cristalizacion ó en los calizos que se hallan enclavados en los mismos. Se encuentra en algunos puntos de Sierra Nevada y de nuestros Pirineos.

223. ESTEATITA. — Toma muchas veces las formas regulares del cuarzo ó de la caliza sobre que se depone. Es muy untuosa y suave al tacto, compacta y á veces escamosa. El color, lustre y dureza son análogos al talco: es el mismo silicato hidratado.

Por calcinacion da agua, se blanquea y endurece; es difícilmente fusible en los bordes.

Criadero. — Los terrenos cristalinos. Se ha hallado en algunos puntos de Aragon y Sierra Nevada.

Usos. — Reducida á polvo sirve para calzar las botas y disminuir el roce de las máquinas: es el lápiz de los sastres para señalar los cortes que deben dar á las telas. Segun Humboldt, algunos salvajes de la nueva Caledonia lo consideran como alimento de lujo.

224. MAGNESITA. — Es otra especie de talco compacta que contiene mas agua; es árida al tacto, en vez de untuosa como las precedentes: se pega á la lengua. Esta sustancia se conoce con el nombre de *espuma de mar*.

El ácido sulfúrico la descompone.

Criadero. — Rocas cristalinas, y calizas fluviátiles. En Vallécas (Madrid) y Cabañas (Toledo) se explota hasta agotar los criaderos.

Usos. — Construccion de hornillas muy refractarias y fabricacion de pipas muy estimadas en Oriente. Las de Cabañas pueden competir con las de Natolia.

225. SERPENTINA. — Las serpentinas son mezclas de silicato é hidrato de magnesia, en proporciones diversas, de textura compacta, laminar ó granosa, blandas, pero tenaces,

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

susceptibles de pulimento, de fractura astillosa, de lustre craso, de colores ya gris, ya verde uniforme, ó bien moteadas como la piel de las culebras. Se conocen las variedades hojosa ó *marinolita*, la *noble* que es translúcida en los bordes y generalmente de verde de puerro uniforme, y la comun ó *piedra ollar* que es opaca y de colores oscuros.

Sus caractéres químicos corren parejas con los señalados á la esteatita.

Criadero. —Pertenece á los terrenos de cristalizacion, y sobre todo á los porfídicos y talcosos. Nosotros la tenemos en Sierra Nevada y los Pirineos.

Usos. —Se labra para diversas obras de escultura, arquitectura y objetos de lujo. En el altar mayor del monasterio de las Salesas (Madrid) se admiran seis preciosas columnas de serpentina traida de Granada. Desde tiempo inmemorial se emplea la piedra ollar para la confeccion de diversos útiles de cocina. Antiguamente se llevaba como amuleto preservativo de la mordedura de los animales venenosos.

Género silicatos de base de zircon.

226. ZIRCON. —Es un cuerpo que siempre se presenta cristalizado en octaedros ó prismas de base cuadrada mas ó ménos modificados; de fractura concheada y brillante, de lustre craso ó adamantino; de refraccion doble, de dureza = 7, 5, y de densidad superior á la de todas las piedras preciosas. El incoloro, amarillo-verdoso, verde ó azul, se llama *jargon*, y el rojo ó anaranjado oscuro *jacinto*.

Expuesto á la accion del soplete, si es puro, pierde el color pero no la trasparencia; los ácidos no le alteran.

Criadero. —Se encuentra en las sienitas, gneis, basaltos y tobas basálticas. Procede especialmente de Ceilan.

Usos. —Para la extraccion de la zircona. Los joyeros dan algun valor á los cristales grandes y perfectos.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Género silicatos de bases distintas.

227. Amfibol. — Es una sustancia blanca, verde ó negra que se faceta en prismas romboidales, cuyas caras se hallan inclinadas de 124 á 127°. Se distinguen tres variedades: la *tremolita* que es blanca ó algo verdosa, compuesta exclusivamente de sílice, cal y magnesia; la *actinota*, que es verde-oscura y la *hornblenda* que es negra. Estas dos últimas variedades contienen una cantidad notable de hierro.

Funde con bastante facilidad al soplete en esmalte de colores diversos.

Criadero. — Hállase en terrenos de cristalizacion, siendo base de varias rocas, y diseminado en las lavas y basaltos. Lo tenemos en el Escorial y en algunos puntos de la provincia de Gerona.

Entre las piroxenas se da el nombre de *diópsida* á las variedades blancas ó verdosas y el de *augita* á las negras de polvo pardusco nº 43.

Las dialagas son muy análogas á las serpentinas, pero facetables. En estos silicatos predomina la magnesia: en el sentido de la facetacion son anacarados; su polvo es suave al tacto: están diseminados en las serpentinas y feldespatos.

228. Asbesto. — Esta sustancia, conocida tambien con el nombre de *amianto*, tiene tanta analogía con las magnesianas que acabamos de estudiar, que algunos autores le consideran como variedad de la *tremolita* y *actinota*. Los antiguos consideraban el amianto diferente del asbesto; pero tienen un carácter comun, la flexibilidad é incombustibilidad de las fibras. El amianto es blanco ó gris y compuesto de fibras sedosas, largas y flexibles que pueden hilarse como el cáñamo y el algodon; el asbesto tiene el color verdoso, las fibras gruesas, bastante unidas y á veces tan duras que rayan el vidrio. Modifícanse á veces su textura, su forma y consistencia, y entónces por ana-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

logía toman el nombre de *carne*, *corcho*, *cuero* ó *papel de montaña*.

Resiste al fuego de nuestras hornillas; pero la llama activada por el soplete le funde en vidrio de colores variables.

Criadero. — Tapiza las grietas de las rocas en que domina la magnesia. En Tarentaise y Córcega se explota el asbesto mas hermoso que se conoce. Encuéntranse algunas variedades en Sierra Nevada, cerca de la hermita de Nuria (vertiente meridional de los Pirineos) y en varios puntos de Asturias.

Usos. — En la actualidad apénas los tiene. Antiguamente se tejian sudarios y sábanas con que se envolvian los cadáveres que se arrojaban á la hoguera con intencion de guardar sus cenizas puras; manteles y servilletas de lujo que se limpian echándolas sobre las ascuas, etc. En nuestros dias se han tejido trajes para las compañías de bomberos y papel incombustible.

Género silico-fluatos.

229. Topacio. — Cristaliza en prismas romboidales estriaen el sentido longitudinal y modificados de diversas maneras. Tiene este cuerpo vitreo la facetacion fácil en el sentido de la base de los prismas, la dureza = 8, los ejes de doble refraccion y las propiedades de fosforescer echado en polvo sobre un hierro candente, así como la de electrizarse por la elevacion de temperatura. Su color mas comun es el amarillo (*topacio de los joyeros*); pero le hay tambien rosa (*rubí del Brasil*), y azul algo verdoso (*agua marina oriental*).

Es infusible al soplete; con el borraj funde en un vidrio trasparente; calentado en un crisol, su color se metamorfosea en rojo y rojo-violado á veces bastante vivo, y entónces se llama topacio *ahumado*.

Criadero. — Terrenos de cristalizacion y aluvion. El Brasil, Sajonia y Siberia son las localidades de donde proceden las variedades que usan los joyeros.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Luis Felipe poseia uno de los topacios mas hermosos que se conocen por su tamaño, pureza y belleza de color.

230. MICA. —Bajo el nombre de micas comprendemos sílico-fluatos de composicion muy variable. La sílice, la potasa y la alúmina son sus elementos esenciales, pero distribuidos en proporciones variables y acompañados siempre de fluoro y de hierro, á que algunas veces se agrega magnesia, otras litina, etc. El carácter comun y al mismo tiempo principal de todas las micas es *dividirse* fácilmente en láminas, á veces muy grandes y sumamente tenues. Su lustre es metálico ó anacarado, á veces vitreo; sus colores gris, blanco de plata, amarillo de oro, verde, rojizo, violeta, pardo, negro, etc. Tienen uno ó dos ejes.

Sujetas á la accion del soplete con el fosfato doble de sosa y amoníaco, se desprenden vapores corrosivos de ácido fluórico.

Criadero. —La mica es muy abundante en la naturaleza; pertenece esencialmente á los terrenos de cristalizacion; pero se encuentra desde las capas cristalinas mas profundas hasta los terrenos de sedimento mas superficiales. Forma parte integrante de una multitud de rocas, como el gneis, granito, etc. las que á veces por su abundancia y disposicion lamelar tienen la estructura hojosa como los micasquistos.

En varias cordilleras de nuestra Península, Toledo, San Ildefonso, y la muy próxima á Barcelona que se interpone entre el Valles y la *Costa de levante*, podemos observarla con frecuencia.

Usos. —La mica trasparente en láminas grandes se emplea con el nombre de *vidrio de Moscovia* en vez de vidrios; la pulverulenta sirve para arenilla; es la que se usa con el nombre de polvo de oro y de plata para secar la escritura.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Género silico-boratos.

231. Turmalina. — Esta sustancia de propiedades ópticas y eléctricas conocidas (n.° 117) cristaliza en el sistema romboédrico y sus prismas se prolongan á veces hasta tener la forma de agujas que, reunidas, constituyen masas bacilares. Su fractura es vitrea y sin indicio de facetacion, su lustre lapideo y su dureza = 7,6 á 8. Hay turmalinas opacas, trasparentes y de toda suerte de colores. La azul tiene el nombre de *indicolita*, la verde el de *esmeralda del Brasil*, la roja el de *rubelita* y la negra el de *chorlo eléctrico*.

La turmalina es lítica, potásica ó sódica segun que la litina, la potasa ó la sosa se asocien á los otros elementos que la constituyen. No da agua por calcinacion; difícilmente funde.

Criadero. — La turmalina negra se halla en todas las rocas cristalinas; la azul y verde especialmente en las pegmatitas. Estas dos variedades son peculiares de Ceilan y del Brasil; Buitrago y las montañas de Guadarrama nos ofrecen la primera en abundancia.

Usos. — Circula á veces como piedra preciosa y tallada en láminas sirve para estudiar los fenómenos ópticos y eléctricos de que hicimos mérito.

Género silicatos sulfuríferos.

232. Lazulita. — Se distingue por su hermoso color azul. Sus cristales, que solo raras veces se presentan, son dodecaedros romboidales, su fractura es granosa, su dureza = 5,5.

Calcinada da agua; funde difícilmente al soplete en un glóbulo primeramente azulado y luego blanco; los ácidos la disuelven destruyendo el color.

Criadero. — Pertenece á los terrenos graníticos. Se encuentra en Siberia, Thibet y China.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Usos. — El principal es el que hacen los pintores para dar el bello é inalterable color azul conocido con el nombre de *Ultramar*. El artificial rivaliza por sus propiedades con el natural.

Género aluminatos.

233. ESPINELA. — Cristaliza en formas regulares derivadas del octaedro regular ; tiene la fractura concoidea, el lustre vitreo, la dureza = 8. Su variedad de color carmesí se llama *rubí-espinela*, la de rosa violado, *rubí-balaje*, la de rojo claro *rubicela*, y la negra *pleonasta*. Difieren estas variedades en la proporcion de las bases isomorfas que se sustituyen.

Es infusible é inalterable por los ácidos.

Criadero. — Pertenece á los terrenos de cristalizacion y se encuentra con el corindon en las arenas procedentes de su descomposicion. La India es el punto que nos surte de esta piedra preciosa.

Usos. — Ocupa uno de los primeros lugares entre las piedras gemmas.

CLASE TERCERA. — METALES AUTOPSIDOS.

234. Esta clase se divide en tres órdenes, á saber :

1.° Sustancias metálicas que no son inmediatamente oxidables, es decir por la mera accion del calor, á ménos que este sea muy violento, pero que pueden reducirse inmediatamente, ó que basta calentarlas para despojarlas de su oxígeno.

2.° Sustancias metálicas oxidables é inmediatamente reductibles, es decir que pueden oxidarse y volver á adquirir su estado metálico sin ausilio de otro agente que el calórico.

3.° Sustancias metálicas que pueden oxidarse inmediatamente, pero que requieren un cuerpo ausiliar que les favorezca para aislarse del oxígeno á cuyas expensas queman. Este órden se subdivide luego en secciones segun sea la ductilidad ó fragilidad de los metales.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

ORDEN PRIMERO.

Sustancias metálicas no oxidables inmediatamente mas que á un fuego violento, é inmediatamente reductibles.

Género Platino.

235. El platino es un metal maleable, de color, en estado de pureza, intermedio entre el blanco de plata y el gris de plomo. Es el mas denso de los cuerpos conocidos y al mismo tiempo el ménos alterable. Forjado, su peso específico es de 22,069.

Es infusible al fuego mas violento de nuestras hornillas, inatacable por la pluralidad de los agentes químicos, y únicamente soluble en el agua regia (1).

Criadero. — Encuéntrase particularmente en los depósitos arenaceos procedentes de terrenos de cristalizacion bajo la forma de pajitas en el Brasil, de granos irregulares en Siberia, en roñones y á veces en *pepitas*. Tambien se han hallado en escamas en Borneo. Ordinariamente se presenta asociado con el oro, el diamante, el hierro y algunos otros metales.

Usos. — Su inalterabilidad le ha valido la preferencia para la construccion de calderas y alambiques, muy útiles en las fábricas de productos químicos, de crisoles, tubos y cápsulas para los laboratorios. Se ha abandonado su uso para objetos de lujo; en Rusia se acuña.

La potasa, la sosa y los nitratos de estas bases alteran este metal al color rojo; el plomo y algunos otros metales, lo mismo que el fósforo, perforan sus vasijas en algunos instantes.

236. El *paladio* se presenta á veces en granos sueltos como el platino: es blanco, maleable é infusible, pero atacable por el ácido nítrico.

(1) Mezcla de los ácidos nítrico y clorhídrico.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

El *rodio* se asocia tambien al platino ; es inatacable por el agua regia , pero despues de la accion de este agente subsiste bajo la forma de polvo gris que puede aglomerarse en masa metálica muy quebradiza.

El *iridio* está combinado con el osmio bajo la forma de granitos metálicos ó de láminas hexágonas , mas brillantes que los granos de platino. La combinacion es inatacable por todos los ácidos ; en el mismo caso se halla el metal puro.

Género Oro.

237. El hermoso color de este metal , su inalterabilidad y sus usos son conocidos de todo el mundo. Es el mas tenaz de todos los metales , como que un hilo de 0^m , 0027 de diámetro sostiene un peso de 250 kilógramos sin romperse. Existe á veces en cristales cúbicos diversamente modificados ó en octaedros , á veces tambien en láminas delgadas ó filamentos , y mas comunmente en pajitas , en polvo ó en masas mas ó ménos voluminosas que tienen el nombre de pepitas (1).

Funde al soplete ; solo le disuelve el agua regia.

Criadero. — Raras veces se encuentra solo en cristales ó en vetas , en los filones de cuarzo ó de rocas cuarcíferas ; es mas comun hallarle en criaderos metalíferos , especialmente aquellos en que dominan los minerales de plata. Los minerales auríferos mas notables de Europa son los de Hungría y Transilvania , que en el dia apénas hacen frente á los gastos de explotacion. La América ecuatorial es hasta cierto punto el pais del oro y de los metales preciosos : de 450 millones de reales que producen aproximadamente los 33,000 kilógramos de oro

(1) Enriquecian el Muséo de Ciencias naturales de Madrid dos pepitas , una de oro y otra de platino, que se echaron de ménos en 1845. La de oro, extraida de Nueva Granada, pesaba sobre 16 libras. La de platino, procedente de América, pesaba algo mas de una libra.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

que se extraen de los lugares conocidos, da sobre 252 millones. La América septentrional, ántes que se conociesen las riquezas de California, figuraba por mas de 31 millones, el Asia austral por 68, cuya mayor parte procedia de Borneo; la Siberia por 31, el Africa por 62, y la Europa por el resto. Las arenas de ciertos rios de España, Tajo, Duero y Silis, arrastran escamitas de oro.

Usos. — El oro se acuña y debe entónces ser considerado como signo representativo del tiempo y del trabajo que el hombre emplea en sus carreras ú oficios. Pero en este estado se le asocia plata ó cobre en cantidades que marca la *ley* de cada gobierno para darle mayor dureza y evitar que con la circulacion se borren las señales que sobre él se imprimen. Tampoco es puro el que se destina á tantos y tan variados objetos de lujo. Algunos preparados de oro tienen aplicacion en medicina.

Género Plata.

238. La plata es un metal blanco, dúctil, fusible, inatacable por los ácidos vegetales é inalterable por el aire, propiedades que le dan mucha importancia para los usos de la vida. Se presenta en filamentos tenues entrelazados, en granitos diseminados en las materias terreas que llenan las grietas de los filones y en cristalitos octaédricos ó cúbicos, comunmente agrupados en la forma dendrítica. Su dureza = 2,5 hasta 3.

El ácido nítrico la disuelve, las emanaciones del sulfhídrico la ennegrecen.

Criadero. — Abunda principalmente en estado de sulfuro en ciertas materias arcillo-ferruginosas que se denominan *pacos* en el Perú y *colorados* en Méjico. Los minerales mas explotados son el sulfuro de plata en Europa, y el sulfuro y cloruro del mismo metal en Méjico y el Perú. En la extraccion anual de un millon de quilógramos, que representan sobre 700 millones de reales, América figura por las nueve décimas partes.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Usos. — Todo el mundo los conoce, y sabe que el principal es alealarla con el cobre para acuñar la moneda corriente y darle participacion en el privilegio que tiene el oro de representar el tiempo, el trabajo y sus productos.

239. P. SULFURADA. — La argirosa es una sustancia metaloidea, de color gris de acero ó de plomo, que casi siempre tiene combinado el sulfuro de este metal, y cristaliza en el sistema cúbico.

Expuesta á una temperatura graduada y constante y á la accion del soplete funde y se descompone: el ácido nítrico se combina con el metal oxidado.

Criadero. — Terrenos de cristalizacion y los de sedimento que les son inmediatos. Este compuesto es el mas rico y abundante de los minerales de plata; el que alimenta las explotaciones de las primeras minas del globo, las de Méjico y del Perú, así como las de Hungría y Transilvania. Por esta circunstancia se da tambien á la *argirosa* el nombre de *mina de plata*.

240. P. ANTIMONIO-SULFURADA. — La argiritrosa es un cuerpo no metaloideo, de color rojo, cristalizado en el sistema romboédrico.

Es fusible al soplete, da vapores de azufre y de antimonio por calcinacion y por último deja un boton de plata. Contiene 59 por ciento de metal.

Criadero. — En Europa se encuentra en las minas de argirosa; en Méjico y el Perú forma la parte principal de ciertos depósitos de mucha importancia.

241. P. ARSENICO-SULFURADA. — Cuando el arsénico sustituye al antimonio en estas especies de combinaciones, las propiedades físicas no se alteran, como se vé en la *proustita* que es roja, lo mismo que la argiritrosa. Por la accion del soplete se desprenden vapores característicos de azufre y arsénico.

242. P. MURIATADA Ó CORNEA. — La querargira es blanca ó pardusca, semitransparente, muy maleable y accesible, como la cera ó el cuerno, á la accion del cuchillo.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Criadero. — Las minas del Perú y de Méjico en que se encuentran la limonita y la plata nativa.

Usos. — Rinde 75 por ciento de plata.

ORDEN SEGUNDO.

Minerales oxidables é inmediatamente reductibles.

Género único. — MERCURIO.

243. El mercurio nativo es un metal líquido á la temperatura ordinaria y hasta —40°, volátil y de color blanco de plata.

El ácido nítrico le disuelve.

La masa principal de los depósitos de mercurio está formada por su sulfuro, en cuyos criaderos se presenta tambien en glóbulos metálicos que á veces llenan todas las grietas y cavidades de la masa. Se le encuentra especialmente en las partes medias de los terrenos de sedimento y cerca de los depósitos de cristalizacion. Sus yacimientos principales son Idria, cerca de Trieste, Almaden (España), la orilla izquierda del Rin en el Palatinado y Huanca-Velica en el Perú.

Usos. — La propiedad que tiene el mercurio de disolver el oro y la plata, le ha dado suma importancia para beneficiar los minerales que contienen estos metales preciosos y es la causa principal de su exportacion á la América ecuatorial. En la explotacion anual de 2 1/2 millones de quilógramos, que importan sobre 47 millones de reales, la Europa figura por mas de nueve décimas partes.

Amalgamando el mercurio con el estaño se azogan los espejos: los barómetros y termómetros se construyen con mercurio; algunas sales y algunos preparados mercuriales se emplean en medicina.

244. M. SULFURADO. — El cinabrio es una sustancia no metaloidea, roja ó parda, que da un polvo rojo muy vivo, *verme-*

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

llon, muy pesada, cristalizable en el sistema romboédrico y facetable en prismas hexágonos.

Se volatiliza con residuo en un tubo cerrado y da glóbulos de mercurio si se le mezcla previamente carbonato de sosa: se disuelve en el agua regia.

Criadero. — Está indicado al hablar del mercurio nativo. Los cristales mejor acabados vienen de China.

Usos. — La extraccion del mercurio, y la preparacion del vermellon tan usado en pintura.

En nuestras minas de cinabrio se encuentra ademas, aunque en muy pequeña cantidad, el *mercurio muriatado*, cuerpo de color gris de perla, volátil por la acc¡on del soplete.

ORDEN TERCERO.

Minerales oxidables, pero no inmediatamente reductibles.

I. Sensiblemente dúctiles.

Género primero. — PLOMO.

El plomo nativo es muy raro; el único que puede llamarse tal es el que Rathke descubrió en las lavas recientes de la isla de Madera, y posteriormente se encontró diseminado en una roca cuarcífera de Alstoon-Moore en Cumberland. Los caractéres del plomo nativo son idénticos á los del plomo del comercio.

245. P. SULFURADO. — Este mineral, conocido tambien con los nombres de *alcohol alfareros* y de *galena*, tiene el brillo metálico, el color gris de plomo, la cristalizacion cúbica y la facetacion paralela á las caras de este sólido. No es raro encontrarlo globoso, estalactítico, incrustante, saccaroideo y compacto. Es agrio, y se deja rayar, pero no partir, por el instrumento cortante; se reduce fácilmente á plomo metálico.

Se disuelve en el ácido azóico y da láminas metálicas brillantes de color de plomo por medio de una varita de zinc. Cons-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

tituye el *mineral de plomo* por excelencia, y muchas veces es argentífero.

Criadero. — A mas de vetas y masas forma tambien lechos y pequeños nidos en las materias arenaceas y se halla mezclado con materias siliceas. En Europa se explotan anualmente sobre 700,000 quintales de plomo, cuyas tres cuartas partes proceden de nuestras minas de Linares, Granada, Alpujárras, etc. Desde Motril á Alicante se extiende la sierra denominada de Gador en que se halla la galena arriñonada. Son célebres tambien los montes Carpetos y las orillas del Misisipi por las cantidades que rinden de galena.

Usos. — Es tradicion que los romanos beneficiaron las galenas *laminar y granosa* de nuestra Península para la extraccion de la plata; pero á mas de la importancia que pueda tener por encerrar este metal y suministrarnos las cantidades de plomo que indicamos, sirve su polvo, conocido con el nombre de *barniz*, para los vidriados comunes, y sugetado á ciertas operaciones químicas para la fabricacion del litargirio.

246. P. CROMATADO. — Existe en la naturaleza en cristales prismáticos prolongados, de color rojo anaranjado bastante vivo. Se le denomina *crocoisa*.

Criadero. — Solo se halla en pequeñas cantidades, en venas, en las rocas cuarzosas, micaceas y auríferas de Beresof en Siberia.

247. P. SULFATADO. — La anglesita es una sustancia blanca, quebradiza, de lustre vitreo, que cristaliza en octaedros de base rectangular que parecen derivar de un prisma romboidal de 103° 43' y 76° 18'.

Funde al soplete en una perla de color lacteo, y al fuego de reduccion se obtiene un glóbulo metálico.

Criadero. — Es raro en la naturaleza. Se encuentra sin embargo en Linares. Debe procurarse no confundir esta especie con el

248. P. CARBONATADO, que ordinariamente es blanco, tras-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

parente, traslúcido ú opaco, de lustre vitreo, y cristaliza en el sistema prismático rectangular recto.

La cerusa se reduce fácilmente con el soplete y el carbon; da efervescencia con el ácido azóico.

Criadero. — No abunda mucho en la naturaleza; se le encuentra en las minas de galena.

249. Son mas raros el *pl. seleniado*, cuerpo metaloideo, gris de plomo, en masas lamelares quebradizas, que sobre el carbon da un óxido amarillo de plomo y glóbulos del mismo metal, Harz; el *plomo molibdatado*, designado tambien por su color con el nombre de *plomo amarillo*, que cristaliza en el sistema prismático cuadrado y se encuentra en Bleyberg; el *plomo fosfatado* que por el soplete se reduce á un grano metálico no maleable, y por último el *plomo oxidado rojo*, que tiene este color oscuro y se reduce fácilmente con el soplete.

Género segundo. — NIQUEL.

250. Las especies de este género son ménos abundantes que las de los anteriores. Por lo regular contienen pequeñas cantidades de cobalto, cuya presencia revela el color azul que adquiere el vidrio obtenido cuando se las trata con el borraj. Son notables:

El NIQUEL SULFURADO, que forma cristales capilares quebradizos, capaces de rayar la cal fluatada; el *níquel arsenical*, que raras veces cristaliza y las mas forma masas globosas amorfas que tienen el brillo y color metálico del cobre, ó el blanco de estaño en cuyo caso se denomina *níquel arsenical blanco*, y el *níquel arsenio-sulfurado* que tiene el lustre gris metálico del acero ó del estaño. Ademas se combina el níquel con varios metales, p. e. el hierro, el antimonio y el bismuto.

Estos minerales, principalmente la niquelina, se benefician para obtener el níquel, metal que se asocia en pequeña cantidad con el laton para formar el *maillechort*. Esta materia, mu-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

cho tiempo hace conocida en China con el nombre de *pack-fung*, imita perfectamente la plata y actualmente la sustituye para muchos usos.

Género tercero. — COBRE.

251. COBRE NATIVO. — Es un metal rojo, de olor desagradable y característico, dúctil, fusible y fácilmente alterable por todos los cuerpos. A veces se halla cristalizado en octaedros y cubos, ó en prismas rectangulares, comunmente agrupados en dendritas. Las mas de las veces se presenta en láminas regulares, filamentos, pequeñas venas dendríticas contenidas en diversas materias, y en masas aisladas en medio de las arenas y riberas. Siempre se halla en muy pequeña cantidad en el estado nativo, y es necesario beneficiar, para atender á las necesidades de las artes, los sulfuros simples ó dobles.

Se funde al soplete y disuelve en el ácido nítrico con desprendimiento de vapores rojos: el aire húmedo le altera y se cubre entónces de una capa de *cardenillo* ó acetato de cobre.

Criadero. — Los terrenos de cristalizacion. Las minas mas notables de cobre son las de Chile, las de Cornouailles en Inglaterra, y las de Vizcaya, Teruel y Riotinto en nuestra Península.

Usos. — El cobre es uno de los metales mas importantes por las numerosas aplicaciones de que es susceptible. — Unido al estaño es parte constitutiva del bronce; aleado con el zinc del laton; con el oro y la plata sirve para darles la dureza necesaria para la moneda: puro para forrar los buques y confeccionar una série de utensilios propios para la economía doméstica y los laboratorios químicos. En su estado de combinacion suministra para las artes y la medicina varias preparaciones muy útiles y de propiedades muy enérgicas, que debemos emplear con suma cautela por ser muy venenosas.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Anualmente ingresan en el comercio como 20.000,000 de quilógramos de este metal.

252. Las combinaciones del cobre con el oxígeno tienen el nombre de *ziguelina* y *melaconisa;* la primera, ó protóxido de cobre, es de aspecto vitreo ó litoideo, fusible por el soplete en una materia negruzca al fuego de oxidacion, reductible á globulillos metálicos al de reduccion, y soluble en el ácido azóico. Cristaliza en octaedros regulares, ó es capilar, compacta ó litoidea. Es muy interesante para la extraccion del metal estudiado. La tenemos en Linares. —La segunda, que es una sustancia negra, terrosa, no cristalizada, muy blanda, y fusible por el soplete en escoria negra, da glóbulos de cobre al fuego de reduccion. Se encuentra en Colmenar Viejo.

253. C. SULFURADO. —La chalcosina es una sustancia metaloidea, de color gris de acero, casi dúctil, fácilmente divisible con el instrumento cortante, y cristalizable en prismas hexágonos regulares diversamente modificados.

Funde al soplete; da granos de cobre cuando se funde la materia tostada con la sosa, se disuelve en el ácido azóico, y su disolucion se vuelve azul por un exceso de amoníaco.

Criadero. — La chalcosina, que contiene 80 por ciento de cobre, generalmente es una sustancia accidental en los criaderos de cobre piritoso: se encuentra diseminada con profusion, en pequeños roñones, en los esquistos de la arenisca roja; constituye la parte principal de los depósitos de cobre de los montes Ourales. Abunda en Riotinto.

Usos. — Se beneficia para la extraccion del metal.

De la combinacion de la chalcosina con un sulfuro de hierro resulta el

254. C. PIRITOSO. —Esta especie se divide en dos variedades, el *c. piritoso* propiamente tal ó *chalcopirita* y el *c. abigarrado* ó *philipsita.*

La chalcopirita es un sulfuro doble de cobre, y de hierro, que

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

tiene el color amarillo mas ó ménos dorado y cristaliza en el sistema prismático de base cuadrada.

Es fusible al soplete en glóbulos sensibles al iman, y luego los da de cobre con la sosa; se disuelve en el ácido azóico, y su disolucion se vuelve azul con un exceso de amoníaco.

Criadero. —Pertenece en general á las formaciones graníticas, en las que muchas veces constituye vetas ó masas considerables; pero tambien se halla en los terrenos de sedimento como en Mansfeld. Lo tenemos en varios distritos de Cataluña, de Aragon, de Navarra, etc. y sobre todo en las famosas minas de Riotinto.

Usos. —Se explota como uno de los minerales principales de cobre.

La philipsita tiene por forma primitiva el cubo, el color amarillo rojizo, y generalmente presenta irisaciones en su superficie. Se cree mas rico que la variedad primera.

El cobre sulfurado puede combinarse con sulfuros diversos y dar nacimiento á la *polibasita*, *panabasa* y *bournanita*, que algunos autores comprenden bajo el nombre colectivo de *cobre gris*.

255. C. CARBONATADO. —Haüy establece dos variedades que se distinguen á primera vista por el color, azul en una y verde en otra; pero los modernos les dan la importancia de especie por diferir en su composicion.

La variedad azul ó *azurita* es notable por su hermoso color azul, tener cristales bien acabados y brillantes pertenecientes al prisma romboidal oblicuo: su dureza = 3,6: su traslucidez habitual á veces llega á ser transparencia. La compacta y dura se llama *piedra de Armenia*.

Expuesta al soplete se transforma, al fuego de oxidacion, en un glóbulo negro: calcinada da agua: tratada con el ácido nítrico se observa efervescencia.

Estos caractéres químicos corresponden tambien á la *malaquita*. Respecto de los físicos debemos decir, que difieren por te-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

ner esta un bello color de esmeralda, el lustre vitreo, sedoso y á veces adamantino, y la dureza = 2,5.

Criadero y usos. — En general se encuentra asociado con otros minerales de cobre y es explotado á la par de ellos. En algunos puntos de España, Molina de Aragon, Galapagar, Linares, Riotinto, etc. tenemos hermosísimas variedades, entre las cuales se encuentran algunas susceptibles de hermoso pulimento y destinadas á objetos de lujo, como vasos, cajas, puños de baston, etc. Napoleon poseia una pila hermosísima de malaquitas que le regaló el emperador Alejandro.

256. C. SULFATADO. — La cianosa resulta de la descomposicion de los minerales de cobre, especialmente de sus piritas. Es azul, de sabor astringente, soluble en el agua, y cristalizable en prismas oblicuos de base de paralelógramo oblicuángulo.

Da agua por calcinacion; el hierro precipita el metal; el cianuro de potasa le comunica un hermoso color azul de Prusia.

Criadero. — Es notable el de Riotinto, de cuyas aguas se extraen anualmente por *cementacion* sobre 2,500 quintales.

Género cuarto. — HIERRO.

Es casi superflua una descripcion de los principales caractéres físicos del hierro y de sus numerosos usos, cuando todos lo conocemos y sabemos que es el mas importante de todos los metales por sus productos, cuyo valor excede en mucho al de todos los metales reunidos. Se halla nativo, y se extrae de varios minerales, entre los que se hacen notables sus óxidos, un carbonato y un alúmino-silicato.

257. HIERRO NATIVO. — El orígen del hierro nativo es la particularidad mas curiosa de su historia. Preséntase en granos aislados, en piedras caidas de la atmósfera ó en masas compactas que tambien son meteóricas. La caida de estas piedras, por mucho tiempo considerada fabulosa, es indudable y el público ha podido cerciorarse de la verdad de este fenómeno. Es-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

tas piedras son redondeadas, mas ó ménos voluminosas, negras en su superficie, grises en su interior, compuestas de diversas materias terrosas ó metálicas, entre las cuales se halla el hierro asociado constantemente con el níquel y el cromo. Esta última circunstancia se presenta tambien en las masas erráticas de hierro sin que podamos atribuir su orígen á la industria humana, pues ningun hierro *artificial* presenta níquel ni cromo. Ademas estas masas, cualquiera que sea el sitio en que se las encuentre, ninguna relacion tienen con los terrenos sobre que descansan, y por otra parte se hallan en toda especie de depósitos. Estas relaciones con las piedras meteóricas ninguna duda dejan acerca de su orígen, sobre todo cuando testimonios auténticos nos afirman haber caido una en Hrasina, cerca de Agram en Croatia, á las 6 de la tarde del 26 de Mayo en 1751; otra en Lahore el 17 de Abril de 1621, etc. Los aerolitos mas célebres son el que observó Pallas en Siberia cerca de la ciudad de Ienisseik, valuado en 14,000 libras; otro de 28,000 libras en Olumpa cerca de S. Yago en el Tucaman; otra de 38,000 libras en Méjico en las inmediaciones de Durango; y por fin el que se cita en las orillas del Senegal que es el mas considerable de todos los conocidos.

258. H. OLIGISTO ó ESPECULAR. — Así se denomina el peróxido de hierro mas ó ménos puro, sustancia gris de hierro y á veces negra cuando cristalizada, mas ó ménos roja en cualquier otro estado, y siempre de este color en su estado pulverulento. Cristaliza en romboedros, en prismas hexágonos y en dodecaedros mas ó ménos modificados. Cristalizado es susceptible de pulimento y por esta circunstancia ha recibido el nombre de *especular;* las variedades no cristalizadas á veces se presentan en estaláctitas de estructura fibrosa y entónces se denominan *hemátites roja;* las masas terrosas mezcladas con sustancias aluminosas forman el *ocre rojo*, que es deleznable, y con cuerpos arcillosos el *lápiz rojo* ó *piedra sanguinea.*

Criadero. — Constituye depósitos mas ó ménos considera-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

bles en los terrenos de cristalizacion, donde las mas de las veces aparece con brillo metálico, y en los depósitos inferiores ó medios de sedimento, en los que casi siempre es litoideo ó terroso. En los primeros forma á veces montañas enteras, como en Laponia.

Hállase el hierro oligisto en el Pedroso (Sevilla), formando una montaña inmensa, en Somorrostro y en el centro de Estremadura en los terrenos antiguos desde los confines de la Mancha hasta los de Andalucia, en todo el distrito montañoso que separa las cuencas del Guadiana y del Guadalquivir. En Baigorry (Navarra), Jumilla (Murcia), Pavia (Valencia) y otros puntos de nuestra península se encuentran sus variedades.

Usos. —El oligisto es uno de los minerales mas importantes y que en general da los hierros mas puros. Es un manantial de riquezas inagotables para Suecia donde abunda, sobre todo en el estado metaloideo. Las variedades terrosas son con frecuencia empleadas para las pinturas comunes con los nombres de *rojo de Prusia* y de *ocre rojo;* con las mas arcillosas se forman los lapiceros rojos ó de *piedra sanguinea;* las estalactíticas ó hematítes sirven para esmeriles.

259. H. HIDRATADO. —La limonita es una sustancia pardusca ó amarilla, de polvo amarillo y sin apariencia metálica, que unas veces se encuentra en cristalitos aciculares, otras en estaláctitas que toman el nombre de *hematites parda;* otras en roñones con un núcleo esférico que se llaman *piedra del águila*, otras en forma oolítica, y lo mas comun en la pseudomórfica. En estado terroso y asociada con materias arcillosas y aluminosas constituye el *ocre amarillo.*

Da agua por calcinacion y un residuo de óxido rojo que se vuelve magnético por el fuego de reduccion. Es un hidrato de peróxido de hierro que contiene 80 por ciento de este óxido y por consiguiente 55 por ciento de metal.

Pertenece por completo á los terrenos de sedimento, donde forma masas considerables que empiezan á manifestarse en las

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

partes mas antiguas y en las inmediaciones de los terrenos de cristalizacion, y se extiende hasta los depósitos mas modernos. La limonita raras veces es pura y exige un tratamiento particular; la presencia del fósforo la vuelve dura y quebradiza.

Usos. — La oolítica, estén los granos sueltos ó reunidos por un cemento arcilloso, alimenta las mas de las fraguas francesas. Los pintores la usan con el nombre de *tierra de Italia* ú ocre.

260. H. OXIDADO MAGNETICO. — El iman es una sustancia negra, metaloidea, de polvo negro, atraible por la aguja magnética y magnetizada, que cristaliza en el sistema cúbico, en octaedro ó dodecaedro, y está formada por el peróxido de hierro combinado con el protóxido del mismo metal. Cuando se presenta en masa es laminoso, hojoso, compacto y á veces terroso.

Es casi refractario á la accion del soplete, no se altera al fuego de reduccion.

Criadero. — Este mineral de hierro, el mas estimado de todos y único que da buen acero fundido, pertenece exclusivamente á los terrenos de cristalizacion; se halla diseminado en cristales, ó forma depósitos inmensos, bancos y hasta montañas. Los hierros de Suecia, tan célebres por su pureza y su ductilidad, proceden de este mineral. Nosotros lo tenemos cerca del Escorial, en Asturias, en varios puntos de Galicia y de Sierra-Nevada.

Usos. — Los tiene en medicina y física; en las artes sirve para la extraccion del hierro.

261. H. SULFURADO. — Preséntase, como hemos visto (n.° 38), en cristales pertenecientes á dos sistemas. La variedad cúbica, designada tambien con los nombres de *pirita*, *pirita amarilla*, *pirita de hierro* y *marcasita*, tiene el color amarillo de oro y lustre vivo; la variedad prismática es amarillo-verdosa, mate y conocida con el nombre de *pirita blanca* ó *esperquisa*.

La marcasita se conserva perfectamente y calcinada en un

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

matras da un lijero sublimado rojo: la esperquisa se altera fácilmente en contacto del aire y no da sublimado rojo.

Criadero. — Ambos minerales son muy abundantes y se hallan diseminados en todas partes en casi todas las formas de agregacion.

Usos. — Los antiguos labraron la marcasita destinándola á los objetos de adorno que tienen actualmente las alhajas de acero, y utilizaron su propiedad de dar chispas con el eslabon empleándola como piedra de chispa; los peruanos ponian en los sepulcros láminas pulimentadas á que dieron el nombre de *espejo de los Incas*. Se aprovecha la esperquisa por su fácil descomposicion para, en mezcla con la alúmina, preparar el doble sulfato de hierro y alúmina.

Hay otra especie de pirita, el

262. H. SULFURADO MAGNETICO, muy distinta de las precedentes por todos sus caractéres. Se halla cristalizado en prismas que se creen regulares, es muy sensible á la accion del iman, y tiene el color de tumbaga con lustre metálico. A esta circunstancia debe el nombre de *leberquisa* y á aquella propiedad el de *pirita magnética*.

Es un compuesto de proto y persulfuro de hierro; disuelto en el ácido clorhídrico deja sobrenadar azufre.

Se encuentra cerca del Escorial.

263. H. CARBONATADO. — La siderosa es un mineral importante que con facilidad se transforma en acero cuando contiene óxido de manganeso, por lo que se le llama *mina de acero*. Se encuentra en romboedros ó prismas hexágonos, en masas lamelares, vetas, roñones ó depósitos mamelonares. Por calcinacion da una materia roja ó negra, que funde en glóbulos magnéticos: se disuelve con efervescencia promediando el calor, y precipita con el cianhidrato potásico.

Criadero. — Los terrenos de cristalizacion y las calizas próximas á los mismos, las rocas basálticas y los terrenos secunda-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

rios. La poseemos en las faldas meridionales de los Pirineos, en Cataluña y Vizcaya.

Usos. — Se beneficia el hierro siguiendo el método á la *catalana*.

264. H. CROMADO. — La siderocroma cristaliza en octaedros; es negra, metaloidea, infusible al soplete y sensible á la accion del iman. Resulta de la combinacion del óxido de cromo con el de hierro. Sirve para fabricar el cromato de potasa, con que se prepara el cromato de plomo.

265. H. SULFATADO. — La melanteria es verdosa, soluble en el agua, de sabor astringente, cristalizable en prismas oblicuos romboidales.

Da agua por calcinacion y precipita en verde azulado por el cianhidrato de potasa.

Se encuentra en todos los criaderos de piritas en descomposicion.

Género quinto. — ESTAÑO.

266. ESTAÑO OXIDADO. — La casiterita es un mineral pardo ó blanquecino, de dureza = 7,6, que cristaliza en el sistema prismático de base cuadrada, ó se encuentra en estalácticas y estalagmitas de estructura fibrosa que las mas de las veces, por el modo como se formaron, imitan muy bien las capas de ciertos leños, cuya analogía indica el nombre de *estaño leñoso* con que se conoce esta variedad.

Funde dificilmente al soplete; el ácido clorhídrico le disuelve y su solucion da un precipitado purpureo con el cloruro de oro.

Criadero. — Pertenece á los terrenos de cristalizacion, en donde se encuentra diseminado; existe tambien en la parte inferior de los de sedimento y en ciertos depósitos de aluvion. Cornouailles (Inglaterra) anualmente da al comercio como 3.000,000 de quilógramos; Sajonia y Bohemia 250,000 quilógramos, el Asia meridional es rica no solo por la cantidad si

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

que tambien por la calidad del de Malaca, que es el mas estimado por su pureza. Nosotros podemos beneficiar el de Asturias y Galicia.

Usos. — De la casiterita se extrae el estaño, metal muy útil por las aplicaciones que tiene en medicina y las artes. La hoja de lata no es mas que hierro laminado estañado; amalgamado con el mercurio se emplea en la construccion de espejos, entra en la composicion del bronce, etc.

Género sexto. — ZINC.

267. Z. SULFURADO. — La blenda es una sustancia no metaloidea, parda ó amarillenta, que cristaliza en el sistema cúbico, fosforesce por frotacion y tiene la fractura concoidea y dureza = 3,5 á 4.

El soplete no la funde ni reduce: el amoníaco lo precipita, despues de disuelto por el ácido azóico.

Criadero. — Se encuentra en los mismos criaderos que la galena. En España abunda en las vertientes de Sierra Morena, en Arnedillo, Oyarzun y Oñate.

Usos. — Se explota para la extraccion del zinc, que se emplea en la fabricacion del laton y otros varios objetos. Los franceses importan anualmente de Bélgica sobre 4.000,000 de quintales de este metal.

268. Z. SILICATADO. — La calamina, importante mineral de zinc por su pureza y abundancia, es amarillenta ó blanquecina, de dureza = 4,5 á 5 y cristalizable en el sistema prismático rectangular. Da agua por calcinacion; el soplete no la funde; los ácidos la disuelven en jalea.

Criadero. — A mas de constituir por si sola grandes depósitos en los terrenos de sedimento, es un cuerpo accidental en las vetas metalíferas, especialmente de plomo y de cobre. En España se encuentra en San Juan de Alcaraz.

Usos. — Se explota con ventaja para la preparacion del zinc.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Carecen de importancia el zinc silicatado anhidro y el zinc sulfatado hidratado.

II. No dúctiles.

Género séptimo. — BISMUTO.

269. B. NATIVO. — Es un metal blanco rojizo ó blanco amarillento, muy quebradizo, pulverizable y de textura granosa; cristaliza en octaedros ó cubos.

Funde á + 254° y por enfriamiento da hermosas geodas cristalizadas.

Criadero. — Se encuentra diseminado en pequeños nidos dendríticos en los depósitos de arseniuros de cobalto que forman parte de las minas argentíferas.

Usos. — Se emplea muy poco en las artes. Sin embargo entra en la liga de Darcet, que constituye las válvulas de seguridad de las calderas de vapor. Alguno de sus compuestos sirve en medicina.

Género octavo. — COBALTO.

270. Se presenta combinado con el oxígeno, con el azufre y el arsénico, y con el arsénico solo. Nos interesa el estudio de dos especies.

271. C. ARSENICAL. — La esmaltina es una sustancia metálica, de color gris de acero en la fractura, que cristaliza en cubos y se encuentra en grupos dendríticos.

Sobre el carbon da primero vapores arsenicales y luego un glóbulo metálico blanco de cobalto; al fuego de oxidacion, en mezcla con el borraj un vidrio, azul hermoso.

Criadero. — Los terrenos de cristalizacion y raras veces los de sedimento. Se encuentra en Aragon.

Usos. — Los colores azules que se dan á la porcelana, es-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

maltes, cristales y hasta á los vidriados comunes se deben á los preparados del cobalto, que se extrae de la especie precitada y del

C. GRIS. —La cobaltina tiene el lustre metálico, el color blanco de plata ó blanco-rojizo, y cristaliza las mas de las veces en dodecaedros é icosaedros.

Funde al soplete con desprendimiento de vapores arsenicales; es atacable por el ácido nítrico.

Criadero. — Se encuentra en terrenos cristalinos, principalmente en Suecia y Noruega. Lo tenemos en el valle de Gistan y en las montañas que separan la provincia de Teruel de la de Castellon de la Plana.

Usos. — Se explota para los mismos que la esmaltina, á la que excede en riqueza y pureza. Se calcula, que el cobalto que se extrae anualmente del seno de la tierra pesa aproximadamente 1.000,000 de quilógramos y que sus preparaciones importan sobre 11.000,000 de reales.

Género noveno. — ARSENICO.

272. A. NATIVO. — Tiene el lustre metálico al romperlo y se ennegrece con prontitud al aire libre. Se encuentra en pequeñas masas bacilares y fibrosas, ó mamelonares en su superficie, y compuestas de capas concéntricas, á veces granulares.

Es volátil al estado metálico en el tubo cerrado, y da ácido arsenioso en pequeños cristales cuando se le calcina en el tubo abierto.

Criadero. — Es bastante comun, aunque poco abundante, en los criaderos metalíferos y principalmente en los de sulfuro de plata y óxido de estaño. En España se encuentra en Guadalcanal.

Usos. — Aleado con el cobre y el platino sirve para los espejos de telescopio.

273. A. SULFURADO ROJO. — El rejalgar es sustancia no

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

metaloidea, roja y de lustre anacarado, que cristaliza en prismas romboidales oblicuos, ó se presenta bacilar ó compacto, y adquiere por frotacion la electricidad resinosa.

Arde al soplete desprendiendo olor de ajos; se funde y volatiliza en un tubo cerrado depositando cristales en su parte superior.

Es un veneno violento. En pintura se emplea por su color hermoso.

274. A. SULFURADO AMARILLO. — El oropimente tiene el color amarillo de oro, el lustre ordinariamente anacarado, y cristaliza en prismas romboidales oblicuos. Comunmente se presenta en láminas blandas, flexibles y semitrasparentes; pero le hay tambien granular, oolítico, terroso y compacto.

Es mas fusible que el arsénico, arde al soplete desprendiendo un olor aliaceo, se funde y volatiliza en un tubo cerrado deponiendo cristales amarillos en la parte superior y adquiere por frotacion la electricidad resinosa.

Criadero. — Ambas especies son materias accidentales que á veces se hallan diseminadas en ciertos depósitos cristalinos, en los productos inmediatos de los volcanes ó en las solfataras.

Usos. — Es tambien usado en pintura. Al efecto se emplea principalmente el procedente de China y de Persia. Aunque venenoso forma parte de algunos medicamentos.

Género décimo. — MANGANESO.

275. M. OXIDADO. — La pirolusita está dotada de brillo metálico y color gris de acero; cuando reducida á polvo es de un negro puro que la distingue de todas las otras especies; cristaliza en prismas romboidales oblicuos. Este óxido, que contiene mayor cantidad de oxígeno que los otros de manganeso, al fuego de reduccion suficientemente prolongado pierde un 12 por ciento de aquel metaloide para transformarse en el óxido rojo, conocido por los mineralogistas con el nombre de

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

hausmanita. Las mas de las veces se encuentra en cristales prismáticos prolongados, agrupados en masas bacilares ó fibrosas; algunas bajo la forma mamelonar constituyendo masas compactas, á veces cavernosas, cuyas cavidades están llenas de la variedad terrosa.

Es infusible al soplete; se vuelve rojo-pardusca al fuego de reduccion, y produce una viva efervescencia cuando se la funde con el vidrio del borraj, y en seguida da un vidrio violado amatista.

Criadero. — Los terrenos de cristalizacion y de sedimento. En España se encuentra cerca de Búrgos, en Alcañiz y Alcalá de Henares.

Usos. — La pirolusita es eminentemente útil para la preparacion del cloro, la fabricacion de los cloritos de potasa y de cal, de cristales morados mas ó ménos vivos, obtencion del oxígeno, etc.

No harémos mérito de las otras especies citadas en la tabla por no exigirlo su importancia en la naturaleza, ni los usos que pueden tener en las artes ni ciencias.

Género undécimo. — ANTIMONIO.

276. A. NATIVO. — Así se denomina el que se encuentra libre en la naturaleza. En este estado tiene un color análogo al de la plata; pero, cuando está asociado á una pequeña cantidad de arsénico, adquiere un viso azulado y se vuelve negro por la accion del aire. No se le conoce mas que en pequeñas masas lamelares propias de los minerales arseníferos. El antimonio que circula en el comercio es extraido de su sulfuro.

Su aplicacion mas notable es para la composicion de los caractéres de imprenta, formados de una parte de antimonio y de cuatro de plomo. Cuando se le alea con el estaño en proporciones determinadas constituye el *metal del príncipe Roberto*,

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

que, por ser duro, blanco como la plata y susceptible de pulimento, tiene varios usos en las artes.

El antimonio entra en la composicion del tártaro emético, del kérmes mineral y de diversas preparaciones farmacéuticas.

277. A. SULFURADO. — La estibina es un cuerpo metaloideo, de color gris de plomo, que cristaliza en prismas romboidales, las mas de las veces agrupados en masas bacilares.

Funde muy fácilmente al soplete; por calcinacion da abuntes vapores blancos: es atacable por el ácido nítrico.

Criadero. — Terrenos de cristalizacion y filones que atraviesan el granito. Abunda en la provincia de Lugo.

Usos. — Se explota para extraer el metal, cuyas aplicaciones acabamos de indicar.

Género duodécimo — URANO.

El urano se extrae en los laboratorios de química de sus óxidos y sales.

278. El U. OXIDULADO ó PECURANO es negruzco, de lustre craso, casi metálico, infusible al soplete, y soluble en el ácido nítrico. Da un color verde á la llama. Cubre algunas veces su superficie la *uraconisa* (urano oxidado hidratado), sustancia de color amarillo, fusible al soplete, soluble en el ácido nítrico y que precipita en rojo por el cianhidrato de potasa.

Criadero. — Los depósitos argentíferos de Sajonia y Bohemia.

Usos. — La preparacion del urano y sus compuestos.

Género trigésimo. — MOLIBDENO.

279. M. SULFURADO. — La molibdenita, única especie de este género, es una sustancia metaloidea, gris de plomo, untuosa al tacto, que se encuentra con frecuencia en los Alpes y los Pirineos y sirve para preparar el molíbdeno y sus compuestos.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Género décimo cuarto. — TITANO.

280. En este género encontramos el

RUTILO. — *T. oxidado rojo* ó *ácido titánico* de algunos químicos. Es una sustancia rojo pardusca que cristaliza en el sistema prismático de base cuadrada, mas dura que el vidrio é infusible al soplete. Le acompaña el manganeso.

Criadero. — Se encuentra diseminado en los terrenos graníticos. Colmenar Viejo é Hinojosa (Estremadura) son localidades españolas en que lo hallamos.

Usos. — Sirve para dar á la porcelana cierto tinte isabelino, que no puede obtenerse con otra sustancia colorante.

Llámase *anatasia* otra sustancia mucho mas rara, de color azul y cristalizada en octaedros de base cuadrada que, al parecer, contiene ménos oxígeno que el rutilo.

Género décimo sexto. — TELURO.

281. El T. NATIVO tiene el color blanco de estaño, ó gris de acero; es quebradizo y volátil por calcinacion. Se combina con el plomo, la plata y el oro constituyendo especies de que se extraen los dos últimos metales preciosos.

La *silvana*, que contiene hasta 70 por ciento de oro, se conoce tambien con el nombre de *oro blanco* y de *oro gráfico* por su estructura; la *mullerina*, que solo encierra 20 por ciento de oro, ha sido denominada *oro gris*.

Géneros: Tántalo, Tungsteno, Cerio, Cromo, Rodio, Cadmio.

282. En la tabla general incluimos las especies mas notables de cada uno de estos géneros. Su poca importancia nos dispensa el que no entremos en detalles extensos.

El *tántalo* se encuentra asociado con el hierro, el manganeso, la zircona, etc.; compuestos muy raros que se hallan dise-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

minados en los terrenos de cristalizacion de Baviera y Suecia.

El *wolfram*, materia negra y vitreo-metaloidea, se presenta cristalizado en prismas romboidales oblicuos en varios terrenos graníticos. Se encuentra en Colmenar Viejo; sirve para la preparacion del ácido túngstico y sus compuestos.

El *cerio oxidado siliceo* es una sustancia compacta, negro pardusca, infusible al soplete y accesible á la accion de los ácidos. Se encuentra en ciertas minas cobrizas de Suecia y con la cererita nos da el cerio.

El *cromo* que, en estado de óxido, sirve de principio colorante á la esmeralda, á la dialaga verde, etc.; el *rodio*, que da un hermoso color azul á sus disoluciones en los ácidos, y por último el *cadmio* que acompaña á varios minerales de zinc, es susceptible de un bello pulimento y tizna de negro el papel, terminan, en forma de apéndice, la clase de las sustancias autópsidas.

CLASE CUARTA. — SUSTANCIAS COMBUSTIBLES NO METALICAS.

283. Los combustibles que componen esta clase difieren esencialmente de los metales, que tambien son combustibles, en que pierden mucho de su peso en el acto de la combustion y á veces hasta desaparecen totalmente, como se observa en el diamante y el azufre puro. Todos adquieren la electricidad resinosa por frotacion, ménos el diamante que la adquiere vitrea. Los colores generales son el negro, el amarillo ó el rojizo, — el diamante es tambien una excepcion: — y la dureza variable entre los números 0 y 10 de la escala que conocemos.

AZUFRE.

284. El AZUFRE es una sustancia naturalmente amarilla, á veces verdosa, pardusca ó rojiza á causa de las sustancias estrañas que tiene interpuestas; cristaliza segun el sistema prismático rectangular recto.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Con frecuencia se le halla en cristales octaédricos de bases rombas, bastante agudos y muchas veces modificados: á veces en cristales aciculares ó en estaláctitas, en masa compacta traslúcida ú opaca, y de vez en cuando en el estado terroso pulverulento, en cuyo caso presenta un color mas ó ménos blanquecino. Es fácilmente fusible, y aun volátil, muy combustible y transformable en ácido sulfuroso, sin dejar residuo cuando es puro.

Criadero. — El azufre se encuentra en todos los terrenos y abunda especialmente en los de sedimento, cercanos á los volcanes activos ó en las solfataras, cráteres antiguos que todavía gozan de alguna actividad y que lo producen incesantemente. De las aguas saturadas de hidrógeno sulfurado, que en diversos sitios brotan del seno de la tierra, se precipita azufre terroso ó pulverulento á medida que aquellas se descomponen, debiéndose sin duda atribuir á estas circunstancias los depósitos existentes en el fondo de ciertos lagos observados en Siberia. Los hermosos fragmentos de azufre cristalizado, con que se embellecen los muséos de mineralogía, provienen de los depósitos de los terrenos de sedimento. En España lo tenemos en Hellin, Aragon, Vizcaya, etc.; pero el de Conil, distante unas ocho leguas de Cádiz, es tan notable por la abundancia, como por la pureza, trasparencia, volúmen y perfeccion de los cristales.

Usos. — Los principales de este combustible son entrar en la composicion de la pólvora y fuegos artificiales, en la fabricacion del ácido sulfúrico, en la composicion de varios preparados farmacéuticos, etc. Es importante tambien el que tiene para poder apagar los incendios en las chimenéas. Dos ó tres puñados de azufre arrojados dentro una chimenéa en que se haya pegado fuego, bastan, si se procede del modo debido, para apagarlo de una manera infalible.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

DIAMANTE.

285. Este cuerpo de aspecto vitreo, de lustre particular, llamado *diamantino*, tan duro, que raya todos los cuerpos sin excepcion y no es rayado por ninguno, se presenta siempre en cristales con las caras ordinariamente redondeadas; se faceta sin dificultad en direccion paralela á las caras del octaedro regular; da mucha fragilidad á la materia; adquiere por frotacion la electricidad vitrea; tiene la refraccion sencilla; fosforesce expuesto á los rayos del sol y es el mas refringente de todos los cuerpos. El incoloro y muy diafano es el mas estimado, pero no abunda. Lo mas comun es que se presente amarillento, pardusco, y que estos colores no sean bien decididos ni vivos. Los negros, que raras veces se encuentran, son completamente opacos y susceptibles de hermoso pulimento.

Funde en el fuego, lo mismo que todas las materias carbonosas, cuando, pulverizado, se le mezcla el nitrato de potasa.

El diamante no se halla mas que en las materias de transporte, cuya época aun no se ha podido fijar, pero que se cree bastante moderna. Estas materias, que en el Brasil son conocidas con el nombre de *cascalho*, son formadas por cantos rodados de cuarzo unidos entre sí por una sustancia arcillosa, entre los cuales se hallan fragmentos de diversas rocas, como hierro oligisto, hierro magnético, oro, platino, etc. En Siberia se le encuentra en una situacion parecida, y en la India entre materias arenaceas. Hállase el diamante siempre diseminado en pequeña cantidad en estos depósitos, y casi siempre envuelto con una capa terrea que adhiere á él con mas ó ménos fuerza é impide reconocerle ántes de lavarlo. Por esto se procede á abundantes y repetidas lociones capaces de arrastrar las partículas terreas, separados los cantos voluminosos, y de poner de manifiesto el cuerpo que se busca en el residuo.

En las Indias, en el Dekhan, particularmente en la comarca

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

de Raolcunda en la isla de Bornéo fué descubierta esta piedra preciosa ; posteriormente se la ha hallado en el Brasil á principios del siglo diez y ocho , y en 1824 en Siberia.

La cantidad de diamantes puesta anualmente en circulacion por el Brasil , que despues del descubrimiento casi ha sido la única privilegiada , asciende de 25,000 á 30,000 quilates , ó de 12 á 15 libras. El valor del diamante aumenta en la proporcion del cuadrado de su peso , que se aprecia en *quilates*, que equivalen á 212 miligramos. Esta progresion es mucho mas rápida cuando la piedra tiene ya cierto peso: la talla y su limpieza contribuyen á aumentar su precio.

Los diamantes mas notables en la historia de la joyería son:

El de Agrah que pesa	475 quilates.
El de Radjah de Mattan en Bornéo	300 »
El del emperador del Mogol	279 »
El del emperador de Rusia	193 »
El del emperador de Austria	139 »
El Regente	136 »

El diamante mas notable por su forma , perfeccion y pureza es el *Regente*. Antes de ser tallado pesaba 410 quilates ; fué vendido á la corona de Francia durante la Regencia del duque de Orleans por cerca de 9.000,000 de reales y está valuado en el doble de su coste. Se emplearon dos años para tallarlo. El del Emperador del Mogol está valuado en 44.000,000 de reales; el del emperador de Rusia lo está en mas de 8.000,000 de reales y cuesta 380,000 de pension vitalicia ; el del emperador de Austria en 8.500,000.

Todas estas hermosas piedras proceden de la India. La mayor que se encontró en el Brasil , y aun conserva la forma octaédrica natural , pesa 146 quilates. Pertenece á la corona de Portugal.

En la India lo labran conservando su tamaño , mas en Europa se le desatiende cuando se debe quitar un defecto y procurarse una forma bien acabada. Las formas admitidas son la

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

rosa para las piedras de poco grueso, y los *brillantes* para las mas altas que entónces se montan al aire. — Las variedades coloradas, á no presentar un color vivo y decidido, como azul, verde ó negro, apénas tienen estima. Doña María Luisa, esposa de nuestro Rey Cárlos IV, poseia un magnífico aderezo de diamantes negros.

Hecha abstraccion de los usos que pueda tener esta piedra preciosa, como objeto de lujo, debemos decir que se usa en las artes para tallar y pulir las otras piedras y para cortar el cristal.

GRAFITO.

286. La *plombagina* es tambien carbono puro, pero en estado de agregacion molecular diferente del diamante. Se distingue por tener el color gris de plomo ó de hierro, el aspecto metálico, dureza variable entre 1 y 2, ser untuoso al tacto y tiznar los dedos.

Funde con el nitrato de potasa; arde difícilmente al fuego de oxidacion del soplete, no da ninguna materia volátil por medio de la destilacion, ni ninguna señal de hidrógeno en su composicion.

Criadero. — Hállase en los terrenos de cristalizacion ó en las materias de sedimento inmediatas; á veces diseminado en los primeros en pequeños nidos ó laminillas, bien que forma tambien en unos y en otras depósitos y vetas. Existe en una porcion de lugares: en España lo tenemos en Marbella, montes de Toledo y otras partes; pero el mas hermoso por la pureza, homogeneidad y compacidad de la materia es el de los extensos depósitos de Cumberland, ducado de Inglaterra.

Usos. — El grafito, plombagina ó lápiz plomo se usa principalmente para la fabricacion de lapiceros. Sirve á mas para disminuir el roce de las máquinas, preservar de la oxidacion los utensilios de hierro y construir los crisoles refractarios que se denominan de *plombagina*. Los que se labran en Sevilla son con razon preferidos á los de Alemania, por resistir á tres ó cuatro fundiciones de cobre ó plata.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

APENDICE A LA CLASE CUARTA.

SUSTANCIAS FITOGENAS.

Betunes.

287. Los betunes son materias sólidas ó viscosas, negras ó parduscas, de fusion fácil, que por destilacion dan aceites mas ó ménos puros, que son carburos de hidrógeno. Aparecen en los depósitos de sedimento silurianos y se presentan con mas abundancia en todos los de sedimento posteriores. Por su consistencia se dividen en betunes líquidos (*nafta* ó *petroleo*), glutinosos (*pisasfalto*), sólidos (*asfalto*), resinosos (*retinasfalto*) y elásticos (*caoutchouc mineral*).

288. La NAFTA, único carburo de hidrógeno líquido que presenta la naturaleza, es una materia volátil y de olor penetrante, que por destilacion puede reducirse á un líquido amarillento ó transparente. Cuando entre las sustancias estrañas que ordinariamente le acompañan se encuentra el asfalto, se le da el nombre de *petroleo*.

Se mezcla en todas proporciones con el alcool; disuelve las resinas y betunes.

Criadero. —Pertenece á los depósitos de sedimento bastante modernos.

Usos. — En donde abunda, Italia y Persia, sirve para el alumbrado. El químico lo destina á la conservacion de los metales sodio y potasio; el médico lo emplea como vermifugo.

289. ASFALTO ó BETUN DE JUDEA. — Es una sustancia negra, sólida, muy quebradiza, de fractura vitrea concoidea, inodora, insoluble en el alcool, infusible á 100° R., pero fusible á una temperatura mas elevada.

La composicion no es conocida, pero se le cree formado de oxígeno, hidrógeno y carbono.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Criadero. — Flata en abundancia en el lago Asfaltites ó mar muerto (Judea), hácia cuyas orillas el viento le impele incesantemente. Son muy conocidos los estanques bituminíferos de la isla de Zanta descritos por los antiguos.

Usos. — Forma parte de la composicion que los egipcios empleaban con el nombre de *bálsamo de momia* para embalsamar los cadáveres: sirvió de argamasa al levantar las murallas de Babilonia: los alemanes lo emplean para barnizar los cables y otros áperos de marina, y nosotros, á imitacion de otras naciones, lo mezclamos con arenas calizas en polvo, etc. para enlosar los pavimentos, cubrir azoteas, levantar aceras, etc.

290. La ANTRACITA ó *ulla lustrosa* es una materia negra, generalmente brillante, que se enciende y arde con dificultad, sin dar llama ni humo, seca al tacto, unas veces compacta, otras hojosa y algunas granosa.

Pertenece á los terrenos de sedimento próximos á los de cristalizacion, especialmente á los llamados devonianos, en los cuales los depósitos se componen de lechos alternados de sustancias arenaceas ó esquistosas y combustibles.

En el tratado de geología tendrémos ocasion de hablar mas detalladamente de esta sustancia, así como de la *ulla*, *lignito* y *turbas* que constituyen el grupo de los combustibles fósiles, y que ahora nos ocuparán un momento.

291. La ULLA es una materia blanda, quebradiza, mas ó ménos brillante, que se enciende y arde con facilidad al soplete con llama, humo negro y olor bituminoso.

Por destilacion da materias bituminosas, agua, gases, con frecuencia amoníaco y deja por residuo un carbon poroso, *coke*, las mas de las veces brillante, cuyos fragmentos están soldados entre si, y que se acomodan mas ó ménos perfectamente á la forma del recipiente. Por calcinacion al aire libre se desprende de 20 á 40 por ciento de materias volátiles.

Constan las ullas de carbono, hidrógeno y oxígeno en propor-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

ciones variables. Las cantidades relativas de los dos últimos gases alteran las propiedades de estos combustibles, y han servido para caracterizar las variedades que la industria ha sabido distinguir para sus usos. Dase á estas variedades el nombre de *ulla fuerte*, que es excelente para los trabajos que exigen una temperatura viva y sostenida; el de *ulla grasa* que pierde por calcinacion de 25 á 30 por ciento y deja por residuo un carbon muy ampolloso; el de *ulla de llama larga* que es útil para los usos domésticos y la fabricacion del gas hidrógeno carbonado, y el de *ulla seca* que es la que da ménos calor y es muy útil para las calderas de evaporacion.

Criadero. — Pertenece á los terrenos de sedimento no muy modernos y especialmente á la parte que por su presencia se ha llamado grupo carbonífero, compuesto de lechos alternados de arenisca, esquistos arcillosos y caliza.

Forma la ulla grandes depósitos en Francia, Inglaterra, Bélgica, Alemania, Estados-Unidos, China, Japon, España, etc. De nuestra península merecen citarse los criaderos de las provincias de Cataluña, Asturias, Leon, Aragon, Córdoba y Sevilla.

Usos. — Es una de las materias minerales mas preciosas, y á la cual la industria es deudora de la generalidad de los progresos que cuenta en este siglo, tanto que podemos decir que la riqueza comercial de una nacion está en razon directa de los criaderos de ulla que posee. Se aumentan las aplicaciones del carbon de piedra carbonizándolo, es decir, privándolo por una destilacion mas ó ménos perfecta de las materias bituminosas que contiene. El resultado de esta operacion es el carbon poroso, brillante y duro, el *coke*, que produce un calor intensísimo por medio de la combustion, y muy importante en una multitud de circunstancias; y una materia bituminosa que tiene diversos usos principalmente en la marina. Por fin la destilacion de la ulla da el gas *carburo de hidrógeno* que, depurado convenientemente, sirve en varios puntos para el alumbrado pú-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

blico, cuya mejora ha sido introducida tan ventajosamente en esta Ciudad, y despues en Cádiz, Madrid, Sevilla, etc.

292. El LIGNITO es ménos brillante que la ulla, arde con llama y desprendimiento de ácido piroleñoso y conservando á veces el aspecto leñoso de la madera. Se distingue el lignito propiamente tal y el *azabache*.

El azabache es ordinariamente negro, siempre compacto y opaco; tiene la fractura concoidea y lustrosa.

Criadero. — Los terrenos terciarios.

Usos. — El lignito sirve de combustible en los sitios en que escasean las maderas ó la ulla: con el azabache pulido se fabrican una multitud de objetos para luto.

293. El SUCCINO ó AMBAR AMARILLO es una sustancia amarillenta, rojiza ó pardusca, ya transparente, ya opaca, electrizable por frotacion y algo olorosa, que á veces contiene insectos, restos de plantas, etc., á la manera que las resinas que fluyen de nuestros árboles resinosos. Algunas variedades dan por medio de la destilacion agujas cristalizadas de *ácido succínico*: unas son insolubles en el alcool y otras parcialmente solubles, al paso que el éter y la esencia de trementina las disuelve mas ó ménos completamente.

Criadero. — Pertenece á los depósitos de sedimento modernos, y se recoge especialmente en las orillas del Báltico, donde lo depusieron los arroyos despues de haberlo arrancado de los terrenos que se extienden de Mehmel á Dantzig. Nosotros lo tenemos abundante en la provincia de Oviedo.

Usos. — Se emplea para alhajas y objetos de adorno, para preparar barnices, el ácido succínico, etc.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

APENDICE GENERAL A LAS CUATRO CLASES.

—

294. Comprende este apéndice las sustancias cuya naturaleza no era asaz conocida para que se les asignase un lugar fijo en el método de Haüy, como el *feldespato azul*, la *bergmanita*, la *alofana*, la *turquesa*, etc.

Este cuerpo sin embargo ha sido mejor conocido, é incluido por algunos autores en el género *aluminatos*.

295. La TURQUESA tiene caractéres exteriores pronunciados; es azul celeste y á veces meramente azulada ó verdosa, opaca ó débilmente translúcida en los bordes.

Es infusible al soplete é inatacable por los ácidos: sus elementos constantes son el fosfato de alúmina, el cobre y el hierro.

Se conocen dos variedades; la turquesa *mineral*, *oriental* ó *calaita*, que se encuentra en pequeñas venas ó roñones en las materias arcillosas de Nicabour (Persia), y la turquesa *huesosa*, *occidental* ú *odontolita*, que procede de los dientes ó huesos de los mamíferos sepultados en el seno de la tierra y colorados accidentalmente en azul verdoso. Esta variedad no es tan dura ni tan apreciada en joyería como la calaita.

Haüy no incluye en el número de las especies minerales el hidrógeno, el agua, el azoe ni el hidrógeno carbonado. Sin embargo la naturaleza presenta estos cuerpos de interes no escaso, y debemos darlos á conocer.

296. HIDROGENO. — (H). — Es un gas incoloro, inodoro, combustible, de peso específico = 0,0688, tomado el aire por unidad, que á veces se desprende al traves de las grietas producidas por los terremotos, así como de las erupciones volcánicas; que se inflama por la elevacion de temperatura y produce las llamas que iluminan estos grandes fenómenos. Surge

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

tambien en los criaderos de petroleo sin que se conozca su orígen.

297. Agua. — ($\dot{\underline{H}}$ ó *Aq*). — El agua ó protóxido de hidrógeno se encuentra en los estados sólido, líquido y gaseoso.

Cuando sólida, *nieve* ó *hielo*, cristaliza en el sistema romboédrico y constituye los *ventisqueros*, *neveras* ó *heleras*, de de que hablarémos en geología.

La líquida se divide en agua de *lluvia*, que está saturada de aire y es casi pura; en de *fuente*, que tiene en disolucion varias sales calizas; en de *pozo* que contiene tambien sales calizas cuya proporcion difiere segun la naturaleza de los terrenos que atraviesa; en de *rio*, cuya composicion es relativa al suelo sobre que corre; en de *mar*, que tiene disueltas sales de base de sosa, de magnesia, de cal, de iodo, etc., y por último en *mineral* ó *medicinal*. Esta enumeracion indica, que ella constituye los rios, arroyos, fuentes, mares, etc., cuyos nombres consigo llevan representadas las ventajas de que la somos deudores.

Llámanse aguas minerales las que tienen en disolucion una dósis de sustancias minerales capaz de egercer una influencia mas ó ménos manifiesta en la economía viva. Por la naturaleza de los principios que tienen en disolucion se las divide; en *ácidulas* ó *gaseosas*, *ferruginosas*, *hidrosulfurosas* ó *hepáticas* y *salinas*. Atendiendo á la temperatura se califican de *frias* las que no tienen + de 17° de calor, y de *termales* las que elevan mas la columna termométrica.

El agua se encuentra constantemente en estado de vapor, en la atmósfera, ya invisible, ya condensado en gotitas que constituyen la niebla y las nubes. Al traves de las grietas de los volcanes, solfataras y ciertos terrenos calizos tienen lugar las erupciones de vapor acuoso que producen el fenómeno de las salzas ó fumarolas.

Por fin el agua existe combinada con una porcion de cuerpos naturales que por este motivo hemos denominado *hidratos*.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Usos. —Es indispensable para la vida del mundo orgánico; sólida es refrigerante y tónica; líquida se emplea como fuerza motriz y es el medio de comunicacion entre ambos continentes; en estado de vapor ha multiplicado extraordinariamente la fuerza del hombre.

298. El AZOE ó NITROGENO (Az) es un cuerpo gaseoso, sin color ni olor, incombustible, insípido, de peso específico = 0,975, é impropio para la combustion y la vida. Se desprende á veces de las hendiduras de la tierra durante los fenómenos volcánicos y los terremotos, siendo, segun se supone, la causa de la muerte de los animales asfixiados que se hallan despues de estas grandes convulsiones de la naturaleza. Su mezcla con el oxígeno, en la proporcion de 78 y 22 segun unos, ó de 79 y 21 segun otros, constituye el aire atmosférico; combinado con el mismo gas en la proporcion de 26 á 74 produce el *ácido nítrico* ó *azóico*.

299. HIDROGENO CARBONADO. — (HC). —Este gas, cuando puro, se compone de un átomo de hidrógeno y de otro de carbono; pero comunmente se le asocian otras combinaciones de los mismos principios. Es incoloro, se inflama al contacto de un cuerpo en combustion y detona con fuerza cuando se halla mezclado con el aire atmosférico. El producto de su combustion es agua y ácido carbónico; su peso especifico es 0,559 tomado el oxígeno por unidad.

Se desprende del interior de la tierra por las hendiduras que las mas de las veces se encuentran en las inmediaciones de los terrenos volcánicos: su inflamacion da lugar á las *fuentes ardientes* ó *fuegos naturales*, etc. Lo producen ademas las aguas estancadas y pantanos, lo mismo que las minas de ulla, sitio de terribles desastres cuando se inflama. La lámpara de Davy ha sido una invencion felicísima, sobre todo para la clase ocupada en la explotacion del carbon de piedra.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

GEOLOGIA.

NOCIONES PRELIMINARES

RELATIVAS Á LAS ROCAS QUE ENTRAN EN LA COMPOSICION DEL GLOBO TERRESTRE.

1. La geología es la parte de la historia natural que tiene por objeto el estudio de la constitucion física del globo de la tierra y el exámen de las leyes que han presidido á la formacion de sus distintas partes. Cuando se ocupa en reunir datos y los combina para deducir teorías mas ó ménos probables, tiene el nombre de *geognosia;* cuando trata de remontarse á las causas primeras se llama *geogenia*.

Dase el nombre de ROCAS á todas las asociaciones de partes minerales de la misma ó de distinta naturaleza que se encuentran, en la corteza sólida del globo, en masas bastante considerables para ser consideradas como partes esenciales de esta misma corteza. Su estudio tiene bastante importancia y nos llamará la atencion ántes de entrar en el general de esta parte de la historia natural.

Para formarnos una idea de las rocas principales que entran en la composicion de nuestro globo, bastará indicar las piedras y otros materiales que extraemos para embaldosar nuestras calles, construir ó adornar nuestros edificios y atender á las ne-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

cesidades de algunas de nuestras industrias mas vulgares, p. e. la del alfarero, vidriero, ó fundiciones de hierro.

2. En primer lugar citarémos la *caliza grosera* (carbonato de cal), piedra tan usada para erigir nuestras casas, palacios y templos. Tiene la estructura granosa, color habitualmente blanquecino ó blanco amarillento, bastante dureza, pero no tanta que dé chispas con el eslabon. Calcinada se disgrega y reduce á cal: por la naturaleza de sus principios es descompuesta por los ácidos nítrico, acético ó vinagre, etc.

La *creta*, con que se escribe y dibuja sobre fondos negros, es una roca de composicion análoga á la caliza grosera, pero de consistencia menor y de grano mucho mas fino.

Otras rocas calizas, p. e. las piedras litográficas, no obstante de ser su estructura granosa, y dejarse rayar por una punta de hierro, son mucho mas compactas, mas duras y mas finas. A veces reciben un bello pulimento.

Los *mármoles* propiamente dichos son rocas tambien calizas, pero de textura mas compacta y de dureza mayor, que con frecuencia tienen la estructura cristalina, á veces el color blanco puro ó están manchados de negro, gris, amarillo, etc. por diversas sustancias minerales y muchas contienen una multitud de conchas, p. e. el mármol de Santa Ana que se explota en Flándes.

Por último entre las piedras calizas citarémos el *alabastro* propiamente tal, que los antiguos empleaban para la escultura y extraian de Egipto. El alabastro que nuestros artistas labran con mas frecuencia en nuestros dias para vasos, estatuas, etc. es de naturaleza distinta y por su composicion química se parece al yeso ordinario, por cuya razon los geólogos tambien le designan con el nombre de *alabastro yesoso* (n.os 191 y 195).

3. Las piedras de yeso, (mineralogía 195) no forman en la tierra bancos tan extensos como las rocas calizas, y son ménos duras, pues se dejan rayar por la uña.

4. La *arenisca*, que se emplea para enlosar las calles y edi-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

ficar, difiere completamente de las rocas calizas y yesosas por su naturaleza química (mineralogía n.º 210 á 214). La arena, lo mismo que la arenisca, muchas veces está formada esencialmente de granitos cuarzosos , con la diferencia de ser los granos de arena libres y constituir un polvo áspero al tacto, y en la arenisca estar aglutinados de modo que forma una piedra mas ó ménos dura.

La *piedra de chispa* ó *sílex piromaco* está constituido por cuarzo de textura compacta , de fractura mas ó ménos lisa que se encuentra en pequeñas masas de forma irregular que los geólogos llaman *roñones* y abunda en rocas de creta.

La *piedra molar* , que tambien se emplea para las construcciones y la fabricacion de muelas con que se tritura el trigo, es una roca de la misma naturaleza química que el sílex predicho, pero que presenta vaciadas en su sustancia infinidad de cavidades ó células de formas irregulares.

Por último citarémos como ejemplo de rocas cuarzosas la ágata y el cristal de roca (mineralogía n.º 210).

5. El feldespato , la mica , el granate y el talco son minerales cristalinos que incluimos en los diferentes géneros silicatos y estudiamos en los (n.os 217 , 220 , 221 , 229).

El *granito* , tan comunmente usado para construcciones y empedrados , es una roca formada por la aglomeracion de las tres sustancias minerales recien indicadas , á saber el cuarzo, el feldespato y la mica , cristalizadas de una manera mas ó ménos confusa. Tiene esta piedra la fractura desigual y la dureza, que depende del cuarzo , muy considerable ; la mica afecta en este compuesto la forma de laminillas brillantes ya negras ya de blanco de plata ; el feldespato se presenta muchas veces en grandes cristales blancos ó teñidos de rosa , verde ó amarillo ; el cuarzo tiene mas habitualmente el color gris y el aspecto vitreo.

No es raro confundir con el nombre de granito , ó *rocas graníticas* , otras piedras que se parecen mucho al granito pro-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

piamente dicho sea por su estructura y dureza, sea por la naturaleza de sus principios constitutivos principales, pero que difieren por ciertos caractéres, como la falta de mica y su sustitucion por otra especie mineral.

Las rocas en que predomina el feldespato y por esta razon denominadas feldespáticas, p. e. el granito, no resisten de una manera igual á la accion de la atmósfera. Unas conservan por tiempo indefinido su dureza natural, como ciertos obeliscos que, tallados de piedra granítica, resistieron siglos á las injurias del tiempo; pero otras se alteran con mas ó ménos rapidez y se reducen á arenas (1) ó se transforman en tierra arcillosa.

El *kaolin* ó *arcilla de porcelana*, que se encuentra en varias localidades, es el resultado de la descomposicion natural del feldespato contenido en algunas rocas de esta especie.

6. Dase el nombre de *arcillas* á tierras suaves al tacto, que se pegan á la lengua, son susceptibles de pulimento con la uña, y se deslien en el agua formando una masa untuosa, dúctil y tenaz, que se endurece por la accion del fuego. Sus propiedades esenciales dependen de la existencia de la sílice y de la alúmina.

La *arcilla* que los geólogos califican de *comun*, y vulgarmente se denomina *tierra de alfareros*, es roca de este género. Se emplea en la fabricacion de tejas, ladrillos, etc., y se vuelve roja por coccion cuando encierra alguna cantidad de hierro.

La *arcilla plástica* es una variedad de la misma roca, que por coccion adquiere mayor dureza y á un fuego moderado generalmente se vuelve blanca. La *tierra de pipa*, con que se fabrica la loza fina, es tambien arcilla plástica.

La *greda* ó *tierra de bataneros*, con que se quita la grasa á los tejidos de lana, es otra variedad de arcilla. Otro tanto pode-

(1) Muchos asperones están formados así por la desagregacion de rocas graníticas. Esta es la causa porque se encuentran arenas micáceas y feldespáticas, lo mismo que arenas cuarzosas, calizas, etc.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

mos decir de la *sanguina* ú *ocre rojo* con que se fabrican los lápices de este color.

La arcilla á veces contiene cal en cantidad bastante notable, y entónces, en vez de ponerse dura por la mera accion del fuego, se vuelve mas ó ménos fusible.

Denomínanse *margas* ciertas mezclas naturales y homogeneas de arcilla, cal y arena.

Las rocas llamadas comunmente *esquistos* son por lo regular muy parecidas á las arcillas por su naturaleza, pero diferentes por tener la consistencia petrosa, la estructura hojosa y no desleirse en el agua. Son sus principios esenciales la alúmina, la sílice y el hierro; pero muchas veces se encuentran en ellas otras materias como la cal, betunes y carbon. Pudiéramos decir que los esquistos son arcillas ordenadas en capas sobrepuestas y endurecidas por una gran presion ó alguna otra causa.

La *pizarra* es una de las especies de esquisto mas notables. Se encuentra en grandes hojas delgadas, fáciles de separar, de textura granugienta y compacta y de color comunmente pardo azulado. El no producir efervescencia con los ácidos denota la falta de carbonato calizo.

Hay otros esquistos que no se dividen en hojas delgadas como la pizarra, pero que se componen de chapas ó tablas mas ó ménos gruesas dispuestas de la misma manera.

7. Cuando tienen lugar erupciones volcánicas, muchas veces se observa que de la tierra sale una materia candente y pastosa que, enfriándose, adquiere una dureza considerable y constituye la roca particular llamada *lava*.

En muchos paises se encuentran tambien masas de piedra, de color pardo ó azulado oscuro, muy duras, que, al parecer, reconocen por orígen una masa mineral fundida por el calor, que, despues de solidificada, tiene el nombre de *basalto*. Examinando estas rocas con la simple vista, su sustancia parece homogenea; pero con el microscopio se vé que están formadas de cristalitos entre los que los mineralogistas reconocen el *feldespato*

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

y la *piroxena* (Tabla pág. 105 ó nota). Los basaltos calentados al soplete funden sin dificultad y dan una especie de esmalte negro.

8. El *suelo de labor* ó *tierra vegetal* (1) que, en casi toda la superficie de la corteza sólida del globo, forma una capa mas ó ménos gruesa, está constituida por los desechos de las diversas rocas de que acabamos de hablar, mezclados con residuos de materias orgánicas, p. e. los tejidos de las plantas ó los cadáveres de los animales.

Pero las sustancias minerales mas abundantes en todas estas rocas son, como hemos visto, las tierras que los químicos denominan alúmina, cal y sílice: son tambien las materias esenciales de las tierras de labor, y por consiguiente las propiedades agrícolas de este suelo varian especialmente de una manera relativa á la mayor ó menor proporcion de una ú otra de estas materias.

9. En resúmen los geólogos dan el nombre de roca á todos los minerales que se encuentran en masas bastante considerables para que se las pueda considerar como las partes componentes ó materias esenciales de la corteza del globo. En este número se incluyen las materias disgregadas ó movedizas, como capas de arena, ó bien las masas petrosas de mayor ó menor dureza, con exclusion de los minerales que, no encontrándose mas que en pequeñas cantidades, parecen hallarse accidentalmente en diversas partes y no figurar en el número de sus materias constitutivas esenciales.

Hemos visto tambien que hay dos especies de rocas. Las unas son *sencillas* ú *homogeneas*, es decir formadas esencialmente de una sola sustancia en toda la masa, como el yeso, la cali-

(1) Vulgarmente se da el nombre de *suelo* á la capa de tierra mueble que puede cultivarse; pero en geología tiene esta voz una acepcion mucho mas lata é indica todo el espesor de la tierra accesible á la observacion, cualquiera que sea por otra parte la naturaleza de las materias que constituyen esta parte del globo.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

za, etc.; las otras *complexas* ó *heterogeneas*, es decir formadas por la reunion de sustancias diferentes que se mezclaron, pero que pueden reconocerse por sus propiedades físicas particulares, p. e. el granito.

Comparando entre si las diversas rocas, tambien se echa de ver, que ora la sustancia de las unas parece formada completamente al mismo tiempo ó al ménos de la misma manera; ora entre los materiales constitutivos de las otras se notan fragmentos ó porciones de sustancia de naturaleza diferente que parecen meramente encajados; y por último que el todo se presenta como el conjunto de restos aglutinados por una suerte de pasta que hubiera llenado los intersticios que estos desechos dejaban entre si. Las rocas que así se constituyeron se llaman *conglomeradas*, y las que tienen sus materiales unidos sin cemento y, al parecer, se formaron al mismo tiempo *agregadas*.

Las diferentes rocas de que acabamos de hacer mérito bastan tambien para demostrar, que todos estos materiales constitutivos de la corteza sólida de la tierra no afectan la misma disposicion ni parecen formados de la misma manera. Unas, como las lavas y los basaltos, se presentan en forma de masas gruesas y de mucha extension que, al parecer, resultan del enfriamiento de materias minerales fundidas por el calor. Otras, como los esquistos, arcillas, etc., están dispuestas en lechos ó capas sobrepuestas y fueron, al parecer, depuestas por las aguas, sea que estas hayan tenido en disolucion las sustancias de que se componen, sea que las hayan meramente acarreado como el légamo de los rios.

En efecto; las rocas que, como luego verémos, componen la corteza sólida del globo, son de dos especies y deben su orígen á la accion del agua ó del calórico. Bajo este punto de vista se dividen en *rocas macisas* ó *de orígen igneo*, y *rocas estratificadas* ó *de orígen acuoso*.

10. Indicamos, al hablar de la caliza, que á veces se encuentran conchas como implantadas en la misma sustancia de

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

la piedra. Ademas en diversas rocas de orígen acuoso se halla una multitud de otros despojos de animales ó plantas que se designan con el nombre de *fósiles*, ó sea cuerpos organizados que se conservaron en la corteza sólida del globo y se transformaron, mas ó ménos completamente, en una sustancia mas ó ménos mineral.

Al hacer la historia de las diferentes edades de la tierra verémos, que los animales y las plantas que cubrieron la superficie de la tierra han variado mucho en la sucesion de los tiempos, y que los fósiles conservados en las rocas formadas en épocas geológicas diferentes no son iguales. Seria prematuro entrar en detalles referentes á este objeto y por consiguiente nos limitarémos á decir, que la ulla fué producida de esta suerte por vastos depósitos de vegetales, y que se conoce una multitud de mamíferos, aves, reptiles, peces, moluscos, crustaceos y hasta insectos fósiles que difieren, casi todos, de los animales y de las plantas de la época actual.

11. Por último debemos añadir, que una multitud de las sustancias que encontramos en el suelo, aunque muy importantes para la industria, no tienen mas que un papel secundario en la constitucion de la corteza sólida del globo, como los minerales de oro, plata, cobre, etc., que estudiamos en mineralogía al mismo tiempo que las sustancias componentes de las mismas rocas.

12. Para determinar la naturaleza de una roca, se somete la muestra á las pruebas que recomendamos anteriormente para poner en evidencia los caractéres físicos y químicos de los minerales.

13. Al objeto de facilitar el conocimiento de las rocas, añadirémos el cuadro general de su clasificacion natural segun el método adoptado por Mr. Cordier, profesor en el Muséo de Historia natural de Paris.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

TABLA DE LA CLASIFICACION DE LAS ROCAS PRINCIPALES.

CLASE PRIMERA.

Rocas siliciferas.

Rocas en cuya composicion dominan la sílice ó los silicatos.

FAMILIA 1ª — *Rocas feldespáticas.*

SECCION 1ª — *Rocas feldespáticas fanerógenas.*

Rocas cuyos elementos son visibles á la simple vista (rocas graníticas).

Género 1º — Rocas agregadas.

GRANITO. — Roca compuesta de feldespato, cuarzo y mica; textura granosa.

PEGMATITA. — Compuesta de feldespato y cuarzo ordinariamente granosos.

SIENITA. — Compuesta de mucho feldespato y un poco de amfíbol.

LEPTINITA. — Compuesta de feldespato muy fino y comunmente asociado con mica, granate, etc.

GNEIS. — Compuesta esencialmente de feldespato y mica en pajitas distintas: estructura esquistoidea.

Género 2º — Rocas conglomeradas.

BRECHA FELDESPATICA. — Roca compuesta de fragmentos de rocas feldespáticas que se tocan.

PUDINGA FELDESPATICA. — Compuesta de fragmentos feldespáticos redondeados.

ARENISCA FELDESPATICA. — Compuesta de desechos pulverulentos de rocas feldespáticas reunidos por un cemento siliceo.

Género 3º — Rocas muebles.

ARENAS Y ASPERONES FELDESPATICOS.

CANTOS RODADOS FELDESPATICOS.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

SECCION 2ª — *Rocas feldespáticas adelógenas.*

Rocas cuyos elementos son total ó parcialmente harto finos para distinguirlos á simple vista.

Grupo 1º — Rocas petrosiliceas.

Rocas de base de feldespato compacto y que no contienen hierro titanado.

Género 1º — Agregadas.

PETROSILEX *ó eurita.* — Compuesta esencialmente de feldespato compacto, muchas veces mezclado con cuarzo ú otras materias tambien compactas.

PORFIDO. — Pasta de feldespato compacto, que contiene cristales de feldespato, de cuarzo y amfíbol.

Género 2º — Conglomeradas.

GRAUWACA. — Conglomerado arenaceo y muy duro, compuesto de feldespato granular, cuarzo, etc., y que contiene muchas veces fragmentos angulares de la misma naturaleza.

BRECHA PORFIDICA. — PUDINGA PORFIDICA.

Género 3º — Muebles.

ARENAS, ASPERONES Y CANTOS RODADOS de rocas petrosiliceas.

Grupo 2º — Rocas leucostínicas.

Rocas volcánicas cuya pasta, mas ó ménos grosera, consta de partes feldespáticas microscópicas, á que se asocia un poco de hierro titanado.

Género 1º — Agregadas.

TRAQUITO. — Pasta adelógena porosa, casi del todo feldespática.

FONOLITA. — Pasta compacta de composicion igual.

Género 2º — Conglomeradas.

BRECHA LEUCOSTINICA.

Género 3º — Muebles.

CENIZAS LEUCOSTINICAS. — Polvo compuesto de cristales microscópicos de rocas leucostínicas.

ARENAS, CANTOS RODADOS, etc.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

FAMILIA 2ª — *Rocas piroxénicas.*

Rocas que contienen piroxena (silicato de cal y de magnesia ó de hierro) y deben á esta materia sus propiedades principales.

SECCION 1ª — *Rocas piroxénicas sub-homogeneas.*

Género 1º — Agregadas.

COCCOLITA ó *roca piroxénica.* — Compuesta casi exclusivamente de piroxena granular, ordinariamente verdosa.

Género 2º — Conglomeradas.

BRECHA PIROXENICA.

SECCION 2ª — *Rocas piroxénicas celulares, á que se asocia una gran cantidad de feldespato.*

Grupo 1º — Rocas ofíticas.

Roca que contiene mezcla de feldespato y tierra verde.

Género 1º — Agregadas.

OFITA ó *pórfido verde.* — Pasta de piroxena y feldespato compactos, que contienen cristales de feldespato, etc.

AFANITA, *trapp* ó *corneana.* — Pasta verdosa compuesta de feldespato y piroxena.

Género 2º — Conglomeradas.

BRECHA OFITICA.

Grupo 2º — Rocas basálticas.

Género 1º — Agregadas.

BASALTO. — Roca compacta formada de feldespato, piroxena é hierro titanado; color negruzco.

DOLERITA. — Roca granosa, de composicion igual.

PERIDOTITA. — Roca basáltica con mucho peridoto.

Género 2º — Conglomeradas.

BRECHA BASALTICA. — ARENISCA PIROXENICA.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Género 3º — Muebles.

ARENAS, CANTOS RODADOS, etc. *basálticos.*

FAMILIA 3ª — *Rocas amfibólicas.*

Tienen por elemento dominante el amfíbol (silicato de cal y de magnesia ó de hierro).

Género 1º — Agregadas.

AMFIBOLITA ú *hornbléndica.* — Compuesta casi enteramente de cristales de amfíbol.

DIORITA ó *granito orbicular.* — Roca granugienta ó globular compuesta de amfíbol y feldespato.

Género 2º — Conglomeradas.

ARENISCA DIORITICA. — Compuesta de granos de feldespato y amfíbol verdoso.

FAMILIA 4ª — *Rocas epidóticas.*

Compuestas esencialmente de epidoto (silicato doble de alúmina y de cal ó de hierro).

Género único. — Agregadas.

EPIDOTITA. — Compuesta de epidoto granoso, fibroso ó compacto.

FAMILIA 5ª — *Rocas granáticas.*

Compuestas esencialmente de granate, (silicato doble de alúmina y de hierro ó de cal, pero que contiene la mitad ménos de alúmina que el epidoto).

Género 1º — Agregadas.

GRANATITA ó granate en roca.

Género 2º — Muebles.

ARENAS GRANATICAS.

FAMILIA 6ª — *Rocas hipersténicas.*

Compuestas de hiperstena (silicato de magnesia y de hierro).

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Género único. — Agregadas.

HIPERSTENITA. — Roca negruzca.

FAMILIA 7ª — *Rocas dialágicas.*

Su elemento dominante es la dialaga (silicato de magnesia hidratífero).

Género 1º — Agregadas.

ECLOGITA. — Fanerógena, compuesta esencialmente de dialaga y granate.

EUFOTIDA ó *verde de Córcega.* — Granosa, compuesta de dialaga y feldespato.

SERPENTINA. — Mezcla compacta y generalmente verdosa de dialaga, feldespato y talco.

Género 2º — Conglomeradas.

BRECHAS DE SERPENTINA, etc.

Género 3º — Muebles.

ARENAS, CANTOS RODADOS, etc. de serpentina.

FAMILIA 8ª — *Rocas talcosas.*

Su elemento dominante es el talco (silicato de magnesia anhidro).

Género 1º — Agregadas.

TALCITA, *steasquisto*, *esquisto talcoso*, etc. — Compuesta de talco puro ó mezclado con cuarzo, feldespato, etc.; textura esquistoidea.

PROTOGINA. — Compuesta esencialmente de feldespato y talco: es cristalina y granitoidea.

Género 2º — Conglomeradas.

NOVACULITA ó *pizarra de amolar.* — Especie de talcita granosa.

FILADA. — Compacta y formada esencialmente de partes talcosas reunidas por un cemento siliceo.

PUDINGA FILACTICA. — Compuesta de fragmentos de filada, etc.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Género 3º — Muebles.

ARENAS, CANTOS RODADOS, ASPERONES, etc. talcosos ó filádicos.

FAMILIA 9ª — *Rocas micaceas.*

Su elemento dominante es la mica.

Género 1º — Agregadas.

MICACITA ó *micasquita*. — Compuesta de mica y cuarzo; es granosa esquistoidea.

MACLINA ó *filada maclífera*. — Negruzca, compuesta de mica y de cristales de macle (variedad compacta; trapp de algunos geólogos).

HORNFELS (trapp de algunos geólogos). — Roca adelógena compuesta de mica y feldespato.

Género 2º — Conglomeradas.

PUDINGA DE MICACITA.

Género 3º — Muebles.

ARENAS DE MICA. — ASPERONES, CANTOS RODADOS, etc. de micacita.

FAMILIA 10ª — *Rocas cuarzosas.*

Su elemento dominante es el cuarzo.

Género 1º — Agregadas.

CUARCITA. — Compuesta esencialmente de cuarzo granugiento ó compacto.

JASPE. — Compuesta de cuarzo y óxido de hierro; compacta y opaca, generalmente roja.

SILEX. — Compuesta de cuarzo compacto y acuifera; traslúcida y quebradiza; (variedades: sílex piromaco, piedra de amolar).

Género 2º — Conglomeradas.

ARENISCA CUARZOSA. — Roca arenoidea, compuesta de granos de cuarzo redondeados unidos por un cemento.

ARKOSE. — Compuesta de granos cuarzosos asociados á otros de feldespato y á un cemento cuarzoso.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

PSAMITA. — Granosa y esquistoidea, formada por una asociacion de granos de cuarzo con arcillas de diversos colores (arenisca roja, abigarrada), etc.

MOLASA. — Quebradiza, compuesta de granos cuarzosos, feldespáticos, calizos, etc. reunidos por un cemento margoso.

MACIÑO. — Análoga á la precedente, pero de cemento arcilloso endurecido.

BRECHAS Y PUDINGAS CUARZOSAS, etc.

Género 3º — Muebles.

ARENAS CUARZOSAS, etc.

FAMILIA 11. — *Rocas vitreas.*

Grupo 1º — De base de elementos feldespáticos.

RETINITA, OBSIDIANA, ESCORIAS TRAQUITICAS, etc.
PUMITA ó *piedra pómez.*

Grupo 2º — De base de elementos piroxénicos.

GALLINACE. — (Confundida con el basalto por algunos geólogos).

FAMILIA 12. — *Rocas arcillosas.*

Rocas generalmente muebles, compuestas esencialmente de silicato de alúmina hidratado en partículas muy tenues.

SECCION 1ª — *Epigenas.*

Son resultado de la descomposicion química de otras rocas.

KAOLIN. — Tierra de porcelana, sustancia terrosa, ordinariamente blanca, que resulta de la descomposicion del feldespato y se compone esencialmente de hidrato de sílice y alúmina.

TRASS. — Roca mas ó ménos consistente producida por la descomposicion de las cenizas traquíticas, etc.

WACKA. — Materia resultante de la descomposicion del basalto, etc.

TOBA ó *peperino*. — Materia terrosa resultante de la descomposicion de las cenizas volcánicas.

PEPERITA. — Materia arcilloidea ferruginosa resultante de la descomposicion de escorias pulverulentas, etc.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

SECCION 2ª — *Rocas arcillosas propiamente tales.*

ARCILLA. — Roca adelógena no efervescente, compuesta esencialmente de sílice, alúmina y agua.

MARGA ó *arcilla calcarífera*. — Efervesce con los ácidos y solo se disuelve en parte.

ESQUISTO COMUN ó ARCILLOSO. — Roca de pasta grosera y de textura esquistoidea, compuesta de arcilla que tiene mezcladas materias filadieas, etc.

CLASE SEGUNDA.

Rocas salinas no metaliferas.

FAMILIA 13. — *Rocas calizas ó calares.*

Su elemento dominante es el carbonato de cal.

Grupo 1º — De base de mero carbonato de cal.

Género 1º — Agregadas.

CALIZA CRISTALINA ó *mármol estatuario*. — Compuesta de granos cristalinos, visibles á simple vista y sin contener fósiles.

CALIZA SEDIMENTARIA ARENOIDE, de grano mas ó ménos grande.

CALIZA SEDIMENTARIA COMPACTA, de grano muy fino (caliza litográfica, etc.).

CALIZA GLOBULIFERA. — Compuesta de glóbulos calizos reunidos por un cemento calizo uniforme (caliza oolítica, pisolítica, brocatel, etc.).

CALIZA CONCRECIONADA ó *travertino*. — Caliza compacta con numerosas cavidades vermiculares.

TOBA CALIZA. — Piedra mas ó ménos esponjosa producida por aguas minerales.

Género 2º — Conglomeradas.

CALIZA CRETOSA ó *creta*. — Materia blanca y pulverulenta, débilmente consolidada y susceptible de empaparse de agua y hasta de desleirse.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

CALIZA GROSERA. — Conglomerado de arenas calizas, fragmentos de conchas, etc., reunidos por un cemento calizo.

PUDINGA CALIZA, etc.

Género 3º — Muebles.

FALUNS, ARENAS CALIZAS, CANTOS RODADOS DE ROCAS CALIZAS, ARENAS MADREPORICAS, etc.

Grupo 2º — Rocas calizas de bases dobles.

DOLOMIA. — Roca granosa y lamelosa, compuesta de carbonato de cal y de magnesia.

CALIZA FERRIFERA. — Mezcla de carbonatos de cal y de hierro.

FAMILIA 14. — *Rocas yesosas.*

Compuestas de yeso ó sulfato de cal.

YESO ó *piedra de yeso*. — Sulfato de cal hidratado.

ANHIDRITA ó *karstenita*. — Sulfato de cal anhidro.

FAMILIA 15. — *Rocas aluminosas.*

ALUNITA. — Roca agregada compuesta de sulfato de alúmina y potasa.

FAMILIA 16. — *Rocas de base de sal comun.*

SAL GEMMA. — Roca cristalina compuesta de cloruro de sodio ó sal comun, ya casi pura, ya colorada por el hierro, etc.

ARCILLA SALIFERA. — Mezcla de arcilla y sal gemma.

FAMILIA 17. — *Rocas de base de carbonato de sosa.*

SOSA.

CLASE TERCERA.

Rocas metalíferas.

FAMILIA 18. — *Rocas de base de carbonato de zinc.*

CALAMINA.

FAMILIA 19. — *Rocas de base de carbonato de hierro.*

CARBONATO DE HIERRO GRANOSO ó *hierro espático*.

CARBONATO DE HIERRO ARCILLOSO.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

FAMILIA 20. — *Rocas de base de óxido de manganeso.*

PIROLUSITA, ú óxido de manganeso estratiforme.
MANGANITA, ó hidrato de óxido de manganeso.

FAMILIA 21. — *Rocas de base de silicato de hierro hidratado.*

CHAMOSITA. — Roca ordinariamente compacta ó negro-verdosa, (silicato de hierro hidratado).
GLAUCONIA. — Granos verdosos que contienen mas sílice y ménos hierro que la chamosita.

FAMILIA 22. — *Rocas de base de óxido de hierro.*

LIMONITA ó *hematites parda, ocre amarillo*, etc. — Hidrato de peróxido de hierro compacto.
HIERRO OLIGISTO. — Peróxido de hierro anhidro y cristalizado.

CLASE CUARTA.

Rocas combustibles.

TOBA SULFUROSA.
ESQUISTOS BITUMINOSOS.
GRAFITO.
ANTRACITA.
ULLA ó carbon de piedra.
LIGNITO.
TURBA.

NOCIONES GENERALES SOBRE LA CORTEZA DEL GLOBO.

14. Está demostrado que la tierra es un cuerpo esferoideo, algo aplanado en los polos y abultado en el ecuador; que el diámetro interpolar es de 1713 millas; que su superficie tiene aproximadamente 9.282,000 millas cuadradas, de las cuales hay 7.200,000 cubiertas de agua y 2.082,000 formadas de

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

tierra firme. Obsérvase en esta superficie crecido número de desigualdades que, p. e. los Alpes, los Pirineos, etc., comparadas con nuestra talla nos parecen gigantescas; pero que, comparadas con las dimensiones del globo, son proporcionalmente menores que las que se notan en la corteza de la naranja mas fina, y podemos añadir que si quisiesemos presentarlas en relieve en una esfera de un metro de diámetro, las montañas mas elevadas aparecieran tan pequeñas, que casi fuera preciso un microscopio para distinguirlas.

15. Nuestro globo está compuesto de una corteza sólida que descansa sobre una masa flúida. En aquella y en su superficie se han producido todos los fenómenos geológicos que estudiarémos.

En la actualidad no se conoce, y probablemente no se conocerá, mas que una pequeña porcion de la corteza terrestre, porque por un lado el mar oculta sus tres cuartas partes, y por otra al hombre no le ha sido dado extender sus trabajos mas que á una pequeña profundidad. Del vértice de las montañas mas elevadas (1) hasta el fondo de las minas mas profundas, que no descienden á mas de 400 metros debajo del nivel del mar, á lo mas hay una diferencia de nivel de 8,000 metros, que es á poca diferencia la milésima parte del radio terrestre. Así pues el hombre no ha podido todavía, y verosímilmente no podrá, extender sus observaciones mas que hasta una película de la tierra que no alcanzará el espesor de una milésima parte de su radio. Pero esta película, por delgada que sea, presenta una série de fenómenos cuyo estudio ha conducido á grandes descubrimientos.

16. Se ha supuesto que el agua habia sido el disolvente ge-

(1) El Monte Blanco tiene 4,810 metros sobre el nivel del mar; el Monte Perdido 3,410; el pico de Tenerife 3,710; el Chimborazo 6,530; el Nevado de Sorata 7,696, y uno de los picos del Himalaya 7,821.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

neral de nuestro globo ; pero la opinion mas admisible es la de Descartes y Leibnitz, que le consideran en su principio como una masa liqüefiada por el calórico , que , enfriándose , se ha solidificado paulatinamente. En efecto , una masa flúida ó de consistencia pastosa que estuviera animada de un movimiento de rotacion , como realmente lo está la tierra , no conservaria una forma esférica , sino que en razon de la fuerza centrífuga que este movimiento desarrollaria tenderia á achatarse hácia los polos , miéntras que no se manifestaria ninguna deformacion de este género en una esfera sólida. Mas puesto que el globo terrestre , como lo hemos dicho ya , precisamente nos ofrece este achatamiento en los polos y un abultamiento correspondiente al ecuador, se puede deducir que ha pasado por un estado flúido ó pastoso , por un estado de fusion ignea. (1)

De cálculos , que en este sitio nos fuera imposible detallar, se ha deducido, que la parte central de la tierra no debe estar ocupada por agua ni por vapores , sino por materias tan pesadas como nuestros metales de mayor densidad , y tan calientes que probablemente se hallan en estado de fusion constante.

17. En efecto , un gran número de hechos tiende á probar , que la tierra tiene un calor interior independiente del que recibe del sol, y que es un resto del primitivo. Así vemos, que su temperatura se eleva tanto mas cuanto mas considerables son las profundidades que exploramos. Hay minas tan hondas y tan calientes que los obreros solo pueden trabajar en ellas desnudos: la temperatura de un manantial algo considerable es muy elevada siempre que brota de un sitio muy profundo.

El termómetro introducido á cuatro piés de profundidad debajo de la superficie terrestre , no señala el cambio diario de

(1) El radio del ecuador es de 6.576,986 metros, mientras que el del polo no es mas que de 6.356,324 , lo que da un radio medio 6.366,745 metros , y una diferencia de unos 42 quilómetros entre los dos diámetros.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

temperatura, solo marca el anual; pero si lo hundimos hasta la profundidad de 60 piés, en todas partes señala la misma temperatura, cualesquiera que sean las alteraciones que puedan causar los fuertes calores del verano ó los rigurosos frios del invierno. Si profundizamos el instrumento hasta 120 piés, la columna del centígrado sube un grado, y esta dilatacion se manifiesta de una manera progresiva en todos los puntos mas distintos de la tierra y en las profundidades conocidas hasta la fecha.

De estas observaciones se ha deducido, que á 8 millas de profundidad la temperatura debe ser de 1800°, suficiente para fundir el hierro, y á 12 millas alcanzará la de 2700° que reduce al estado de liquidez todos los cuerpos conocidos. De esta sencilla consideracion resulta, pues, que la masa interior de la tierra se halla en estado de liqüefaccion ignea, y que únicamente su superficie, solidificada por el enfriamiento, constituye la especie de costra ó película que indicamos.

18. Parece bien demostrado, decimos, que el globo en otro tiempo se hallaba en estado candente y que se ha enfriado paulatinamente, sin que de ello debamos concluir que el descenso de la temperatura aun continúe y que no haya llegado todavía á su término. Desde los tiempos históricos la temperatura del globo no ha cambiado sensiblemente, y por cálculos sabios ha sido dable probar, que la superficie de la tierra recibe del sol, durante un año, una cantidad de calórico casi equivalente á la que pierde en el mismo espacio de tiempo; el calor interior de la tierra no ejerce en su superficie mas que una influencia insensible, y para que esta influencia casi nula hubiese disminuido por mitad, de suerte que el aumento de temperatura no fuese mas que de 1/2 grado para 120 piés, fuera preciso que transcurriesen mas de 30,000 años.

19. Nuestros conocimientos acerca de la parte central del globo se limitan á lo expuesto sobre su gravedad, densidad, temperatura y estado de fluidez; mas los que poseemos acerca

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

de la corteza sólida que forma su superficie son mas profundos y exactos. Esta corteza no está formada de una pieza única, sino que se compone de un gran número de materiales distintos. El estudio particular de cada una de estas sustancias pertenece á la mineralogía; el de sus relaciones mutuas y del papel mas ó ménos importante que representan en la constitucion del globo es del dominio de la geología.

20. Por lo regular se da el nombre de *rocas* (1) á las sustancias minerales que, reunidas en masas mas ó ménos considerables, constituyen, por decirlo así, los materiales esenciales del suelo; y el de *terrenos* á las diversas reuniones de rocas que parecen haberse formado en idénticas circunstancias. Las rocas así definidas no implican ninguna idea de estado petreo ó blando, de cuerpo voluminoso ó pequeño, de estructura densa ó floja, de orígen aqüeo ó igneo, de suerte que la arcilla, á pesar de su estado pastoso, y la arena, bien que movediza, son rocas lo mismo que el granito ó la caliza.

Al examinar las faldas de las montañas, las excavaciones abiertas por nuestra industria, y diversas otras localidades favorables á los estudios geológicos, desde luego se conoce que existe un gran número de terrenos diferentes, y que estos, en general, forman capas ó lechos que se cubren unos á otros.

Para convencerse de esta verdad no es preciso visitar paises lejanos; basta trasladarse á Paris. El geólogo que se paseara en las inmediaciones de esta ciudad (*l.* 4) y descendiese á las vastas catacumbas del cuartel Saint-Jacques, ó á una de las canteras abiertas en la llanura del Mont-Rouge, veria que en toda esta parte de la comarca la tierra vegetal descansa sobre una roca muy resistente, y sin dificultad reconociera que esta no es mas que la piedra que empleamos en tan gran cantidad para la construccion de todas nuestras habitaciones, y conocen los naturalistas con el nombre de *caliza grosera*. Si en seguida

(1) Nociones preliminares nº 1.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

se dirige hácia el Biévre hallará, que este riachuelo corre sobre una especie de tierra arcillosa ó arcilla plástica, que tambien se extrae del fondo de diversos pozos situados en las inmediaciones de Arcueuil etc., y que es empleada para la fabricacion de toda clase de vidriados. Vuélvase luego á la derecha y encontrará en el Bas-Meudon *creta*, roca de color blanco, que contiene grandes cantos dispuestos por capas regulares, que es explotada para la fabricacion del *blanco de España* ó *blanco de Meudon*, tan usado en la pintura comun. Si otro dia pasea á lo largo de la orilla derecha del Sena y desde el momento se traslada á Montmartre, notará que toda la base de esa colina cónica está compuesta en gran parte de *yeso*. Esos bancos yesosos se extienden tambien desde el cerrillo Chaumont hasta Nogent-sur-Marne, y se manifiestan en muchos otros sitios en que son explotados con actividad. Algo mas hácia el norte, en la llanura de Saint-Denis, se encuentra una roca del todo diferente, que se aproxima mas á la caliza grosera; pero que sin embargo difiere mucho de ella, y que no pocas veces presenta en su sustancia pequeñas cavidades irregulares tapizadas de cristales; esta piedra, llamada *caliza silicea* por los geólogos, forma tambien en el sur-este de Paris una inmensa meseta que en Beauce se halla cubierta únicamente por una capa de arena; hácia Orleans reaparece y suministra los materiales empleados en la construccion de la mayor parte de las casas de aquella ciudad.

He aquí una gran diversidad en las rocas de que se compone el suelo de los alrededores de Paris; pero el geólogo, si extiende sus excursiones mas á lo léjos, admirará diferencias mucho mas notables y todavía mas importantes en la constitucion de la corteza del globo. En el bosque de Fontainebleau, p. e., notará en la vertiente de las colinas una roca arenosa muy resistente y que no es mas que arenisca; — algo mas allá, en Chateau-Landon, verá obreros empleados en explotar una especie de mármol comun; — en las inmediaciones de Angers apre-

Ministerio de Educación; Cultura y Deporte 2012

ciará la existencia de rocas de estructura hojosa, que muchas veces se dejan dividir en láminas muy delgadas y entónces constituyen las pizarras de que nos valemos para cubrir los edificios; —en Cherbourg y en gran parte de la costa de Bretaña reconocerá, en las rocas batidas por las olas, aquella piedra particular brillante, tan dura y tan difícil de pulir, el *granito*, que se emplea para embaldosar aceras y adornar monumentos. —Por otra parte, en las inmediaciones de Mons, ó entre Lion y Saint-Etienne, hallará á una profundidad mas ó ménos considerable poderosos bancos de una sustancia negra y brillante que no es mas que la *ulla*, combustible tan precioso para nuestra industria. —Por último en otras localidades tambien la tierra proporcionará preciosos minerales de que podrá extraer hierro, plomo, cobre, plata ú oro, y, si se aproxima á algunos lugares en otro tiempo volcanizados, p. e. en Auvergne, quedará sorprendido á la vista de las rocas compactas que se elevan á la manera de columnas truncadas.

21. Estudiando así los distintos materiales de que se compone la corteza exterior de nuestro globo, el geólogo tambien se convencerá fácilmente de que, en la pluralidad de los casos, estas rocas tan diversas no están colocadas unas junto á otras, sino que se cubren mutuamente y forman una série de capas mas ó ménos gruesas que se pueden comparar á otros tantos sillares en un macizo de mampostería.

Abriendo pozos de mayor ó menor profundidad podemos convencernos de la sobreposicion de las diversas capas que forman rocas distintas; y aun sin necesidad de acudir á este medio puede verse confirmado nuestro aserto. En efecto; al examinar ciertos acantilados, las escarpas de ciertas colinas, las zanjas abiertas para nivelar los ferro-carriles, explotar canteras, etc., se pone de manifiesto el punto de contacto de dos capas en una de estas circunstancias, y se puede muchas veces distinguir sin ninguna dificultad el modo como una de ellas se continúa debajo de la otra. —En otras localidades las rocas no manifies-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

tan ninguna señal de sucesion de capas y constituyen masas compactas; tal es la disposicion del granito de que hemos hablado últimamente.

En la introduccion hemos visto, que estas dos especies de rocas no reconocen el mismo orígen; que las estratificadas fueron depuestas por las aguas, y que las macisas resultan de la solidificacion de materias minerales fundidas por el calor. Así los geólogos distinguen en los materiales constitutivos del globo dos clases de rocas; las de *formacion acuosa* ó *neptuniana* y las de *formacion ignea* ó *plutónica*.

Atendiendo á la naturaleza de los fósiles contenidos en las rocas de orígen acuoso, se comprende tambien que las unas se depusieron en el fondo del mar y otras en cuencas que ocupó el agua dulce, y que es natural la division importante que se establece entre las *formaciones lacustres* y *marinas*.

Pero, para formarse una idea cabal del modo como la naturaleza ha producido estas inmensas capas terrosas, es indispensable estudiar los fenómenos que actualmente se observan en los distintos puntos de la superficie del globo.

FENOMENOS GEOLOGICOS DE LA EPOCA ACTUAL.

22. Las modificaciones principales que en nuestros dias se manifiestan en la constitucion ó en la configuracion de la corteza sólida del globo pueden referirse á dos clases principales: las unas dependen de la accion de las aguas; las otras, al parecer, son efecto del calor interior de la tierra. Los depósitos de aluvion, por una parte, y las erupciones volcánicas, por otra, pueden ser mencionadas como los ejemplos mas notables de estos fenómenos geológicos.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

EFECTOS PRODUCIDOS POR LAS AGUAS.

23. ALUVIONES. — La lluvia, la escarcha y una multitud de otros agentes tienden incesantemente á alterar la superficie de las rocas, aun de las mas compactas, y reducirlas á fragmentos. De este modo se produce casi siempre al pié de las escarpas, en paises montañosos, un *talus* formado por los restos de las rocas situadas superiormente, y masas de piedras desgajadas descienden á veces á los vallados arrastrando tras si cuanto á su paso se ofrece. Ora se desprenden grandes bloques ó masas; ora la degradacion se efectúa de una manera lenta y graduada, de modo que se desagrega la sustancia de las rocas separando de ellas una especie de polvo grosero. Por efecto del choque ó del frote todos estos despojos tienden siempre á dividirse mas y mas, y los fragmentos así producidos no tardan en mezclarse con los desechos de las plantas y de los animales, y constituir una capa movediza de mayor ó menor grosor, que cubre casi toda la superficie del globo, y por lo comun recibe el nombre de *tierra vegetal*, por crecer las plantas en la especie de lecho que así se formara. Las materias minerales que entran en la composicion de esta tierra ordinariamente son arena, arcilla ó restos de rocas calizas.

24. Las corrientes de agua, cuando se deslizan sobre terrenos muebles, como los de que acabamos de hablar, arrastran una parte de ellos, y transportan á lo léjos los despojos que los constituyen. Cuando bajo el influjo del sol de verano se derrite la nieve amontonada en el vértice de las montañas, ó cuando se precipitan copiosas lluvias sobre estas elevadas cimas, se originan torrentes impetuosos que, descendiendo á la llanura, arrastran en su curso la tierra y los fragmentos de piedra que á su paso encuentran ó arrancan de su lecho; de lo que resulta, que el agua de estos torrentes es muchas veces turbia y conduce limo, arena, cantos y aun masas de piedra.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Pero al bañar una llanura ó entrar en una cuenca ancha, amaina su curso, y paulatinamente se deponen las materias estrañas que tenia en suspension, siendo las primeras en precipitarse las mas pesadas, y á la larga tapizan el alveo del rio con una capa terrea cuyo espesor aumenta incesantemente.

El Po, que se precipita de la elevada cordillera de los Alpes y atraviesa toda la Lombardía, y el Ródano que desciende por el flanco derecho de los Alpes, atraviesa el Valais con excesiva impetuosidad y desagua en el lago de Ginebra, son notables ejemplos de este curioso fenómeno. En la actualidad las aguas del Po son mas altas que las casas que en otro tiempo se labraron en sus orillas, y solo se evitan sus desbordes por las llanuras de Lombardia dando mayor elevacion á los diques.

Pero no todas las materias que las aguas arrastran se precipitan en el cauce del rio, sino que algunas, las mas tenues, son conducidas hasta su embocadura levantando la superficie del suelo que cubren y hasta modificando de una manera sensible las lineas del litoral.

25. Los terrenos que resultan de la precipitacion de materias acarreadas por las aguas se llaman *aluviones*. Cuando se forman en la embocadura de los rios y tienen la forma de un triángulo irregular, análogo á la letra griega Δ, reciben el nombre especial de *delta*. Las hay notables en la extremidad del Po, del Ródano, del Nilo, del Misisipi, del Gánges, etc. que, despues de haber salvado los diques naturales, han penetrado en el mar. Así se han cegado puertos muy frecuentados en otros tiempos, y las ciudades que los tenian carecen en la actualidad de comunicacion inmediata con el mar (1).

22. La accion del mar sobre su fondo tiende á nivelar los

(1) La torre de Tignaux, construida en la orilla del mar en 1737, dista ahora cerca de media legua de las aguas que la bañaban: Nuestra Señora del Puerto era á fines del siglo IX puerto de mar; pero hoy dia se encuentra una legua tierra adentro.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

detritus que recibe formando los depósitos sobrepuestos de capas *estratificadas;* pero cuando se ejerce sobre sus orillas, depende de la disposicion de las costas. Cuando estas son planas y descubiertas, las olas tienden generalmente á desechar parte de los restos movibles formando *cordones litorales*, *barras* (1) y hasta *escollos*, cuya elevacion depende de la que alcanzan las aguas agitadas por el viento. Cuando las rocas son escarpadas y están formadas por rocas no muy sólidas, las olas producen degradaciones análogas á los desmoronamientos que se observan en los paises montañosos, y los materiales así desprendidos del suelo, despues de haber rodado entre las aguas ó aun sido reducidos á un polvo grosero, son arrastrados á lo léjos por la corriente y van á depositarse ya en las grandes profundidades, ya en alguna hondonada cuyo nivel elevan. Así se dificulta á veces la entrada á los puertos marítimos y nos damos razon de los inmensos bancos de cantos rodados que se encuentran en las costas de la Mancha.

Las materias sólidas depuestas así en el seno de las aguas forman capas horizontales, que, por efecto del tiempo, de la presion que egerce el flúido de que se hallan cubiertas, ó de los nuevos depósitos que se sobreponen, se consolidan mas y mas. En este trabajo geológico á veces intervienen fenómenos químicos, que contribuyen á la union recíproca de estos despojos formando una especie de roca. Por último es de notar, que estas materias no llegan sin interrupcion á una localidad determinada, y que su naturaleza cambia con frecuencia en un mismo sitio por ser trasladadas de puntos distintos ó conducidas en circunstancias desemejantes.

Puesto que comparando la disposicion de los terrenos que

(1) Las barras de los rios son cordones litorales formados en sus embocaduras por el embate de las olas, pero constantemente rebajados por las aguas corrientes, de modo que les sostienen á un nivel inferior al de la superficie del mar.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

tambien hoy dia se forman de este modo, y la de una multitud de porciones de la corteza sólida del globo, cuya existencia es muy anterior á la de los tiempos históricos, se observan los mismos caractéres, es legítimo admitir, que en los tiempos mas remotos, así como en la época actual, ciertas capas de esta corteza geológica se han originado bajo la influencia de causas análogas y sido producidas por los mismos procederes.

27. Fórmanse tambien otros terrenos, por decirlo así á nuestra vista con la precipitacion de materias que las aguas de ciertos manantiales tienen en disolucion y abandonan al llegar á la superficie del suelo. En diversas partes de Francia, p. e. cerca de un manantial situado en el norte de Clermont-Ferrand, se encuentran algunos egemplos, y en varias localidades de Italia se forman de este modo masas enormes de una piedra caliza conocida con el nombre de *travertino*.

28. VENTISQUEROS. —A mas de la reconocida accion de las corrientes para el trasporte de los despojos sólidos resultantes de la desagregacion de las rocas, sin disputa la mas importante de todas las causas que tienden á modificar en nuestros dias la forma de la superficie de la tierra, debe fijar en este sitio nuestra atencion el movimiento de esas masas de agua congelada que conocemos con el nombre de *ventisqueros*.

Son los ventisqueros considerables masas de hielo, encajadas en los valles ó suspendidas en los flancos de las altas montañas, que, p. e. en los grandes valles de los Alpes, se prolongan desde sus mas elevadas cúspides hasta las regiones cultivadas, cubriendo á veces trechos de cinco, seis ó mas leguas de largo sobre media ó una de ancho.

En todas las regiones elevadas se precipita anualmente una cantidad considerable de nieve, y como el sol en verano no tiene fuerza bastante para fundir su totalidad, la existente sirve como de nucleo para la nueva que todos los años se acumula en las anfractuosidades situadas en las faldas de las montañas mas empinadas. En su declive la nieve, ordinariamente fina y pul-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

verulenta, conserva su blancura; pero debajo de esta region superior, que se denomina *meseta superior del ventisquero*, la nieve volviéndose granugienta y mas ó ménos gris en su superficie, constituye la *nevera*. Por último debajo de la especie de recipiente ó *mar de hielo*, constituido por las dos regiones precedentes, se encuentra el *ventisquero propiamente tal*, que ocupa las regiones en que la totalidad de la nieve caida en el invierno se derrite por completo en verano, y es alimentado por las neveras y los campos de nieve constituyendo su desagüe.

Los ventisqueros constan de hielo compacto cuya masa resulta de la aglutinacion recíproca de los granos de nieve debida al agua que filtra y en seguida obra como un cemento congelándose. La superficie de este hielo es rugosa; su masa atravesada en todos sentidos por pequeñas *grietas capilares* y estratificada en toda su extension; las capas generalmente corresponden al espesor de la nieve caida durante un año.

Pero el fenómeno mas notable que se observa en las heleras es el *movimiento* progresivo de toda la masa hácia la vertiente de los terrenos sobre que se forman. Este movimiento lento y continuo, que se verifica en el sentido del mayor declive, no debe atribuirse exclusivamente á la fuerza de gravedad, pues que dista mucho de ser acelerado, ni al derritimiento de la parte mas baja del ventisquero, cuya circunstancia no produciria otro efecto que bajar su nivel en las vertientes poco inclinadas, sino principalmente á la dilatacion del agua que filtra al traves de las grietas capilares, cuando se solidifica. Por esta dilatacion, que no puede afectuarse libremente mas que en el sentido del espesor y en el del declive, el ventisquero egerce en las rocas sólidas sobre que gravita un esfuerzo que necesariamente le impele hácia adelante y durante el que desgasta, vacía, redondea y pule las superficies sobre que flota. He aquí el orígen de la expresion rocas *moutonnés* con que se indica el aspecto que presenta la sucesion de pequeñas superficies redondeadas en

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

cierta extension (1). Los cristalitos de sustancias duras, p. e. de cuarzo, que el ventisquero arrastra en su marcha, ol ran á la manera de esmeril sobre las rocas del fondo y de los flancos del valle, grabando en su superficie estrías longitudinales paralelas entre si, cuya direccion es relativa á la disposicion del terreno, y que subsisten como los indicios mas ciertos del paso del ventisquero.

Este movimiento desgaja de las rocas partes de volúmen relativo á su naturaleza; la accion de los agentes atmosféricos destaca porciones de las inmediatas; la caida de los aludes tambien acarrea fragmentos de toda naturaleza al ventisquero; una pequeña porcion de estos despojos es como tragada por aquel, y con sus restos se forma una capa, la *capa de barro*, entre el hielo y la roca; pero los mas de los despojos se presentan en la superficie, formando lo que se nos permitirá denominar *mojones* (2), y limitan toda la circunferencia del ventisquero tomando los epitetos de mojones *laterales*, *medios* y *terminales* ó *frontales*. Estas prolongadas colinas de fragmentos de las rocas son modificadas por un gran número de causas, en su forma y volúmen, y marchan con el ventisquero; así, si se supone que este disminuye de volúmen ó desaparece despues de una série de veranos calurosos, los mojones permanecerán en su sitio abandonados por el ventisquero á que habrán debido su trasporte y léjos de las rocas cuyos desechos, en cierto modo, contienen reunidos.

Notando en comarcas hoy dia faltas de ventisqueros los vestigios de los fenómenos á que da lugar el movimiento de los ventisqueros actuales, se ha deducido que los depósitos *erra-*

(1) Visto en lontananza, dice Mr. Martins, un grupo de rocas redondeadas de esta suerte representa un rebaño de carneros, y por su semejanza le aplicó Saussure el nombre que no traduzco.

(2) Este es el único equivalente que me ocurre para traducir la expresion *moraine* usada en Suiza.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

ticos de estas comarcas, es decir los diseminados que no se hallan en relacion con los terrenos sobre que se encuentran, no son mas que mojones á que sirvieron de vehículo los ventisqueros que han desaparecido. Una multitud de depósitos erráticos ofrece realmente muchos caractéres que parecen referirles de una manera muy evidente á la causa de que nos ocupamos ahora, y nos conducen á la hipótesis de una época helada, intermedia entre la de la desaparicion de los últimos animales y la de la creacion de los séres actualmente vivos, y durante la cual la temperatura del globo hubiera sido mas baja que la de nuestros dias.

29. TRASPORTE POR LOS HIELOS. — Los bloques erráticos pueden ser trasportados léjos del terreno á que pertenecen no solo por el movimiento de los ventisqueros, si que tambien por los hielos que se originan en las orillas de las regiones heladas. En efecto, aquellos muchas veces envuelven masas de rocas mas ó ménos voluminosas que, en seguida arrastrándolas libremente cuando su deshielo, las depositan acá y acullá en los puntos en que baran. En el Canadá, en la Groelandia y la Nueva Zelandia se trasportan por este medio masas considerables; los bajos, las orillas y el cauce del rio San Lorenzo se ven incesantemente modificados por fenómenos de esta naturaleza.

TERREMOTOS. — LEVANTAMIENTOS. — VOLCANES.

30. TERREMOTOS. — Estos sacudimientos, que conmueven toda una comarca y trastornan su suelo, produciendo efectos terribles cuya triste historia es conocida de todo el mundo, consisten ya en oscilaciones horizontales, ya en sacudimientos verticales y á veces en remolinos que deben su orígen á la simultaneidad de estas dos especies de movimientos combinados. Levantamientos y hundimientos sucesivos, el trasporte de ciertas partes sobre ó debajo de las inmediatas con que ántes estaban niveladas, la abertura de grietas que continuan abier-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

tas, ó que encierran y trituran en sus paredes las habitaciones que sepultan; la desaparicion de corrientes de agua deglutidas por bocas abiertas y cerradas súbitamente; la aparicion, por el contrario, de lagos nuevos en el fondo de las bocas que se formaron, y de manantiales frios ó calientes en los sitios donde ántes no existian indicios; la acumulacion de las aguas de los rios contra los obstáculos rápidamente levantados, los desbordes irresistibles de estos torrentes que van á abrirse nuevos alveos; las zanjas profundas de las costas, las trepidaciones de los promontorios que se han hundido ó levantado son los efectos mas comunes de estas catástrofes espantosas, cuya accion unas veces permanece circunscrita en espacios estrechos, pero que otras se extiende á grandes superficies, y aun, corriendo un gran círculo, á todo un hemisferio. Los terremotos de que Calabria ha sido teatro en 1783, nos ofrecen en cierto modo un cuadro compendiado de todos estos incidentes reunidos.

31. LEVANTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS. —Estos cambios de nivel de la tierra firme respecto del mar se efectuan unas veces durante los fenómenos instantaneos predichos, pero otras tienen lugar de una manera lenta y progresiva.

Cuando los terremotos de que fueron teatro las costas de Chile en 1822, 1835 y 1837, se notó que desde Valdivia á Valparaiso se elevó un trecho de sobre 200 leguas; en 1819 por una causa análoga se elevó, sobre una llanura extensa, una colina de 20 leguas de longitud y 6 de latitud en direccion S. E. á N. O., miéntras que mas léjos y hácia el sur, paralelamente á la misma direccion, se hundió el pais, quedando casi sumergida la villa y fuerte de Sindré. Plinio refiere que la separacion de Sicilia de Italia, la de la isla de Chipre de la Siria y la de Eubeo de la Beotia son debidas á cataclismos de esta especie. ¿Es cuestionable la existencia de la Atlantida sepultada, segun la tradicion egipcia, en un dia y una noche?

Cerca de Pouzzoles, ciudad y puerto del golfo de Nápoles, existen tres columnas del templo de Serapis que por los

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

años de 1488 fué sumergido cosa de cinco metros, á causa de un hundimiento sensible en varias partes de aquella costa. Posteriormente ocurrió una sublevacion terrestre; apareció seco el pavimento del templo y se vieron las columnas referidas taladradas por moluscos análogos á los que se ven actualmente en las rocas bañadas por el mar. Pero no pudiendo estos cambios en los niveles relativos de la costa de Pouzzoles y del mar inmediato depender del alternativo ascenso y descenso de estas aguas, pues que entónces hubieran sobrevenido inundaciones espantosas á lo largo del litoral del Mediterraneo, solo nos será dado explicar este fenómeno suponiendo, que la costa, despues de haber descendido varios metros, se ha elevado gradualmente.

Esta hipótesis de los levantamientos y hundimientos paulatinos de algunas partes de la corteza del globo es una verdad demostrada, cuando tambien en nuestros dias se observan fenómenos análogos en Chile y la Escandinavia. Es indudable que en las costas de Suecia, p. e., ciertas rocas en otro tiempo sumergidas se presentan fuera del agua (1), y los acantilados se elevan mas y mas sobre el nivel del mar. Notábase mucho tiempo habia, que el agua abandonaba ciertas partes del litoral, y que descendia en varios puertos de esta region; pero, desde que en diferentes rocas se han puesto á flor de agua señales que, examinadas anualmente, se han visto mas apartadas del nivel de las aguas, no ha podido quedar la menor duda acerca del cambio de nivel.

(1) En España se pudieran citar varios egemplos de esta naturaleza. La cuenca del Guadalquivir hasta Córdoba presenta un terreno marino terciario en posicion horizontal y fuera de las aguas del Océano; en la provincia de Almería, entre las sierras de Almagro y Almagrera, las capas horizontales marinas terciarias se elevan mas de 800 piés sobre el nivel del Mediterraneo; la villa de Cuevas de Vera está edificada sobre este terreno, abundante en ostras fósiles y muchos despojos de grandes paquidermos, que fueron entónces arrastrados por las aguas y sepultados en el mar, cuyo fondo ahora es tierra firme.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

32. Los hundimientos y levantamientos de que se acaba de tratar han sido muchas veces atribuidos, á que el mar habia invadido el continente, ó bien á que lo habia abandonado; pero ambas hipóteses son falsas. Atendidas las leyes que presiden al equilibrio de los líquidos, es imposible que el nivel del mar cambie en un punto sin alterarse al mismo tiempo en toda su extension; y como hay puntos en que este nivel no ha variado desde los tiempos históricos, miéntras que se ha modificado en otros, es preciso concluir, que el nivel del mar es constante, y que los continentes por el contrario, á pesar de su inmovilidad aparente, son perpetuamente agitados por movimientos correlativos de levantamiento y hundimiento.

No debe, pues, admirarnos, que á alturas considerables sobre el actual nivel del mar se hallen depósitos de séres marítimos, en atencion á que los terrenos sobre que descansan han podido llevarlos á estas alturas por efecto de levantamientos, parecidos á los de que hoy dia somos testigos. Los diversos contornos de las capas terrestres y su dislocacion pueden explicarse tambien por la accion de fenómenos idénticos á los que acabamos de señalar, y cuya admision nada presenta de sobrenatural.

33. VOLCANES. — Cuando en las trepidaciones y levantamientos de terrenos la costra terrestre se halla profundamente hendida, se establece una comunicacion del interior del globo con el exterior y se forma un *volcan*. Los fenómenos anexos á la abertura de este conducto permanente ó transitorio son designados con el nombre de *fenómenos volcánicos*. Es evidente, que la aparicion de un volcan se halla íntimamente enlazada con los terremotos, y que en cierto modo es su consecuencia y su término. En efecto, parece que los volcanes son caños naturales, al traves de los que se escapa la fuerza expansiva que, encerrada bajo la corteza sólida, inevitablemente hubiera trastornado el suelo, pero que amaina y se destruye desarrollándose al exterior de nuestro planeta. Ademas se sabe, que una erup-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

cion volcánica se efectúa en cualquier sitio cuando las sacudidas de los terremotos son mas raras y ménos enérgicas, y que, por el contrario, estos fenómenos vuelven á adquirir su intensidad cuando el volcan pasa á inactivo.

34. Anuncia la formacion de un volcan la aparicion de una prominencia mas ó ménos considerable que muchas veces lleva el nombre de *cono de levantamiento;* despues de mas ó ménos tiempo, á consecuencia de una explosion formidable, se abre el remate del cono y se establece un orificio infundibiliforme que muchas veces deja escapar materias diversas y tiene el nombre de *cráter de levantamiento*. El carácter principal de esas aberturas iniciales es la disposicion de las capas de terreno conmovidas que, levantándose mas y mas de la base al vértice, se hallan inclinadas por todas partes en torno del eje del cono y presentan su declive abrupto hácia el interior del embudo que así se formara. En los mas de los casos tambien, de los bordes de las escarpas del cráter hasta la base exterior de la montaña, se notan hendiduras, que á veces se prolongan hasta el fondo del embudo y en ciertas localidades tienen el nombre de *barrancos* (Islas Canarias).

No siempre la explosion es causa de la abertura del cráter; muchas veces las materias lanzadas al principio hasta el vértice de la bóveda volcánica son en seguida abandonadas por la fuerza que las sostenia, y volviendo á caer por su propio peso, dejan un orificio abierto, como parece haber sucedido en el macizo del Etna.

Uno de los egemplos mas célebres de los fenómenos que dan lugar á la formacion de un cráter con todos los caractéres indicados, es la erupcion que en una sola noche dió nacimiento al Monte Nuovo cerca de Nápoles. El Vesubio, la isla de Ischia y otros varios puntos de la bahía de aquella ciudad habian sido repetidas veces teatro de explosiones volcánicas; pero trascurrieron mas de tres siglos sin que estos fenómenos se reprodujesen, cuando en 1538, en las cercanías de Pouzzoles, se de-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

jaron sentir fuertes terremotos, que el 27 y 28 de setiembre fueron tan numerosos y terribles que pusieron en alarma á los habitantes de aquella bella comarca, y el 29, á las dos horas de haberse puesto el sol, se observó la aparicion de un golfo entre la pequeña ciudad de Tripergola y los baños situados cerca de sus arrabales; y una grande hendidura, cuya formacion fué acompañada de un ruido terrible, se extendió hácia la ciudad vomitando llamas con una especie de barro espeso y de piedra pómez mezcladas con agua. Estas cenizas cubrieron por completo la ciudad y hasta cayeron en grande cantidad en Nápoles; los habitantes de sus inmediaciones huyeron aterrorizados; el mar retrocedió repentinamente á una gran distancia quedando en seco una porcion de la costa, elevada muchos piés sobre el nivel de las aguas, y por último al dia siguiente se observó en el sitio, ántes ocupado por Tripergola, una montaña nueva cuyo pié se dirigia hácia el lago Lucrino, reputado ya cráter de algun volcan antiguo. El dia tres de octubre la erupcion cesó, y entónces se pudo trepar esta montaña formada en un solo dia y denominada despues el *Monte Nuovo;* su cumbre presentaba un cráter profundo; su altura era de unas 150 varas sobre el nivel del mar, y la circunferencia de su base aproximadamente de media legua. Desde entónces se ha obstruido en su profundidad la hendidura crateriforme, sin que se haya vuelto á turbar por este volcan la tranquilidad de aquella comarca.

35. Las cenizas y las otras materias que así se arrojan, se amontonan en mayor ó menor cantidad y forman en torno de borde del cráter un cono mas ó ménos elevado. Creen algunos geólogos, que todo el macizo de la montaña volcánica, cuyo vértice está ocupado por el cráter, ha sido formado por eyeccion; pero está casi universalmente admitido, que los *conos de eyeccion* tienen mucha ménos importancia que los de levantamiento ántes descritos.

36. PRODUCTOS VOLCANICOS. — Las erupciones volcánicas se anuncian ordinariamente con terremotos, y se realizan con

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

mas ó ménos intensidad. Habitualmente preceden ó acompañan á la explosion principal columnas de humo compuestas de vapor acuoso y diversos gases, —el ácido clorhídrico, el sulfuroso y el carbónico—: á la par ó tras las materias gaseosas se presentan materias pulverulentas, á veces en cantidad inmensa, llamadas *cenizas volcánicas*: luego, y á veces desde el principio, fragmentos de piedras porosas candentes que tienen el nombre de *rapilli*, *lapilli* ó *pouzzolanas*, bloques mas ó ménos considerables de materias sólidas que á veces se arrojan á grandes distancias, y por último porciones de materia fundida desprendidas de la lava que llena al cráter y que, redondéandose por su movimiento en el aire, forman las tituladas *bombas volcánicas* (1).

De ahí resulta, que masas inmensas de materias diversas arrojadas, en medio de violentas detonaciones, á grandes alturas iluminadas por la reverberacion de la lava fundida, remedan llamas, y que sus partes se precipitan á una distancia del foco relativa á la masa y á la fuerza de impulsion. Las cenizas, rapilli ó piedra pómez forman entónces, en sitios mas ó ménos lejanos, depósitos considerables que tienen los nombres de *tobas volcánicas*, de *pómez* ó *conglomeradas*.

Los vapores y cenizas que vomitan los volcanes forman á veces nubes enormes, con frecuencia bastante densas para interceptar la luz del sol y capaces de ser trasportadas por el viento hasta 200 leguas de distancia.

Las lavas, ó materias minerales fundidas, se presentan al exterior al traves del cráter culminante, cuyo contorno des-

(1) Equivocadamente atribuyen algunos la destruccion de Herculano y Pompeya á la erupcion del Vesubio, acaecida en el año 79 de la era cristiana. Fueron sepultadas estas ciudades no por torrentes de materias fundidas arrojadas del volcan, sino por la proyeccion de masas de fragmentos de pómez que existian en la vertiente de la montaña, subvertida en aquella catástrofe.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

cantilla para verterse en forma de torrentes, y, si el cono volcánico es muy elevado, se abren paso en los flancos ó al pié de la montaña, á veces á bastante distancia del foco principal.

La forma de las corrientes de lava depende de la altura en que tiene orígen, del declive por el que desciende, de su mayor ó menor viscosidad y de la energía de la fuerza que la impele. Si la erupcion se verifica en un pais bajo, la lava puede extenderse en forma de cascada horizontal y constituir un lago, cuya superficie es sensiblemente unida, como aconteció en Islandia, al pié del Skaptar-Jokul, en la erupcion de 1783, en la cual la lava cubria un espacio de mas de 80 leguas cuadradas teniendo un espesor considerable: si la vertiente es muy inclinada, la materia líquida ó pastosa no deja en el terreno mas que huellas estrechas y de poca profundidad, escoriaceas, retorcidas, ensortijadas y muy porosas: si el declive es mas suave, disminuye el diámetro de los poros, la superficie es compacta, y las partes dislocadas se presentan en placas mas ó ménos gruesas.

La superficie exterior de la corriente lávica, siendo la primera en enfriarse, forma una corteza sólida que contiene, á manera de saco, la porcion interior todavía líquida; y cuando la erupcion se suspende, esta especie de saco, cuyas paredes ya no son sostenidas por la masa pastosa interior, se aplasta sobre si misma y forma entónces un canal cuyos bordes se elevan á manera de redondel. En el fondo del saco la lava acumulada se termina en una masa mas ó ménos espesa ó *escoria;* en las corrientes espesas, como la de Jokul en Islandia, del Vesubio y del Etna, muchas veces se divide por efecto de la retraccion en columnas prismáticas en toda su altura, y no conserva su estructura porosa mas que en la superficie.

37. Cuando la lava fluye por grietas que la vierten al exterior, subsiste y se solidifica en cantidad mas ó ménos considerable en las cavidades de estas rendijas y constituye *filones* raras veces porosos. La materia que los compone, mas resistente

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

que la roca inmediata, cuando esta ha sido cuarteada por los agentes atmosféricos, puede persistir y permanecer como una especie de muralla en medio de la planicie. El nombre de DIKE dado á estos muros es tambien aplicable á los mismos filones.

38. Los vapores que en las erupciones se desprenden de las lavas, cráteres y solfataras ejercen una accion poderosa sobre todas las rocas inmediatas, las desagregan, las reducen á polvo ó papilla, y separando sus elementos, forman con frecuencia nuevos compuestos.

39. Las materias sólidas producidas por los volcanes generalmente se refieren á los silicatos anhidros y principalmente al grupo de los feldespatos. Tales son:

1.° Las *lavas compactas*, que forman el centro de las corrientes espesas, y cuya base de color oscuro es constituida en gran parte por la labradorita, conteniendo cristales feldespáticos de piroxena, algunas veces de mica y peridoto, y raras de amfíbol;

2.° Las *lavas porosas*, que se hallan en la superficie de las corrientes espesas ó estrechas, y contienen las mismas materias que las precedentes, con estructura celular ó porosa;

3.° Las *tobas volcánicas*, las *pouzzalanas* y los *lapilli*, fragmentos de materias terrosas; los *conglomerados traquíticos* y las tobas de *pómez*, cuyos nombres expresan su naturaleza y su composicion.

40. Un producto volcánico, que apénas se encuentra en las lavas de los volcanes modernos, es el BASALTO, roca de un negro mas ó ménos oscuro, de base compacta de labradorita, que contiene piroxena negra, casi siempre óxido de hierro magnético, peridoto y cristales feldespáticos. Estos basaltos ora constituyen masas aisladas y cónicas, al parecer resultantes de la acumulacion de un flúido pastoso inmediatamente superior á su orificio de erupcion, ó de la dislocacion de una corriente mas ó ménos vasta; ora se extienden en capas continuas de grosor variable; ora, que es lo mas comun, constituyen anchas me-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

setas. Enfriándose con lentitud y hendiéndose estas masas minerales con suma regularidad, generalmente se dividen en una multitud de prismas verticales, que se parecen á columnas apretadas unas contra otras cuando se miran de perfil, y remedan una suerte de mosaico gigantesco, ó pavimentos cuando solo se vé su corte superior.

Ciertas rocas negras, mezcladas con albita ó amfíbol, ó de composicion desconocida, se aproximan bastante á los basaltos y son designadas con los nombres de *diorita*, *trapp* (1) ó *amigdalóides*.

41. VOLCANES APAGADOS. — El orígen volcánico de estas sustancias no es dudoso, y muchas veces se alcanza, siguiéndolas, llegar á los cráteres que las han vomitado, y que todavía se nos presentan con todos los caractéres que hemos reconocido en los conos volcánicos.

Los *volcanes extinguidos* se parecen, por su forma y productos, á los en ignicion, con la diferencia de haber esperimentado degradaciones, y alejarse los caractéres de las lavas que fluyeron tanto mas de las de nuestros dias cuanto mas antiguas son (2).

42. SALZAS. — Al traves de las rajas del suelo y muchas veces léjos de los volcanes se desprenden continuamente gas hidrógeno carbonado ora solo, ora acompañado de una cantidad mayor ó menor de agua, y materias fangosas que le preceden constituyendo los llamados *volcanes de aire*, de *barro* ó mejor las *salzas*, para indicar la presencia de los cuerpos salinos que el lí-

(1) En los Pirinéos de Cataluña y en el litoral de las provincias de Almería y Murcia tenemos egemplos frecuentes de rocas trápicas de textura columnaria; pero los puntos mas notables bajo este aspecto son el Morron de los genoveses, Almería y la columnata de Castellfollit, provincia de Gerona.

(2) Cerca de Olot, en Cataluña, abundan los conos volcánicos extinguidos. Los hay tambien en Mazarron, Murcia; pero no forman cráter ni corriente lávica.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

quido contiene. Las salzas son frecuentes en gran número de localidades, p. e. Sicilia, Criméa, Cartagena en la América meridional, etc.

43. FUMAROLAS, GEYSER.—Se da el nombre de *fumarolas* á chorros de vapores que salen de las grietas del suelo y á veces se elevan hasta 20 metros, con frecuencia acompañados de un ruido que indica la presion á que están sometidos en el seno de la tierra, y recuerda la de los vapores que se desprenden de nuestras máquinas. Estos vapores contienen diferentes ácidos, como el clorhídrico, el sulfuroso, sulfúrico y bórico.

Las aguas calientes, cuando brotan de un modo continuo ó intermitente, son denominadas *Geyser*. En Islandia ha adquirido celebridad uno de estos manantiales, por arrojar cada media hora una columna de agua hirviendo de 18 piés de diámetro que á veces se eleva hasta 120 de altura. Las aguas termales, bien que ofrecen circunstancias diferentes, se refieren á fenómenos de la misma naturaleza.

44. SOLFATARAS. — De los cráteres apagados, denominados *solfataras*, en general se desprenden gases abundantes y sobre todo el sulfuroso. Una de las mas célebres es sin disputa la de Pouzzoles, que parece no haber presentado nunca otros fenómenos que los de que hoy dia somos testigos.

45. VOLCANES SUBMARINOS. — Tambien existen volcanes en el fondo de los mares, y á su accion sin duda es debida la aparicion de islas nuevas que en diversas épocas se han visto surgir del seno de las aguas. En el fondo de Santorin se observaron varios fenómenos de esta naturaleza. En el centro del golfo se elevó 186 años ántes de nuestra era, una pequeña isla llamada *Hiera*, que aumentó con la aparicion de islotes en 19, 726, 1427; despues surgieron, en 1573, *Micra-Kameni*, y en 1707 *Nea-Kameni*, engrandeciéndose sucesivamente en 1709, 1711, 1712, etc.

En 1831 apareció tambien al sur-oeste de Sicilia otro islote volcánico, la isla *Julia*, que no tardó en ser destruida por las

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

olas y desaparecer: en 1814 en el archipiélago de los Aleutoes se formó Bogoslaw.

46. Conócense una multitud de volcanes modernos y solfataras; se cuentan mas de 500 diseminados en todas las partes del globo, que forman grupos en cada uno de los cuales, al parecer, existen conexiones subterraneas entre los diversos focos así reunidos. Una de estas regiones volcánicas mas célebres se extiende en la mayor parte del Mediterraneo y comprende el Vesubio, Stromboli, el Etna, las islas volcánicas del archipiélago griego etc.; otra las islas Canarias y las Azores; una tercera la Islandia y la Groenlandia; una cuarta se extiende á lo largo de los Andes, desde el Cabo de Hornos hasta California; una quinta, igualmente considerable, comprende desde las islas Aleutinas y el Kamtschatka hasta las Molucas y se prolonga desde allí hácia el sur-este á toda la isla del archipiélago de la Oceanía, y por último parece existir una sexta region volcánica en el Asia central.

FUENTES Y POZOS ARTESIANOS.

47. El agua que incesantemente se evapora de todos los puntos de la superficie del globo, y, despues de haber formado nubes, se vuelve á precipitar sobre la tierra, ordinariamente se divide en dos porciones; la una se insinúa en el suelo, y la otra corre en su superficie siguiendo la inclinacion de las vertientes que aquella le presenta, y por último se vierte en el mar, si la evaporacion ú otro obstáculo cualquiera no la detiene en su curso.

Las aguas que se introducen en el suelo, descienden ó filtran en él hasta hallar una capa que se oponga á su paso, p. e. la arcilla; se acumulan de este modo en la especie de cuenca formada por este terreno impermeable, y tienden necesariamente á ponerse en todas partes al mismo nivel; de lo que resulta, que si en un terreno así embebido se abre un agu-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

gero cuyo fondo sea inferior á esta linea, el agua no tardará en llenarlo. De esta manera se alimentan los pozos ordinarios. Fácilmente se comprende que, hallándose el agua que llena estas excavaciones al mismo nivel en todos los puntos de la misma cuenca, estos pozos deben ser tanto mas profundos cuanto mas elevado sea el punto en que se hallan situados sobre el nivel medio de la superficie de esta concha. Es tambien evidente, que si en una parte cualquiera de la misma cuenca la superficie del suelo es inferior al nivel de que acabamos de hablar, el agua surgirá en él como en el fondo de un pozo, y formará una fuente ó estanque mas ó ménos considerable.

Suponiendo ahora que la capa impermeable que detiene el agua, esté inclinada y se hunda debajo de otra capa tambien impermeable, de la cual esté separada por un terreno permeable, como arena, ó por hendiduras, el agua se deslizará sobre su superficie, formando debajo de la capa impermeable superior un depósito subterraneo mas ó ménos profundo. Mas si esta última capa se interrumpe súbitamente; es decir si presenta alguna raja ó es perforada por un agugero, el agua subterranea, de que acabamos de hablar, se elevará por esta abertura hasta haber alcanzado el nivel, que conserva en los pozos de la localidad mas ó ménos lejana de que procede.

En efecto, si se toma un tubo encorvado en forma de U y en uno de sus brazos se vierte agua, se notará que el líquido asciende en el brazo opuesto hasta haber adquirido el mismo nivel en ambos; y si la rama por la cual se vierte el agua es mas larga que la otra, el líquido, al llegar á ésta, se elevará formando un chorro tanto mas alto, cuanto mas considerable sea la diferencia entre su nivel en la primera rama y su punto de salida en la segunda (*l.* 8, *f.* 1); y como el trayecto que el agua subterranea corre en las circunstancias referidas, es precisamente el indicado en el esperimento en cuestion, resulta que si el nivel del depósito á que pertencce, es superior al de la abertura porque escapa, formará un *surtidor*.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Las aguas que circulan de este modo en la tierra filtran á veces con lentitud las capas de arena ó de otros terrenos permeables; pero con frecuencia parecen haberse abierto canales y correr con bastante rapidez en intervalos vacíos comprendidos entre ciertas capas impermeables, en cuyo caso son verdaderos rios subterraneos.

48. Perforando por medio de una sonda las capas impermeables que cubren las aguas subterraneas, y facilitándolas así una via para volver á tomar su nivel, se practican los *pozos artesianos*, así denominados por ser el Artois el punto en que primitivamente se establecieron (1).

Las aguas que se encuentran así proceden á veces de partes muy lejanas, y cuando llegan de una cuenca sita en una localidad muy superior á la en que se abre el pozo artesiano, se elevan hasta una altura considerable. Así en uno de estos pozos situado entre Bethune y Aire, en el departamento del Pas-de-Calais, ha sido forzoso perforar hasta la profundidad de 150 metros ántes de dar con el manantial que se buscaba, y sin embargo el agua se elevó no solo hasta la superficie del suelo, si que tambien hasta mas de dos metros y 60 centímetros. La cantidad de agua que dan los pozos artesianos es igualmente notable; uno de ellos, abierto en Tours, da 1,110 litros de agua por minuto, y de otro, situado cerca de Perpiñan, manan 2,000 litros en igual espacio de tiempo.

49. Aumentando la temperatura de la tierra desde la superficie hácia el centro, como hemos dicho, las aguas que alimentan los manantiales y adquieren la temperatura de la capa en que se hallan, deben ser tanto mas calientes, cuanto mas considerable es la profundidad de que proceden. En efecto es así.

(1) Para comprender mejor la teoría de estos chorros de agua, examínese el modo como deben distribuirse las aguas en un pais constituido geológicamente, cual el representado en la fig. 2 de la lám. 8.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Las aguas de ciertos manantiales contienen pocas sustancias estrañas; las de otros tienen en disolucion sales y gases que las dan propiedades particulares, lo que les ha valido el nombre de *aguas minerales*. A veces estas aguas, llegando á la superficie de la tierra, dejan desprender una parte de los gases que contenian y les daban la propiedad de tener disueltas ciertas sales, que, deponiéndose entónces, forman incrustaciones mas ó ménos notables.

Los cristales que tapizan el interior de muchas grutas y forman á veces columnas notables por su belleza, dependen de un fenómeno que tiene relacion con el de que acabamos de hablar. Cuando el agua que filtra lentamente al traves de las rocas tiene sales en disolucion, al evaporarse parcialmente en la superficie de la gruta, depone cristales, como hemos visto al tratar de las estaláctitas y estalagmitas.

El travertino, de que se ha hecho mencion al enumerar los terrenos de formacion actual, al parecer se produce bajo la influencia de alguna cosa análoga. Las materias calizas abandonadas por ciertas aguas se deponen, y solidificándose aglutinan la arena y los cuerpos organizados, y los envuelven como en una pasta.

COMPOSICION DE LA CORTEZA TERRESTRE.

50. Los diversos fenómenos que acabamos de indicar, en parte nos explican el modo como ha debido efectuarse la formacion de los diversos terrenos diseminados en la superficie del globo, terrenos cuyo orígen data de una época muy anterior á la de la creacion del hombre.

En efecto, los diferentes terrenos de que se compone la porcion conocida del globo ofrece, como hemos visto, diferencias muy notables en su naturaleza, en su constitucion y en su disposicion. Pero estas diferencias recuerdan las que existen entre los terrenos modernos que acabamos de estudiar, y al parecer

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

indican, que, entre los antiguos, unos han sido formados en el seno de las aguas por precipitacion de materias sólidas suspendidas ó disueltas en el líquido; y los otros son producidos por la accion del calor sobre materias terreas capaces de fundirse y en seguida endurecerse por enfriamiento.

Los geólogos, guiados por estas consideraciones, han distinguido dos especies de rocas en las partes sólidas del globo sometidas á nuestra observacion: unas depuestas por las aguas y denominadas *neptunianas*, y las otras debidas á la accion del fuego y designadas con el nombre de *plutónicas*.

Los depósitos neptunianos, llamados tambien de *sedimento* por la naturaleza de su formacion, tienen á mas el nombre de *terrenos estratificados:* — los productos plutónicos constituyen la *formacion ignea* ó *maciza* (1).

FORMACIONES ACUOSAS Ó ROCAS DE SEDIMENTO.

51. El carbonato calizo, compacto ó terroso y mas ó ménos mezclado con materias diversas, intercalado con depósitos arenaceos de naturaleza y espesor variables, constituye en general las rocas de sedimento. El carácter principal y distintivo de estos depósitos, el que mas ha persistido despues de las modificaciones diversas que tras su formacion experimentaron, es

(1) En las mas de las obras de geología existe mucha confusion respecto del empleo y significacion de las voces formaciones, terrenos, etc.; pero nosotros, adoptando la nomenclatura empleada por M. Constant Prevost, catedrático de geología en la facultad de Ciencias de Paris, entenderémos por *formacion* el conjunto de rocas de orígen similar, cualquiera que sea la época de su produccion, y por *terrenos* los grupos de rocas de formacion ignea ó acuosa producidos en un mismo período geológico. Otros géologos, p. e. Elio de Beaumont, se sirven muchas veces de la voz formacion para designar el grupo de depósitos que se constituyeron durante un mismo período geológico y por consiguiente la califican de cretacea, terciaria, etc.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

la estratificacion, ó sea la disposicion en *capas* ó *estratos* sucesivos, sobrepuestos paralelamente unos á otros.

Atendiendo al modo como se formaron las rocas sedimentarias, cada capa y aun cada hoja de las mismas capas necesariamente constituia, en el acto de su aparicion, un depósito enteramente superficial, y por consiguiente las capas que ahora encontramos en el espesor del suelo se han sobrepuesto sucesivamente unas á otras, de suerte que el estrato que cubre es un sedimento mas moderno que todos los cubiertos. Estudiando los caractéres de todas las capas existentes y comparándolos en seguida, se podrá establecer la edad relativa de cada una de ellas y determinar el órden cronológico de su formacion, segun sea el sucesivo de su sobreposicion.

Del estudio comparativo de la naturaleza mineralógica de los depósitos estratificados ha resultado el conocimiento de un número crecido, cuyos caractéres y edad geológica luego indicarémos. Guardan estos depósitos, en todas partes, el mismo órden de sobreposicion, de suerte que el terreno que en una localidad cubre á otro, no podrá hallarse en otra parte de este: podrá faltar completamente de modo que deje el último enteramente desnudo ó en contacto con una capa que en otra parte le cubra tambien; pero en todas partes, cuando exista, deberá ser superior á todos los terrenos cuya formacion data de una época mas remota. Así hemos visto que en las inmediaciones de Paris (*l.* 3 *f.* 2, corte teórico de las orillas del Sena) el yeso descansa sobre la caliza grosera, esta sobre la arcilla plástica y esta á su vez sobre la creta, órden que en ningun sitio se invierte.

52. Es tambien evidente que estas capas sólidas, cuando se depositan lentamente en el fondo de las aguas, deben tener una posicion casi horizontal y ocupar las partes mas declives de la superficie en que se forman, de suerte que si esta presenta elevaciones considerables, podrán ellas permanecer desnudas y manifestarse en el nivel superior que pertenece á la nueva for-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

macion. Así en las llanuras bajas de nuestros continentes las capas son horizontales, sin haber experimentado modificaciones en su posicion despues de la época reciente en que se formaron, de manera que cuando de estos sitios nos dirigimos á las cordilleras de las montañas y trepamos hasta su vértice, encontramos sucesivamente terrenos tanto mas antiguos cuanto mas nos elevamos.

Estudiando cuidadosamente la sobreposicion y direccion de las capas de los depósitos estratificados, sea en las escarpas naturales, sea en las excavaciones abiertas para los arrecifes ú otro objeto cualquiera, ó tambien en la superficie del suelo cuando las capas afluyen en ella, con frecuencia se observa que tales capas se levantan, que se cruzan en su direccion con las sobrepuestas, y que á veces son enteramente verticales. Siendo imposible que estos depósitos sedimentarios se hayan establecido en esta posicion, es necesario admitir que la tomaron despues de formados, y por consiguiente que entre la época en que se originaron y aquella en que se depusieron las capas de diferente direccion que se les sobrepusieron, ha habido un gran fenómeno geológico, un movimiento análogo á los que hemos visto actualmente producir semejantes efectos, que ha cambiado la direccion de los estratos sedimentarios primitivamente horizontales (1). Estos grandes movimientos son pues el resultado de levantamientos, y la sucesion relativa de estos puede ser determinada con rigor, pues que son evidentemente anteriores á las capas que permanecieron horizontales, y posteriores á las capas levantadas (*l.* 3, *f.* 1, corte teórico de los diversos terrenos de la corteza del globo).

(1) En España abundan los ejemplos de capas en posicion inclinada, y los hay de estratos que adquieren la vertical. Parece que en la provincia de Asturias se ha observado, que algunas capas han dado la vuelta casi completa, es decir que la que se presenta ahora superior fué en algun tiempo inferior.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Así las rocas estratificadas se formaron sucesivamente bajo la influencia de circunstancias diversas. Su estudio nos conduce tambien á reconocer, que los distintos puntos de la superficie del globo fueron sucesivamente y en diversas ocasiones dejados en seco y cubiertos por las aguas del mar ó dulces, cuyo sedimento constituye estos bancos, observándose que hasta estos difieren no solo por la naturaleza y la disposicion de sus elementos constitutivos, si que tambien por la de los despojos de los cuerpos organizados contenidos en la masa.

53. Fosiles. — Los despojos de los cuerpos organizados, que en otro tiempo vivieron en la superficie del globo, hoy dia sepultados en gran número en las diversas capas de su corteza sólida, son designados con el nombre general de *fósiles;* denominacion que tambien se aplica por extension á ciertas huellas que los séres vivientes dejaron á su paso en diversas épocas geológicas, á las impresiones, á los moldes, etc. Los que pertenecen á las formaciones actuales, y han sido depuestos despues de las últimas grandes revoluciones de la tierra, en general conservaron su composicion primitiva; pero los que se encuentran en las capas mas antiguas han sido alterados en su naturaleza: las partes gelatinosas, carnosas ó leñosas que concurren á su formacion, han desaparecido en parte, y sido mas ó ménos reemplazadas por partículas petrosas.

En general las partes duras y capaces de resistir largo tiempo á la descomposicion, como huesos, conchas, etc., son la únicas que han experimentado este género particular del alteracion, por manera que nunca se han encontrado en estado fósil carnes, uñas, frutos blandos, ni otros cuerpos análogos. Los cuerpos duros á veces han desaparecido tambien no dejando de su existencia otros vestigios que una señal en la roca que les envolvia.

La presencia de los fósiles es tambien un carácter muy notable de las rocas de sedimento. Una multitud de estos depósitos casi únicamente consta de productos marítimos, de conchas, de desechos de poliperos, etc., que no solo se encuentran

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

en las capas sólidas de las partes mas bajas de los continentes, si que tambien en los lugares situados á grandes distancias del mar y á alturas considerables sobre su superficie. El estado de conservacion de estos fósiles en general es tan perfecto, que no podemos dejar de admitir que el mar los ha depuesto en el sitio en que se hallan; hecho á mas confirmado por la posicion que guardan en las capas que los contienen. Efectivamente, con bastante frecuencia se les halla colocados sobre las caras que debieran servirles naturalmente de base, siendo estas caras principales paralelas á los puntos de confluencia de las capas delgadas sobre que descansan, sea que estas hayan permanecido horizontales, sea que posteriormente hayan sido levantadas. Estos hechos tambien nos prueban la disposicion primitivamente horizontal de los estratos y su enderezamiento posterior.

54. Algunos de los despojos orgánicos que se hallan en las capas mas superficiales y mas recientes de la corteza del globo, pertenecen á especies aun vivientes; pero los mas provienen de animales ó plantas que no existen desde una época anterior á los tiempos históricos y cuya especie se ha perdido completamente. En general distan tanto mas de los séres actualmente vivos cuanto mas antiguas son las capas en que se hallan, observándose que en la pluralidad de los lechos de la corteza del globo existen ciertas especies que no se encuentran ni en capas mas antiguas ni en terrenos mas modernos. Comparando estos fósiles entre si y combinando este estudio con el del órden de sobreposicion de los diversos terrenos, lo mismo que con el de su formacion, se ha llegado á conocer el estado del globo en épocas muy anteriores á la creacion del hombre, y conseguido trazar la historia de las grandes revoluciones que sucesivamente han alterado su superficie.

Así se vé que el estado físico de esta superficie, lo mismo que la naturaleza de los séres organizados que la poblaron, han esperimentado grandes y numerosos cambios; creaciones enteras de animales y de plantas se han sucedido unas á otras, y

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

cada una de ellas, despues de haber poblado las aguas y habitado las tierras por espacio de algunos siglos, ha sido á su vez destruida por alguna gran catástrofe de la naturaleza y hecho lugar á una creacion nueva (1). Mas la aparicion de una flora ó de una fáuna nuevas, la destruccion de los séres vivientes y el depósito de enormes capas de rocas no son los únicos fenómenos que caracterizan estas grandes revoluciones de la tierra, de que no pueden darnos mas que una idea débil los terremotos y las erupciones volcánicas espantosas de nuestros dias.

Entre estas grandes revoluciones de la tierra mediaron, al parecer, períodos de reposo, durante los que se han multiplicado los vegetales y animales en los diversos puntos de la superficie del globo, y se han acumulado los depósitos de materias sólidas arrastrados por las aguas ó salidos del seno de la tierra constituyendo capas mas ó ménos gruesas de rocas de naturaleza distinta, que en su sustancia han confundido restos de los animales y de los vegetales contemporaneos.

De ahí resulta que la historia natural del globo se halla, por decirlo así, escrita en las rocas mismas de que se compone nuestro planeta, y que el estudio de estos monumentos antiguos de la Omnipotencia del Criador, nos enseña á conocer los acontecimientos anteriores á la existencia del hombre en la tierra.

55. *Naturaleza de los depósitos de sedimento.* — Las ma-

(1) Sin razon algunos AA. han creido hallar en estos hechos, sancionados por la Geología, argumentos contra la historia de la creacion que Moises nos ha trasmitido en las Escrituras Sagradas. Uno de los mas sabios geólogos de nuestra época, el Dr. Buckland, ha manifestado que *nada* existe en esta historia que no esté en armonía perfecta con los descubrimientos de la ciencia, y que las dificultades que algunos han creido encontrar en ella dependen de haber interpretado mal el texto bíblico. Recomendamos la lectura de la obra de Buckland intitulada: *De la Geologie et de la Minéralogie dans leurs rapports avec la Théologie naturelle*, traducida al frances por M. Doyère.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

terias que constituyen principalmente los depósitos de sedimento son las calizas, las arcillas y las arenas y areniscas. A lo expuesto en las nociones preliminares acerca de estas rocas debemos añadir, que varias pueden haberse originado en épocas geológicas muy distintas y formar parte de los diversos estratos producidos por la sobreposicion de los diversos terrenos constitutivos del suelo. Sin embargo téngase presente, que tambien se emplean los nombres de diversas rocas para designar distintos grupos de terrenos que están caracterizados en parte por el predominio de estas rocas, bien que contengan ademas otros elementos geológicos.

56. *Naturaleza de las rocas macizas.*—Los silicatos componen esencialmente las rocas de orígen igneo, tales como las que hemos visto producidas por los volcanes. Estas rocas de testura densa y cristalina, en vez de hallarse dispuestas en capas regularmente sobrepuestas, se presentan siempre en masas no divididas por junturas paralelas, por cuya razon tambien se las conoce con el nombre de *rocas macizas*. No contienen despojos de cuerpos organizados.

Ninguna duda puede cabernos acerca del orígen igneo de los traquitos, basaltos, dioritas y otras rocas análogas de que hemos hablado anteriormente (números 39 y 40); ni de la serpentina, dialaga, pórfido, piroxena, granito y otras que resultan de la union de los feldespatos, amfíbol y silicatos diversos. Es cierto que estas últimas no han conservado muy bien su formacion primitiva para poder probar su especie de emision; pero su naturaleza, el modo como se insinuaron en todas las suertes de depósitos, la forma de sus masas, y su estado pastoso primitivo, revelado por el modo como envolvieron los restos de los terrenos que han atravesado, nos indican el orígen igneo de estas masas. Sin embargo no todas las rocas cristalinas reconocen este orígen; algunas solo deben este estado al fenómeno que denominamos *metamorfismo*.

57. METAMORFISMO.—Con esta voz expresamos las trasfor-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

maciones particulares que sufren las rocas en su estado y en su composicion bajo el influjo del calor y de ciertos agentes químicos en las inmediaciones de las rocas plutónicas. Así es que, por la accion del basalto, las margas, las calizas terrosas se han convertidc en caliza compacta, que á veces se aproxima bastante al estado saccaroideo; las arcillas se han calcinado, los desechos de los vegetales carbonizado; las calizas vuelto magnesianas constituyendo verdaderas dolomias. Es preciso, pues, no confundir con las rocas esencialmente cristalinas las sustancias que, como los micasquistos, el esquisto talcoso, el mármol saccaroideo y muchas veces el gneis, no deben su estado cristalino mas que al influjo de las rocas plutónicas, y pertenecen por su especie de formacion á las rocas sedimentarias. Otro tanto podemos decir de las cuarcitas, de las dolomias últimamente citadas, etc. Pero esta dolomizacion de las calizas es tambien determinada por el contacto de las rocas trápicas, que al mismo tiempo pueden volver estas calizas cristalinas saccaroideas; y estos mismos efectos ú otros análogos, como la trasformacion de arcillas duras en pizarras y la desaparicion de los cuerpos organizados, son determinados por la accion de las rocas graníticas, porfídicas, de las serpentinas, dialagas y otras. El metamorfismo no solo impide que se confundan con las rocas esencialmente plutónicas las de orígen sedimentario, sino que tambien es un indicio de la naturaleza ignea de las rocas que lo producen, y cuyo orígen no podemos probar directamente.

58. Habida razon del calor propio que posee nuestro globo, y del modo como se ha formado la primera película sólida sobre su masa fundida, es claro, que las capas estratificadas mas antiguas son las que han debido volverse cristalinas por el fenómeno del metamorfismo, y que estas capas se hallan en la base de los terrenos estratificados no alterados. Esta posicion, á la par de la naturaleza cristalina y de la falta de fósiles, habia inducido á asociar estas rocas con las igneas bajo la deno-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

minacion comun de *rocas primitivas*. Mas la consideracion importante sacada del metamorfismo, y la observacion fundamental, de que la accion ignea es constante en nuestro globo, y que se han producido rocas plutónicas en todas épocas alterando los terrenos de todas las edades, deben hacer distinguir con cuidado los depósitos cristalinos sedimentarios de las masas plutónicas.

59. De la formacion especial de los depósitos igneos se desprende, que los terrenos plutónicos no se han sometido á la rigurosa ley de sobreposicion que los sedimentarios, y que es difícil establecer el órden de formacion de los terrenos igneos. Sin embargo, es evidente que todo depósito cristalino ó sedimentario atravesado por otro igneo es anterior á este; y que todo depósito sedimentario, vuelto á cubrir por un depósito igneo, precedia á este en su formacion.

Parece que los granitos, las sienitas y diversos pórfidos han llegado á la superficie del suelo en un estado mas pastoso que las otras rocas. Atendiendo á su antigüedad debemos decir, que los granitos, los pórfidos, las dioritas, las serpentinas y los traps preceden á todas las otras y se manifiestan desde la base de la corteza terrestre; que los basaltos apénas aparecen sino mucho mas tarde, en la época de la creta, y se continúan al traves de todos los depósitos de sedimento hasta la época actual: los traquitos parecen posteriores á los basaltos.

NOCIONES ACERCA DE LOS TERRENOS PRINCIPALES.

60. Despues de haber reconocido dos grandes categorías de rocas, unas de *sedimento* y otras de *cristalizacion*, acabamos de ver que la tierra ha experimentado diversos trastornos que han afectado á la disposicion rigurosamente concéntrica que las capas sedimentarias naturalmente tendian á tomar y á conservar. La historia del globo, lo mismo que la de los pueblos, se

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

divide en cierto número de períodos distintos, en cada uno de los cuales el estado de las cosas solo ha cambiado insensiblemente, pero de manera que no se parece al que le precedió, ni al que le ha sucedido.

Los geólogos designan con el nombre de *terreno* al conjunto de las rocas que se han constituido en cada uno de los períodos comprendidos en el intervalo de dos revoluciones del globo, cualquiera que sea por otra parte la naturaleza ó el orígen de estas rocas contemporaneas. Así denominan terreno *cretaceo* al conjunto de las rocas depuestas ó salidas del interior de la tierra durante la época geológica que vió aparecer la *creta;* terreno *jurásico* al conjunto de las rocas contemporaneas del depósito de que se componen los terrenos mas notables de las montañas del Jura, etc. Las voces *mar cretaceo*, *mar jurásico*, etc., indican las aguas bajo que tomó nacimiento cada uno de los depósitos sedimentarios.

61. Las consideraciones que facilitan los medios de apreciar las divisiones naturales en períodos cualesquiera, es decir los diversos *terrenos*, están basadas principalmente en la diferencia de estratificacion de las capas y en la naturaleza de los fósiles diseminados en ellas.

En efecto, las rocas plutónicas, cuando surgen del interior de la tierra, sublevan las rocas estratificadas y hacen describir á sus capas ángulos mas ó ménos agudos. Estas capas levantadas se constituyen orillas de nuevos mares, en que se deponen, establecida la calma, nuevos sedimentos, y estas últimas capas sedimentarias, apoyadas horizontalmente en los flancos de los terrenos que así se dislocaran, hundieran ó levantaran, se hallan necesariamente en *estratificacion discordante* con los estratos precedentemente levantados.

Esta discordancia, ó falta de paralelismo en la estratificacion, es, pues, una señal cierta de una diferencia en la edad geológica; y cuando sucede que un terreno, depuesto sobre otro en estratificacion discordante, se ha levantado á su vez, las dos

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

séries de capas generalmente presentan direcciones diferentes que sirven para distinguirlos.

Siendo la direccion de las capas levantadas por la aparicion de una cadena de montañas debida evidentemente á la direccion misma de esta cadena, á cada levantamiento de rocas cristalinas, ó lo que es lo mismo, á cada interrupcion de los depósitos estratificados, corresponde un sistema de montañas caracterizado por la direccion particular de las capas enderezadas. Es del caso tener presente, que los levantamientos no se efectúan siguiendo una linea matemática, sino que se han extendido en una faja de terreno mas ó ménos ancha, y que las crestas paralelas en general corresponden á una misma época de levantamiento. El conjunto de direcciones en una misma linea y de las direcciones paralelas recibe el nombre de *sistema de levantamiento*, y cada uno de estos sistemas toma el especial de los sitios en que se ha manifestado con mayor energía. M. Elio de Beaumont, que ha fijado el órden cronológico de las principales catástrofes de que Europa ha sido teatro, ha establecido en esta parte del mundo diez y nueve sistemas de levantamientos, cuyo nombre, direccion y época relativa de su aparicion entre los diferentes terrenos indicarémos á proporcion que nos ocupe el estudio de estos terrenos.

62. Si se conociese la época en que cada una de las rocas de fusion ignea se ha elevado del seno de la tierra y aparecido al exterior, fuera preciso colocarlas con los diversos terrenos de sedimento segun su antigüedad, y solo formar de todas las partes constitutivas de la corteza del globo una série unica, en que se siguieran estos terrenos de orígen variado de la misma manera que se han seguido en la naturaleza; pero vimos anteriormente (nº 59) que generalmente es imposible adoptar esta marcha, y que en el estado actual de la ciencia se deben colocar fuera de linea los terrenos igneos, y únicamente abrazar el órden cronológico para los de sedimento.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

PERIODOS GEOLOGICOS Y SUCCESION DE TERRENOS.

63. Hemos dicho que nuestro globo al principio fué probablemente una masa de materias minerales fundida por la accion del calor, pero que enfriándose paulatinamente se ha visto envuelta por una corteza sólida. Este suelo primordial debia, pues, estar constituido por rocas de formacion plutónica, es decir rocas mazisas de estructura cristalina, y en la proporcion que guardara el enfriamiento de la tierra, debia aumentar el espesor de su corteza con la solidificacion de las materias fundidas inferiores á las precedentemente endurecidas.

Adoptando la nomenclatura de Constant-Prevost, llamarémos *suelo primitivo* la primera película sólida del globo, *sub-suelo primitivo* las masas inferiores que sucesivamente la engrosaron á consecuencia de los progresos de la solidificacion de nuestra masa planetaria de la superficie hácia el centro. Por último el mismo geólogo da el nombre de *suelo de acarreo* á las partes de la corteza sólida del globo, que se diseminaron en la superficie del primitivo como procedencias de materias igneas que provenian del interior de la tierra, ó que fueron depuestas en forma de sedimento por las aguas cargadas de restos de las rocas primitivas ó de otras materias análogas.

En el estado actual de conocimientos geológicos, es imposible determinar si los terrenos que nos parecen mas antiguos, pertenecen realmente al suelo primitivo, ó bien si datan de época mas reciente y fueron depuestos sobre esta primera corteza sólida; pero los mas de los geólogos dan, á pesar de esta duda, el nombre de *terreno primitivo* á masas inmensas de rocas graníticas que parecen haber precedido, en su formacion, á todas las de sedimento conocidas y que al parecer constituyen la base del suelo.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

FORMACIONES NEPTUNIANAS.

—

Terrenos primarios inferiores ó antiguos.

64. Los geólogos dan en la actualidad el nombre de *terrenos antiguos ó primarios inferiores* á terrenos que ántes se confundian con los precedentes con el nombre de terrenos primitivos, pero que debemos diferenciarlos por no ser de orígen igneo: fueron producidos por sedimento y no deben su estructura cristalina mas que á la accion de los agentes metamórficos de que hablamos (nº 37).

De este primer período de la época geológica datan, al parecer, los depósitos inmensos de gneis, micasquisto y esquisto talcoso, de que está compuesta en muchas partes la base del suelo. Estas rocas antiguas no contienen fósiles ni otros cuerpos estraños que puedan considerarse preexistentes á la formacion de estas rocas, de cantos rodados ó arena, y los cristales constitutivos están agregados, es decir unidos directamente entre si, sin que exista cemento que les haya conglutinado despues de su formacion. A primera vista cabia, pues, suponerlas de formacion ignea; pero se sabe en la actualidad que son realmente estratificadas y todas las circunstancias inducen á creer que son producto de depósitos sedimentarios de orígen acuoso, cuya textura, volvemos á repetirlo, ha adquirido el aspecto cristalino bajo la influencia del calor que se desprendió de las rocas plutónicas inmediatas.

Tambien nos es dado reconocer que todos estos terrenos antiguos no son de la misma fecha, y los varios lechos que en la actualidad se distinguen, mejor estudiados, constituirán probablemente para el geólogo otros tantos terrenos distintos.

El estrato mas inferior, y por consiguiente el mas antiguo de las rocas de esta especie, se halla constituido especialmente

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

por *gneis* y por esta razon ha sido denominado *estrato gneisico* (1).

65. El *gneis* es una roca muy análoga al granito por sus elementos constitutivos, pero como siempre ofrece una estructura hojosa y una disposicion estratificada, parece haber sido formado en el fondo de las aguas y ser el mas antiguo de los terrenos de sedimento, pues en ciertos puntos de la superficie del globo se le ha encontrado cubierto por todas las otras formaciones. Muchas veces se le vé desnudo, y formar vastos sistemas de terrenos en que frecuentemente alterna con el micasquisto y con otras rocas antiguas. Se le halla cerca de Lion, en los Alpes, Sajonia, Suecia, etc. El gneis, asociado con frecuencia con los granitos y las sienitas, puede ser considerado como una variedad; pero intercalado, cual lo estudiamos ahora, entre los granitos y los terrenos sedimentarios, se refiere á las rocas metamórficas.

El *micasquisto* ó *esquisto micaceo* es una roca lamelosa, compuesta de cuarzo, ordinariamente grisaceo, y de una gran cantidad de laminitas brillantes de mica dispuestas en hojas muy extensas: por lo regular acompaña al granito y al gneis.

El *esquisto arcilloso* es, por fin, otra roca de apariencia terrosa, que fácilmente se divide en láminas grandes mas ó ménos delgadas, y evidentemente ha sido formada por sedimento en el fondo de las aguas.

66. Dase el nombre de *terreno cambriano* ó *cumbriano* (2) á

(1) No habiéndose encontrado cuerpos organizados fósiles en estos terrenos estratificados mas antiguos, opinan algunos geólogos que en la época de su formacion no se habian creado los animales y por consiguiente designan este grupo con el nombre de *rocas estratificadas azoas*.

(2) Este lecho de los terrenos antiguos fué denominado al principio *terreno cambriano* por referírsele ciertos depósitos cuyo desarrollo es muy considerable en el norte del pais de Galles (ántes *Cambria*); pero habiendo conocido mas tarde el error y observado que existe en

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

un lecho mas moderno de terrenos primarios, compuesto esencialmente de esquistos, pero que contiene algunos restos de cuerpos organizados fósiles, p. e. fucus, graptolitos (1) y hasta encrinas. Algunos geólogos distinguen tambien del terreno cambriano ciertos depósitos calizos que, en algunas localidades, descansan sobre los esquistos de que acaba de tratarse y se hallan en estratificacion descendiente con estas capas. Estos depósitos son conocidos de una manera imperfecta y se ha propuesto denominarles *sistema tacónico*.

El terreno cambriano ocupa una extension considerable de la parte septentrional de Bretaña y Normandía, y forma, al parecer, la porcion mas antigua del suelo de los Pirineos y Cataluña.

Los diversos terrenos primarios graníticos y estratificados de que acabamos de hablar, constituyen una gran parte de la superficie actual del globo, y se encuentran muchas veces á grandes profundidades debajo de las formaciones ménos antiguas. Ofrecen señales evidentes de trastornos considerables y las capas de que se componen no ocupan la posicion horizontal que debian guardar al principio, sino que son mas ó ménos inclinadas, contorneadas y fracturadas, como si en distintas ocasiones hubiesen sido rotas, y sus inmensos fragmentos levantados desigualmente (2). Así los paises cuyo suelo está constituido por estas rocas antiguas, ofrecen una superficie como alabeada y montuosa, y estas mismas rocas son las que se hallan en los puntos

el condado de Cumberland (*Cumbria*), Elio de Beaumont ha propuesto sustituir la denominacion de terreno cumbriano á la de cambriano.

(1) Animales agregados que se incluyen en la clase de los pólipos.

(2) Dase el nombre de *falla* á las hendiduras que interrumpen la continuidad de las capas y resultan de un levantamiento desigual de estas capas, las que no se hallan ya en el mismo nivel en ambos lados de la ruptura. (Véase *l.* 3, *fig.* 1).

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

mas elevados del globo, donde forman el macizo de la pluralidad de las grandes cordilleras de montañas.

En la meseta central de Francia que, como hemos dicho, es en gran parte granítica, se ven asociadas con el granito rocas de los terrenos de transicion. Otro tanto pudiéramos decir del vasto macizo de la Escandinavia, de los montes Urales, de la inmensa cordillera de los Andes, etc.

Del escaso número de fósiles que se hallan en las capas sedimentarias de esta formacion, no debemos concluir, que en aquella época no existiesen séres vivos en la superficie del globo, pues cabe que la falta de estos fósiles en dichos terrenos dependiese de alguna causa, como su destruccion por el calor resultante de la proximidad de enormes masas de rocas igneas, diseminadas cerca ó sobre estas capas poco fosilíferas.

LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA DE FINISTERRE.

67. Las investigaciones recientes de Elio de Beaumont tienden á establecer, que, depuestos los terrenos antiguos de que acabamos de hablar, sobrevino una grande catástrofe geológica que cambió la configuracion del suelo, levantó mas ó ménos las capas sedimentarias del terreno cambriano que se habian dispuesto horizontalmente y se produjeron en la superficie del globo rugas y dislocaciones que se dirigen del N. E. al S. O. en la Bretaña, en la parte inmediata de Normandía, Suecia, etc. Designa este sistema de pliegues con el nombre de sistema de Finisterre y lo atribuye al levantamiento del granito de grano muy fino que se encuentra en esta parte de Francia.

Ademas no parece que esta catástrofe sea la única que haya agitado la corteza sólida del globo en esta época remota, y Elio de Beaumont cree que el levantamiento del sistema de Finisterre ha sido seguido de otro movimiento análogo, cuya direccion es diferente y cuyo resultado ha sido la formacion de otro sistema de pliegues llamado por este geólogo sistema de Longmynd.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

TERRENO SILURIANO Ó PRIMARIO MEDIO.

68. Sobre los depósitos cambrianos así levantados descansan las capas sedimentarias pertenecientes á otro terreno antiguo que tiene el nombre de TERRENO SILURIANO (1).

Este terreno es tan parecido á los anteriores, que muchas veces es difícil distinguirle; pero no ha tenido principio su formacion hasta despues que aquellos habian sido alterados por la gran revolucion geológica de que hemos hablado, pues sus capas constitutivas no son paralelas á las de las rocas sobre que descansa, y por otra parte estos depósitos tambien difieren entre si por la naturaleza de los fósiles sepultados en su sustancia. Los estratos del terreno siluriano, al parecer, fueron constituidos por la deposicion lenta y continua de arena, de légamo y de otras materias conducidas por las aguas, y consisten principalmente en esquistos y rocas calizas. El mar parece haber ocupado entónces la mayor parte de la porcion conocida de la superficie del globo, pues apénas se hallan vestigios de vegetales terrestres, y en las partes mas distantes del globo, Alemania, Inglaterra y América, p. e., se encuentran inmensos depósitos casi idénticos.

69. Los fósiles que estos terrenos contienen nos dicen, que el globo á la sazon se hallaba habitado por un pequeño número de vegetales que pertenecian especialmente á la familia de los fucus, y por una multitud de animales marítimos, cuyas formas distan mucho de las de los séres que actualmente existen, y que las mas de las veces pertenecen á las clases inferiores del reino zoológico. Entre los animales que componen la fáuna de

(1) Se ha denominado siluriano este grupo, porque las rocas de que se compone pueden ser mejor estudiadas en la parte de Inglaterra y del pais de Galles que formaban el antiguo reino Británico de los *Siluros*.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

este período de transicion se cuenta un gran número de esponjas y de pólipos, que no pueden incluirse en los géneros que en la actualidad existen. En los mares de la época en cuestion se hallaban moluscos, la generalidad bivalvos, p. e. los *spirifer* (*l.* 7, *f.* 4) y *productus*; pero los animales mas singulares del período de transicion son las *encrinas* y las *trilobitas* (*l.* 7, *f.* 1).

70. Al terreno siluriano pertenecen las rocas de que se componen la parte central de la Bretaña, una gran parte de Cotentin, de Maine y de Anjou, así como una gran porcion de los Vosges y de los Pirinéos.

Las materias mas esparcidas en el terreno siluriano son pudingas, arenisca cuarzosa y cuarzitas, calizas compactas que alternan con estas últimas ó con esquistos mas ó ménos sólidos que pasan á las grauwacas esquistosas. Con estas rocas se hallan tambien los *esquistos pizarrosos*, tan usados para cubrir las habitaciones y que ofrecen hermosísimos egemplos de trilobitas.

LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA DE WESTMORELAND Y HUNDSRUCK.

Direccion E. 25° N. á O. 25° S

71. Entre la formacion que acabamos de describir y la de los otros dos terrenos de transicion se coloca la catástrofe que ha levantado las capas sedimentarias de los terrenos cambriano y siluriano y determinado el levantamiento de las cadenas de colinas dirigidas del N. E. al S. E. en el distrito de los lagos de Westmoreland en Inglaterra, al traves de la Bretaña y Normandía, entre Pontivy y Saint-Lô, en la parte septentrional de los Vosges, en las montañas de Beaujolais, de Forez, en el monte Negro, en Canigó y otras partes de los Pirinéos, en los terrenos pizarrosos de Ardennes, de Eiffel y de Hundsruck, (Baviera y Prusia del Rhin) y en ciertas capas de gneis de la meseta central de Francia, donde al parecer se ha hecho tambien sentir la influencia de este levantamiento.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

TERRENO DEVONIANO Ó PRIMARIO SUPERIOR.

72. El terreno siluriano, despues de tales dislocaciones, ha sido cubierto por otro lienzo de depósitos antiguos que termina la série de los terrenos llamados primarios y está compuesto principalmente de arenisca y esquistos. Llámase TERRENO DEVONIANO.

El *terreno devoniano* (1), á mas de las pudingas, de las areniscas esquistosas mas ó ménos finas, de los esquistos de diversas especies, de las calizas distintas que alternan juntas, contiene á veces en grande abundancia materias carbonosas, que ya se hallan diseminadas en los esquistos, ya constituyen masas mas ó ménos considerables. Estas generalmente constan de antrácita; pero otras veces están formadas por la verdadera ulla que, como sabemos, es un combustible tan excelente (2).

73. En Inglaterra generalmente dominan las areniscas en estos depósitos, que, formando capas muy respetables en el sur del pais de Galles y en las comarcas inmediatas hasta el pié de Grampians, constituyen el terreno conocido con el nombre de *arenisca roja antigua* á causa de su antigüedad y de su color predominante.

Los fósiles en esta arenisca son raros y pertenecen generalmente á animales marítimos, entre los que debemos citar un pez de forma rara, el *cœphalaspis* ó cabeza de rodela (3).

(1) Por ser Devonshire, Inglaterra, el sitio en que fue mejor estudiado.

(2) En varios puntos de Asturias está reconocido el terreno devoniano, lo mismo que en las inmediaciones de Sabero (Leon).

(3) En España es notable, entre las formaciones de la arenisca roja antigua, la de la Sierra de San Lorenzo, que debe extenderse hácia el Oriente por la falda norte de la Sierra de Cameros, y estar en relacion con la que se observa en Arnedillo. En Mansilla de la Sierra (Logroño) se ven las cuarcitas alternando con las arcillas ferruginosas y la pizarra de tejar foliacea, micacea y algo carbonosa.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

74. Muchos geólogos consideraban los diversos terrenos antiguos de que acabamos de hablar como constitutivos de una gran division natural en los diversos lechos de la corteza sólida de la tierra, y los designan con el nombre comun de *terreno de transicion*, por reputarles intermedios entre los terrenos primitivos y otros depósitos á que se ha dado el nombre de *terrenos secundarios*. Pero no todos están acordes acerca del límite natural entre los terrenos de transicion y los secundarios. Algunos consideran, que el período de transicion termina debajo de los terrenos carboníferos y de la ulla; otros, por el contrario, como Elio de Beaumont, colocan estos últimos terrenos en el período de transicion.

LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA DE BALLONS (VOSGES) Y DE LAS COLINAS DEL BOCAGE Y NORMANDIA

Direccion E. 15° S. á O. 13° N.

75. Miéntras que los diversos terrenos estratificados de que acabamos de hablar estaban por formarse, se han efectuado derrames de granito y de otras rocas igneas en su superficie; y estas convulsiones geológicas han determinado, en estas capas, levantamientos y cambios de direccion tales, que varias de ellas se han levantado hasta el punto de permanecer muy inclinadas y aun casi verticales. Este levantamiento corresponde á la erupcion de las masas de rocas igneas de las montañas de los Vosges, conocidas con los nombres de *bombas* de Alsacia y de Comté. En la misma época tuvo lugar, parece, el levantamiento de las colinas de Bocage en los Calvados y de varias cadenas de Inglaterra, de Alemania y de Polonia. Este sistema, anterior al terreno de la ulla, está manifiestamente indicado en los depósitos silurianos de la Bretaña, y los granitos que forman la costa S.-O. son probablemente contemporaneos de este levantamiento, lo mismo que ciertas cadenas de granitos porfidoideos de Lozère.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

TERRENO CARBONÍFERO Ó DE ULLA.

76. A las grandes revoluciones con que parece haber terminado el período precedente, sucedió en la tierra, durante un largo espacio de tiempo, un estado de reposo que dejó multiplicarse nuevas creaciones de séres organizados en su superficie, y permitió tambien que las materias minerales conducidas por las aguas se depusiesen en capas poderosas, y sepultasen en su sustancia los despojos sólidos resultantes de los animales y vegetales contemporaneos. Esta formacion, en su estado completo, comprende un depósito calizo denominado *caliza carbonífera* (1), y otro de arenisca llamado *arenisca de la ulla* que constituye la parte superior, la en que se hallan depuestas las capas de carbon de piedra.

77. En la caliza carbonífera, ó *caliza de montaña*, á mas de los desechos de un gran número de poliperos, de moluscos marítimos, tales como ammonitas (*l.* 7, *f.* 3), orthoceratitas, espiríferas (*f*, 4), así como encrinas, trilobitas y peces, hallamos muchas materias carbonosas, que ora dan un color azul ó negro á la roca caliza, ora constituyen especies de betunes, y ora se presentan bajo la forma de una especie de carbon de piedra. Por último es muy rica en metales.

78. En la época de la *formacion carbonífera* la tierra parecia haber sido ocupada en gran parte por un mar poco profundo, que bañaba islas cubiertas de una vegetacion rica, poderosa y constituida por plantas que diferian muchísimo de las que viven en nuestros dias. Se conocen centenares de especies distintas, las mas pertenecientes á la clase de las criptógamas vasculares, y principalmente á los helechos, licopodios, es decir, á la de las plantas de estructura muy sencilla, pero que

(1) Algunos geólogos creen que la caliza carbonífera pertenece al grupo devoniano, y otros suponen que forma un terreno particular intermedio entre el que estudiamos y el precedente.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

alcanzan una talla gigantesca. Los helechos arboreos, cuya altura en las especies hoy dia vivientes no excede, ni aun bajo la zona tórrida, de 20 á 25 piés, ni generalmente de 8 á 16, á la sazon, léjos de los trópicos tenian la de 70, y otras plantas, cuyos análogos no son hoy dia mas que yerbas, se elevaron hasta 90 y 100 piés. Las plantas de la familia de las coníferas han terciado tambien en la formacion de las materias carbonosas.

En aquella época existian insectos muy parecidos á los gorgojos y á los nevropteros de nuestros dias, escorpiones que al parecer no diferian de las especies actuales mas que por el número de sus ojos, moluscos de agua dulce y peces muy notables, que se aproximan á los réptiles por ciertos caractéres, y tienen el cuerpo cubierto de grandes chapas sólidas.

Los despojos de los vegetales de aquel período, acumulados en masas inmensas y alterados por el tiempo y otras causas, se han transformado en la materia combustible tan preciosa para nuestra industria y conocida con el nombre de *ulla* ó carbon de piedra.

79. El terreno de la ulla se encuentra siempre cerca del límite de los antiguos, pero sin formar una zona continua. Los terrenos que lo cubren son siempre los mas antiguos de los que nos falta estudiar y de que existen depósitos en estas localidades, de suerte que solo en los casos en que falta uno ó varios de estos terrenos secundarios en dichos puntos, el terreno carbonífero se halla en contacto con terrenos mas modernos.

Las capas de ulla que contienen estos grandes depósitos de carbon por lo regular se encuentran en las cuencas ó excavacaciones mas ó ménos profundas que presenta ya la caliza carbonífera, ya algun otro terreno mas antiguo. No existen en toda la parte oriental de Europa, pero abundan en Alemania, Bélgica, Francia, España (1) y sobre todo en Inglaterra,

(1) En 1819 dijo un geognosta frances, que en nuestra Península faltaba este precioso combustible, á pesar de que tenemos

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

lo mismo que en América y la Nueva Holanda. Estas cuencas, aisladas unas de otras, no son mas que depresiones del suelo antiguo que se volvieron pantanosas ó se convirtieron en depósitos de vegetales. Una capa de mas ó ménos potencia formada por rocas llamadas *pudingas* ocupa casi siempre el fondo de estas excavaciones y se compone, ora de despojos de las rocas mas antiguas de que están formadas las paredes de la cuenca (p. e. grandes bloques graníticos), ora de fragmentos menores y mas redondeados procedentes de rocas situadas á grandes distancias y acarreadas por las corrientes (p. e. cantos de sílex). Otros lienzos de pudingas, areniscas, arcilla, etc., cubren este primer depósito y alternan con capas de ulla, cuyo número y potencia varian segun las localidades.

Tomando en cuenta la constitucion de las pudingas del estrato inferior de las cuencas carboníferas, al mismo tiempo que diversas otras circunstancias, parece que estos depósitos se formaron de dos maneras: unos en excavaciones reducidas que parecen ser lagos que cegaron los restos de las rocas inmediatas y la acumulacion de los vegetales que allí vivieron; los otros en el litoral de grandes mares donde se amontonaron en fajas inmensas los cantos rodados y plantas que arrastraron las corrientes.

De estas consideraciones ha tomado orígen la distincion que han hecho los geólogos de los depósitos de ulla en dos clases; una porcion de criaderos de ulla propiamente dicha en una multitud de puntos de la provincia de Asturias; en Otero de las Dueñas y Sabero de la de Leon; en Orbó de la de Palencia: el inmenso de la cañada del Guadiato en la de Córdoba; en Villanueva del rio de la de Sevilla; en San Juan de las Abadesas de la de Gerona, y en Mallorca. Por último diré, que en 1814, segun el resúmen estadístico minero del Señor Ezquerra del Bayo, publicado en el tomo tercero de los *Anales de minas*, se arrancaron de varios puntos 665,817 quintales de ulla y 10,900 de lignito procedentes de otras formaciones.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

los unos mediterráneos y los otros pelágicos, pero todos formados en la misma época geológica y parecidos por sus caractéres esenciales.

Las diversas capas de que se compone el terreno de ulla se hallan dispuestas horizontalmente en el fondo de las cuencas en que residen, pero no han conservado esta posicion; en ciertas partes se han hundido y en otras levantado, de suerte que han llegado á ser mas ó ménos oblicuas, y muchas veces á contornearse sobre sí mismas. Tambien se observa con frecuencia, que cierta extension de la masa formada por estas capas ha sido separada de las partes inmediatas por una como hendidura, y elevada ó hundida á un nivel distinto, de lo que ha resultado, que los lechos de ulla están bruscamente interrumpidos en estos puntos, y se cruzan mas léjos á una altura diferente. Estos accidentes geológicos tienen entre los mineros el nombre de *fallas* anteriormente definido.

Una parte de esta grande alteracion del terreno de ulla no afecta las capas mas recientes de que puede hallarse cubierto, y por consiguiente ha debido efectuarse al terminar el período geológico, cuya historia acabamos de trazar. Su causa es el levantamiento del sistema de las montañas del norte de Inglaterra.

Todos los naturalistas están acordes en considerar la ulla como resultado de una alteracion lenta de vegetales depuestos en grandes masas en el fondo de mares poco profundos ó de grandes lagos; pero durante mucho tiempo los geólogos han diferido de opinion respecto del orígen de estos vegetales. Segun unos, las plantas crecieron en los mismos sitios donde se encuentran ahora sus despojos; segun otros, estos depósitos eran debidos á la acumulacion de plantas conducidas por las aguas y acarreadas á regiones mas ó ménos lejanas. Estas teorias no son absolutas, es decir no pueden aplicarse á la totalidad de los depósitos de ulla. Las cuencas bien circunscritas se llenaron, al parecer, de plantas que vivieron en el mismo sitio ó en sus inmediaciones, al paso que los depósitos pelági-

Ministerio de Educàción, Cultura y Deporte 2012

cos deben, al parecer, su orígen al transporte de restos orgánicos acarreados de sitios distantes.

LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA DEL NORTE DE INGLATERRA.

Direccion S. 5° E. á N. 5° O.

80. La rica vegetacion que adornaba la superficie de la tierra durante el período anterior, parece haber sido completamente destruida por esta revolucion geológica, á la cual sucedieron la formacion de grandes depósitos de fragmentos de rocas mas antiguas y de materias arenosas, y el derrame de diversas rocas de orígen igneo, como los *pórfidos* (*l.* 3, *f.* 1, B). Este levantamiento no dió, parece, orígen á cadenas de grandes montañas, sino á una dislocacion del suelo y á colinas mas ó ménos elevadas.

La direccion de este sistema, posterior á la formacion del terreno de ulla, se presenta en lineas de fracturas en la parte septentrional de Bretaña, pero se reconoce sobre todo en el norte de Inglaterra, donde estas lineas y lineas de remate se extienden desde la altura de Derby hasta las fronteras de Escocia al través de Yorkshire. Hállanse tambien vestigios en las inmediaciones de Bristol, en el Sur de Irlanda, en Noruega y en Suecia.

81. Arenisca roja. — Los depósitos de la formacion mas antigua de los terrenos que reposan sobre la ulla constituyen el terreno á veces denominado Penéo ó Permiano. Sus capas mas inferiores son conocidas por los geólogos con los nombres de *conglomerado rojo*, de *arenisca roja moderna*, para distinguirla de la roja antigua de los terrenos devonianos, de *arenisca roja*, de *rothliegendes* (fondo estéril rojo), etc. Muchas veces forman

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

una capa de 200 metros de potencia y apénas nos ofrecen despojos de séres organizados. En Francia se les halla en torno del macizo de terrenos antiguos que forma la parte central y culminante de los Vosges (*l.* 5, *f.* 1).

CALIZA ALPINA. — Cubre á esta arenisca roja en diversos puntos (p. e. en Calvados, en Inglaterra y en la Alemania central) un depósito de caliza que contiene muchas veces en cantidad considerable, la tierra particular denominada *magnesia*, y que á veces forma bancos muy considerables. Este terreno (*l.* 3, *f.* 1 *k*), designado con los nombres de *zechstein*, de *caliza magnesiana*, y de *caliza alpina* (1), contiene algunos despojos de fucus y una multitud de zoófitos, de moluscos y de peces fósiles.

82. Hácia esta época geológica fueron creados, al parecer, animales de la clase de los reptiles. Hanse observado en la arenisca roja de un sitio de Escocia impresiones que recuerdan el paso de tortugas, y aun se han descubierto en terrenos salíferos despojos fósiles de cocodrilos y de algunos otros saurios. Algunos geólogos opinan, que en aquella época tambien existian aves, pues consideraron ser impresiones de sus piés las muy notables observadas en la arenisca roja de América. Las ostras principiaron á vivir en los mares de este período.

LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA DEL HAINAUT.

Direccion E. 5.° S. á O. 5.° N.

83. Este levantamiento no ha producido mas que dislocaciones y movimientos de compresion al traves de los Paises-Bajos; ha determinado tambien una multitud de fallas, doblado

(1) Dióse este nombre al terreno de que tratamos, cuando se creia que constituia en gran parte las montañas de los Alpes; mas hoy dia se sabe que la caliza de esta cordillera pertenece á una época geológica mas moderna.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

y contorneado en sentidos diversos las capas preexistentes. Hállanse vestigios de este sistema en la Bretaña y en el alineamiento de ciertos islotes graníticos de las inmediaciones de Laval en Quimper.

84. ARENISCA VOSGIA.— Tras esta catástrofe se notó, que descansaba en las dislocaciones del terreno penéo inferior, en capas horizontales, una roca compuesta de granos de cuarzo, de superficie brillante, como embadurnada de óxido ó de hidrato de óxido de hierro, quebradiza en gran parte, porque los granos no están reunidos por un cemento. Esta roca es denominada *arenisca vosgia*, en razon de su testura y del sitio en que se ha desarrollado de preferencia (*l.* 5, *f.* 1). Contiene pequeñísimo número de restos orgánicos.

LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA DEL RIN.

Direccion N. 21.° E. á S. 21.° O.

85. Las areniscas de los Vosges han sido llevadas á diversas alturas por este levantamiento, sin que por ello se haya alterado su posicion horizontal. Este sistema, uno de los mas sencillos, consiste principalmente en dos grandes acantilados sitos en ambas orillas del Rin entre Bâle y Maguncia. En esta direccion se encuentran alineados ciertos pequeños depósitos de ulla de la meseta central de Francia, y, parece que á este sistema refiere igualmente la aparicion de los pórfidos feldespáticos de Morvan.

TERRENO DE TRIAS.

86. En torno de las islas resultantes del levantamiento precedente han venido á deponerse las capas de esta gran formacion, denominada *trias* para indicar que se compone de tres partes principales: la *arenisca abigarrada*, la *caliza conchífera* y las *margas irisadas* (*l.* 3, *f.* 1; *l.* 5, *f.* 1).

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

87. La *arenisca abigarrada* es un depósito arenaceo de granos finos, cuyo color ordinariamente es rojo, azulado ó verdoso, y cuya estructura es maciza en las capas inferiores y se vuelve lamelosa en la parte superior. Se presenta en casi toda la circunferencia de los Vosges, en el declive de las montañas de Aveyron, de Cévennes y de los Pirinéos, así como en diversas partes de Alemania, Inglaterra, etc. Cuando su formacion, la tierra estaba otra vez adornada de una vegetacion vigorosa; hállanse tambien en esta roca los desechos de una multitnd de plantas terrestres, las mas muy diferentes de las del terreno de ulla.

88. La *caliza conchifera*, el *Muschelkalk* de los alemanes, en general es grisacea y de testura compacta; contiene muchas conchas y otros despojos de animales marítimos, entre los que se cuentan ammonitas, belemnitas, terebrátulas, ostras, estrellas de mar, encrinas, crustaceos bastante parecidos á nuestras langostas, peces y huesos de reptiles. Descansa sobre la arenisca abigarrada en dos puntos del contorno de los Vosges.

89. Las *margas irisadas*, que tambien se designan con el nombre de *Keuper*, constan principalmente de rocas abigarradas de rojo vinoso, y arenisca verdosa ó azulada, y no contienen mas que muy pocos fósiles: forman en torno del ángulo S. O. de los Vosges un circuito paralelo al de la caliza conchífera y de la arenisca abigarrada, los que podemos seguir desde Luxemburgo hasta cerca de los límites del Jura, así como en Suavia etc. (1).

(1) Opina D. Joaquin Ezquerra del Bayo, que en España existe una grande extension de terreno que corresponde á la arenisca roja superior moderna yendo de Calatayud á Calcena, en la cual se observa que las margas y areniscas alternan en zonas de muy variados colores, y con la circunstancia de presentarse despues encima de ellas los estratos jurásicos del mismo Calcena, Moncayo etc. Ademas cree, que en el extremo norte de la provincia de Palencia existen terrenos correspondientes á este grupo, que descansan sobre el ter-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Los terrenos que acabamos de enumerar contienen muchas veces masas considerables de yeso, pero son especialmente notables por los depósitos de *sal gemma* que en ellos se encuentran. Por esta particularidad se da á veces á todo este grupo el nombre de *terrenos saliferos* ó *muriatiferos*.

LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA DE THURINGERWALD.

Direccion O. 40.° N. á E. 40.° S.

90. Las montañas que dan su nombre á este sistema pertenecen hoy dia á Sajonia, y nos presentan, desde Cassel á Linz, la parte mas alta de las capas levantadas de los depósitos de trias. La parte S. O. de los Vosges nos manifiesta algunos indicios de este levantamiento, debido sin duda á la aparicion de las rocas de serpentina de estas comarcas, y tambien segun esta direccion se prolongan los cerrillos de serpentina desde Limousin hasta la Vendée, y se extienden en los pórfidos de las cercanías de Aubin en Aveyron, las crestas de los depósitos de arenisca abigarrada cerca de Brives y de Terrasson, y por último la costa S. O. de la Bretaña.

TERRENOS JURÁSICOS.

91. Los terrenos jurásicos, así denominados por haberse tomado ordinariamente las montañas del Jura por punto de comparacion, ocupan en Francia, Inglaterra, Alemania y en todas las partes del globo una grande extension, y sus numerosas hiladas generalmente no presentan discordancia de estratificacion, lo que prueba un largo período de tranquilidad en la época geológica de la Europa contemporanea.

reno carbonífero del grupo de la arenisca roja antigua. No se ha reconocido todavia la existencia del muschelkalk.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Los depósitos sedimentarios de esta formacion pueden dividirse en dos sistemas: el del *lias* y el de la *caliza oolítica* que, á su vez, se subdividen en grupos secundarios.

92. Lias (1)—Parece que la parte inferior de este sistema consistió al principio en una suerte de arenisca fina muy sólida, que á veces presenta un espesor considerable, y es denominada *arenisca del lias.* Sobre una prominencia de esta *arenisca liásica inferior* se ha construido una de las plazas mas fuertes de Europa, la ciudadela de Luxemburgo.

Sobre este primer banco se hallan calizas de testura bastante grosera que contienen muchos despojos orgánicos y unas veces son denominadas *calizas del lias*, y otras *calizas de grifitos*, por abundar en conchas del género *gryphæa.* Estas capas, cuyo conjunto constituye la *formacion del lias*, en ciertos casos experimentaron, al parecer, la influencia de alguna conmocion ántes de ser cubiertas por otros terrenos mas recientes; pues en estas circunstancias, se ha comprobado que su estratificacion no concuerda con la de estos últimos; de lo cual se puede concluir, que ya algun trastorno habia alterado su posicion horizontal cuando estas empezaron á deponerse sobre su superficie.

93. Serie oolítica (2). —Las hiladas del terreno jurásico, que descansan sobre el lias y son posteriores á los fenómenos geológicos de que acabamos de hablar, constituyen lo que se denomina *terreno oolítico.* Se dividen en tres sistemas. (*l.* 3, *f.* 5; *l.* 5, *f.* 1; y *l.* 6, *f.* 3 y 4).

(1) La voz *lias* es una expresion provincial inglesa, adoptada generalmente para designar esta formacion.

(2) Este grupo ha recibido el nombre con que lo conocemos, porque en los lugares en que ha sido originariamente estudiado, las calizas presentaron la estructura oolítica, es decir que son compuestas de una multitud de granitos parecidos á huevos de peces y provistos de un nucleo mas duro, en torno del que se acumularon las capas de materia caliza.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

El *sistema inferior* ordinariamente principia por una capa de arena amarilla y micacea, cuyo espesor á veces es de 40 metros; encuéntranse luego lechos alternados de marga y de arcilla á veces explotada como tierra de bataneros; una hilada caliza de que se extraen hermosísimas piedras de construccion, descansa sobre estos bancos, y á su vez lleva arcilla sostenida por otras capas de arena y una roca caliza muy conchífera. Este piso es conocido tambien con el nombre de *grande oolita*.

La composicion del *sistema intermedio* es ménos complicada, y comprende principalmente dos tongadas: una capa poderosa de arcilla azul, que á veces tiene cerca de 200 metros de espesor, y es conocida con el nombre de *arcilla de Oxford* ó de *Dives* (1); y otra capa de arena, de arenisca y caliza rica en poliperos, denominada por los geólogos ingleses *coral-rag* (caliza coralina). Tambien se le da el nombre de oolita de Oxford.

El *sistema superior* se compone igualmente de una hilada arcillosa denominada *arcilla de Kimmeridge* y de otra de rocas calizas, cuya testura es ya granugienta ya compacta, y denominada *caliza* ú *oolita de Portland*. Este sistema ha recibido la denominacion de *grupo portlandiano*.

94. Hasta la época jurásica hemos visto la tierra habitada por plantas, por animales inferiores, tales como zoófitos y moluscos, y por peces con los cuales se han mezclado algunos reptiles en los últimos tiempos; pero durante el período que estudiamos ha cambiado este estado de cosas, y creádose una nueva fáuna de las mas notables, sobre todo caracterizada por una multitud de reptiles de formas raras y de talla gigantesca, que se encuentran por primera vez en la formacion del lias. Tales son el *megalosaurus*, los *ichthyosaurus* (*l.* 7, *f.* 10), los *plesiosaurus* (*f.* 11), y los *pterodactilus* (*f.* 12), ó lagar-

(1) Forma el suelo de las cercanías de Oxford y está muy desarrollada en la costa de Normandía cerca de Dives. Se distinguen las dos capas con los nombres respectivos de *grupo oxfordiano* ó *coraliano*.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

tos voladores, etc. Los mares de la época jurásica estaban tambien habitados por un número inmenso de ammonitas, de belemnitas, que por primera vez aparecen en el lias, y otros moluscos tanto bivalvos como univalvos; por crustaceos que tienen alguna analogía con nuestros cabrajos; por encrinas, equidnos y una multitud de otros zoófitos. En algunas rocas de este período se hallan igualmente despojos de insectos y algunos huesos de aves. Y por último se ha descubierto tambien en Stonesfield, cerca de Oxford en Inglaterra, en los esquistos de las capas oolíticas mas bajas un fragmento de la mandíbula inferior de un animal, que parece haber pertenecido á la division ménos elevada de la clase de los mamíferos, á la de los marsupiales.

Helechos de especies diversas, cicadeas, abundantes coníferas y un verdadero *equisetum* son los representantes principales de la flora fósil de este período (1).

LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA DE LA CÒTE-D'OR.

Direccion E. 40.° N. á O. 40.° S.

95. Despues de mucho tiempo de hallarse el globo poblado de los varios moluscos y de los reptiles gigantescos que acaba-

(1) En España abundan los sitios en que se pueden estudiar los terrenos de este período. Segun expresa el Señor Ezquerra del Bayo la gran sierra de Cameros, que corre de NO. á SE. en Castilla la Vieja, corresponde probablemente al período jurásico. Junto al pueblo de Canales se colectan belemnitas, ammonitas y otros fósiles; en Calcena terebrátulas de esta época, etc. En las inmediaciones de Hijar en Aragon, y en el norte de Valencia se pueden tambien recoger fósiles característicos de la formacion citada. La ciudad de Cabra, provincia de Córdoba, se halla en terreno jurásico. Al este de la ciudad citada hay canteras de que se extraen piedras de molino, en que tambien se encuentran ammonitas.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

mos de indicar, y cuando ya se habian acumulado en el fondo de los mares los inmensos depósitos terrosos, tumbas naturales de estos animales, una nueva revolucion cambió otra vez la faz de la tierra y destruyó bruscamente cuanto existia. Esta catástrofe, que termina el período jurásico y ha precedido á la formacion de los terrenos cretaceos, parece haber sido determinada por el levantamiento de una porcion de la corteza terrestre; levantamiento que ha hecho salir del seno del mar y elevado á una grande altura varias cadenas de montañas, tales como el Mont-d'or en Borgoña, la cordillera de Morvan entre Nevers y Dijon, la de Pilas en el Forez, las Cévennes en el mediodia de Francia, y el Erzgebirge en Sajonia.

TERRENOS CRETACEOS.

96. En la época geológica cuya historia ahora empezamos, la tierra distaba mucho de ofrecer la configuracion que en la actualidad presenta. Así la Francia actual entónces no consistia mas que en una península formada por la Bretaña, la Baja-Normandía, el Maine y la Vendée, y reunida por el Poitou á la meseta central que desde Cévennes se extendia hasta Ardennes y se pegaba á los Vosges. El mar entónces cubria casi enteramente Flándes, Picardía, Champagne, las inmediaciones de Paris, del Alta-Normandía y la Turena; se extendia hácia la porcion del globo que en la actualidad forma el mediodia de Francia desde Rochefort y Castelnaudary, la porcion vecina de España, la Sicilia, una gran parte de Italia, de Austria, la Prusia, la Polonia, etc.

Hallábase este mar poblado de un gran número de pólipos, de erizos, de moluscos y de peces diferentes de los que existian en la época jurásica. A la sazon vivian tambien grandes tortugas, y saurios casi tan gigantescos como sus predecesores, cual el *cocodrilo de Meudon*: pero uno de los mas notables entre estos últimos es el *mosasaurus*, cuya talla, juzgando por la

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

cabeza gigantesca de uno hallado en Maestricht, debia ser á lo ménos de 25 piés. Pertenecen á los depósitos cretaceos superiores. En la misma época existian reptiles terrestres no ménos curiosos, tales como el *hylæosaurus*, y el *iguanodon*.

97. Los depósitos sedimentarios que se han formado durante este período, tienen un espesor no ménos considerable que los de la época jurásica, y representan un gran papel en la constitucion actual del globo (*l.* 3, *f.* 1 y 2; *l.* 5, *f.* 1 y 2; *l.* 6. *f.* 1 y 2). Parece que estos depósitos constituyen dos formaciones distintas, separadas una de otra por el levantamiento del monte Viso.

Terreno cretaceo inferior.—La primera porcion del terreno cretaceo, es decir la mas antigua y por consiguiente la mas inferior, comprende diversos estratos. El mas profundo constituye los depósitos que conocemos con el nombre de *terreno wealdiano* y se compone de capas alternadas de caliza, arenas ferruginosas y arcilla, en que se encuentran restos de fósiles, que, al parecer, pertenecen en gran parte á paludinas, y tambien depósitos de combustible. A este terreno pertenece la capa fangosa de Portland denominada *lodo negro* por los canteros, en que se encuentran troncos siliceos de cicadeas, especies de coníferas, restos de equisetaceas y helechos. El grupo wealdiano es notable por constituir una formacion de agua dulce intercalada en dos formaciones marítimas. El estrato siguiente se compone de margas y de calizas amarillentas mas ó ménos groseras que á veces faltan; superiormente se hallan arcillas grises, y despues, en diversas localidades, arenas ó arcillas de colores abigarrados, y masas de minerales de hierro, miéntras que en otra se manifiestan depósitos poderosos de caliza mas ó ménos compacta. Esta porcion de la creta inferior designada con el nombre de *terreno neocomiano* ó *arenisca verde inferior* se distingue muy bien en una gran parte de Francia, en Suiza, en Alemania, en Polonia y en Crimea.

Otro banco, que es muy distinto de los precedentes y se de-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

nomina *arenisca verde superior*, contiene arenas blancas, amarillentas, masas calizas, y sobre todo arenas llenas de materia verde en granitos; sobre estos depósitos la parte caliza mas abundante se mezcla con sus areniscas, despues se aisla no conservando mas que granos verdes que en seguida van disminuyendo, de lo que resulta la *creta verde* ó *cloritea*.

Despues de la desaparicion total de los granos verdes la caliza, que permanece aislada, presenta la creta pura ó calizas arcillosas y arenosas, ó tambien arenas y areniscas, y forma la hilada conocida con el nombre de *creta tufacea*, que suministra una piedra muy blanda al principio, que se endurece por la accion del aire, y puede ser empleada en las construcciones.

Miéntras que se constituian estos diversos terrenos en el fondo del mar, parece que existian lagos de agua dulce, como acabamos de verlo al hablar del depósito wealdiana, bastanto considerables para ser el sitio de depósitos análogos y dar nacimiento á lechos de arcilla, de arena ferruginosa y de caliza, en que se encuentran conchas terrestres y fluviátiles, así como los despojos de los reptiles terrestres de que hablamos últimamente.

LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA DEL MONTE-VISO.

Direccion N. N. O. á S. S. E.

98. Depuesta esta primera série de bancos cretaceos, fué modificado aquel órden de cosas por nuevas convulsiones geológicas, durante las cuales se elevaron las montañas que se extienden desde Antibes hasta las inmediaciones de Lons-le-Saunier y que constituyen la cordillera de los Alpes franceses, y la extremidad S.O. del Jura. Lineas de fracturas y crestas que se formaron indican tambien este sistema desde la isla Noirmoutiers en Vendée hasta el reino de Valencia en España al traves de los Pirinéos; las costas de Italia tienen su direccion princi-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

pal en la de este sistema, lo mismo que crestas muy empinadas de Grecia en que se halla comprendido el Pindo.

99. *Terreno cretaceo superior*. —En seguida se principió y extendió la segunda formacion cretacea hácia las porciones de capas mas antiguas que no habian sido elevadas sobre el nivel de las aguas por este último levantamiento. Este terreno principalmente consiste en bancos de cretas margosa, compacta y gráfica. La *compacta* con frecuencia es bastante sólida para proporcionar buenas piedras de construccion; la *gráfica* ó *creta superior* es notable por la abundancia de guijarros ó de *sílex piromaco* que ordinariamente se hallan dispuestos en fajas colocadas á distancias poco considerables unas sobre otras.

100. *Terreno nummulítico*. —En las inmediaciones de los Pirinéos y en varios puntos cercanos á la gran cuenca del Mediterraneo existe un depósito, que contiene una multitud de fósiles discoideos á que se da el nombre de nummulites. Este terreno, denominado por esta razon *nummulítico*, es mas reciente que los cretaceos de que acabamos de ocuparnos, bien que formado en el mismo período geológico. Así M. Elio de Beaumont, cuya autoridad es de las mas respetables en todas las cuestiones de esta naturaleza, lo considera como el último lienzo de la série de los terrenos secundarios. Pero, como existe una semejanza notable entre los fósiles del terreno nummulítico y de los terciarios inferiores, la mayor parte de los geólogos incluyen este depósito en la série de los terrenos terciarios cuyo piso inferior constituiria. Como quiera que se considere esta clasificacion, el terreno nummultiico es intermedio á la creta y al terreno de Paris que se compone principalmente de rocas calizas y margas.

101. Los terrenos cretaceos se extienden en casi todo el N. E. de Francia y el S. O. de Inglaterra, y parecen haber tapizado el fondo de un vasto golfo que tenia por límites los terrenos jurásicos de la Baja-Normandía y de Maine en el O., de Berry en el S., de Borgoña y de Lorraine en el E. Se les halla tam-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

bien en el mediodia de Francia (1), pero no quedaron en todas partes á descubierto, y en una de su extension han sido cubiertos por terrenos mas recientes como luego verémos. Se les halla al descubierto en las llanuras de Picardía y de Champagne y forman en torno de la cuenca de Paris una vasta circunferencia, que se extiende desde el Pas-de-Calais y la embocadura del Sena hasta mas allá del Loire.

LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA DE LOS PIRINÉOS Y DE LOS APENINOS.

Direccion E. 18.° S. á O. 18.° N.

102. El largo intervalo de reposo durante el que se acumularon todos los sedimentos cretaceos en el fondo de las aguas, ha sido turbado por una nueva revolucion geológica que corresponde al levantamiento de los Pirinéos y de otras varias cadenas de montañas, como los Apeninos, los Alpes Juliennes, los Carpatos y otras montañas al traves de la Croatia y la Bosnia, los Balkans y hasta en la Grecia. En efecto, en los flancos de estas cordilleras se ven las capas del terreno cretaceo levantadas, á la par de las de las formaciones mas antiguas de que se compone el macizo de estas montañas, miéntras que á su pié los terrenos cuya formacion data del período siguiente, se extienden en capas horizontales (*l.* 5, *f.* 2); de lo que se puede concluir, que este gran levantamiento ha tenido lugar ántes del depósito de estas, y demas de la formacion de los terrenos cretaceos. La misma direccion en numerosas dislocaciones y de-

(1) La formacion cretacea del mediodia de Francia se extiende por una parte hácia Cataluña y por otra se interna en la Península por la provincia de Navarra, atravesando el Ebro hasta las inmediaciones de Búrgos. Se la observa tambien en la falda norte de la cordillera de Guadarrama en la provincia de Teruel, en las montañas de Santander y de Asturias.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

nudaciones en Alemania, Francia é Inglaterra, tambien atestigua que esta catástrofe fué una de las mas extensas que hayan trastornado la superficie de Europa. Señala el fin de los terrenos secundarios y el principio de los

TERRENOS TERCIARIOS.

103. Los geólogos ordinariamente designan, como acabamos de ver, con el nombre colectivo de terrenos secundarios la larga série de formaciones que ha principiado sobre los terrenos de transicion ántes de la formacion de la ulla, y que se termina superiormente por la creta, y denominan *terrenos terciarios* los mas recientes que la creta, y por consiguiente superiores á ella, pero que fueron constituidos ántes de la época actual.

Durante este período, los mares eran mucho ménos vastos que en las edades geológicas mas remotas, y por consiguiente los depósitos sedimentarios formados en el seno de las aguas ménos extensos y mas aislados. Su formacion se ha efectuado tambien en diversos puntos del globo en épocas diferentes, y, para seguir en su historia el órden cronológico, es preciso subdividirles en tres grupos: terrenos terciarios *inferiores*, *medios* y *superiores*. En la época contemporanea del depósito de cada una de estas séries de terrenos existian séres organizados de especies particulares, mezcladas con otras especies comunes á los períodos anteriores ó siguientes; pero la fauna de todas las porciones de este período ofrece ciertos caractéres comunes, de los cuales, sin disputa, el mas notable es la existencia de un gran número de mamíferos. Hemos visto (nº 94), que los terrenos de transicion y los secundarios, hasta el presente, no nos han facilitado mas que un ejemplo fósil que pueda ser considerado como perteneciente á la clase indicada, al paso que en los terciarios abundan los huesos de dichos animales y nos revelan la existencia antigua de mamíferos que, en gran parte

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

fueron destruidos hace mucho tiempo y han desaparecido de la superficie del globo.

104. TERRENOS TERCIARIOS INFERIORES. — *Terreno de Paris.* — En el sitio en que esta ciudad ostenta ahora sus elegantes monumentos, se hallaba á la sazon un vasto golfo, en que caudalosos rios parecian haber mezclado sus aguas dulces con las saladas del mar, donde fueron á sepultarse confusamente en un légamo arcilloso conchas marítimas, fluviátiles y terrestres, á la par de los restos de vegetales. Posteriormente la misma cuenca ha servido de mansion á millares de moluscos (*l.* 7, *f.* 18), de pólipos, de peces y aun de grandes cetaceos, como delfines, manatis y ballenas; miéntras que en las tierras inmediatas pacian tranquilamente *paleotheriums* (*f.* 13), *anoplotheriums* (*f.* 14) y otros mamíferos de organizacion bastante análoga á la de nuestros paquidermos, roedores, etc.

Entónces se formaron las numerosas y extensas capas de *caliza grosera* que, como hemos dicho, ocupan todo el O. de la cuenca de Paris (*l.* 3, *f.* 2, y *l.* 4), y proporcionan hermosas piedras para las construcciones. Estas capas son superiores á la arcilla plástica tan empleada en alfarería, y destinada á usos diversos segun que sea blanca, gris ó roja. — Es de creer, que el vasto depósito de *caliza silicea* que cubre la porcion S. E. de esta cuenca, se ha efectuado casi en la misma época que la caliza grosera, bien que se extiende superiormente hácia su punto de union con este terreno marítimo, y se ha formado en aguas poco saladas para que pudiesen vivir en ellas animales marítimos, pues las conchas que allí se encuentran son todas fluviátiles ó terrestres. Por último hácia la parte central de la misma cuenca se han formado grandes masas de yeso que descansan sobre las dos rocas calizas de que acabamos de hablar, y despues sobre estos depósitos fueron á acumularse arenas marítimas mezcladas con conchas de ostras, despojos de peces, etc.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA DE CÓRCEGA Y CERDEÑA.

Direccion N. S.

105. A la formacion del terreno precedente sucedió la revolucion que por levantamientos y desmembramientos ha dado la última forma á las montañas que circuyen los altos valles del Loire, del Sâone y del Allier; pero esta catástrofe, en los mas de los sitios en que se produjo, no fue señalada como las anteriores por el levantamiento de las capas cuya formacion la ha inmediatamente precedido, por la razon de que en estos sitios ha faltado la caliza de Paris. La carencia de este depósito indica, que el suelo habia sido levantado sobre las aguas por el levantamiento de los Pirinéos; pero como en seguida fué cubierto otra vez por la formacion terciaria, debemos suponer un hundimiento posterior. En efecto, tuvo al parecer, lugar en la Turena, la mayor parte de Gascogne, toda la Suiza, el valle del Ródano, de Lion, en el mar y varias partes de Italia. Pero el cambio en la configuracion de esta parte de la corteza terrestre parece corresponder al levantamiento de las montañas de Córcega y Cerdeña. La catástrofe geológica, de que surgieron estas montañas, puede considerarse como intermedia entre la primera y segunda época terciaria.

106. *Terrenos terciarios medios.* — Los nuevos depósitos de los terrenos que constituyen la segunda region de la gran division terciaria, se han formado ya sobre los terrenos terciarios inferiores de la cuenca de Paris, donde constituyen la arenisca de Fontainebleau, la caliza de Beauce, la piedra molar de Meudon, etc (*l.* 3, *f.* 2); ya en otras localidades, como los depósitos de fragmentos de conchas, conocidos con los nombres de *Faluns* en Turena, los terrenos terciarios de las inmediaciones de Burdeos y de Dax (*l.* 5, *f.* 2 y 3), las molasas de Suiza, etc.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Durante esta segunda parte del período terciario se han multiplicado los animales ya terrestres ya acuáticos, y héchose mas parecidos á los de nuestros dias. Entónces existia un gran número de moluscos pertenecientes á especies que pueblan tambien los mares de la época actual; pero los séres mas notables son rinocerontes, hipopótamos, hienas y monos de especies particulares, mastodontes, *paleotheriums*, *lofiodons*, y otros mamíferos de géneros perdidos.

La molasa es muy rica en lignitos, á los que se refieren los del Languedoc, de la Provenza, de Suiza y la mayor parte de los de Alemania. Estos lignitos parecen ser en gran parte formados de coníferas; pero el terreno contiene tambien muchos despojos de dicotiledoneos actuales, y maderas en que notamos la estructura de los monocotiledoneos, como palmeras.

LEVANTAMIENTO DE LOS ALPES OCCIDENTALES.

Direccion N. 26° E. á S. 26° O.

107. Al terminar la segunda época del período terciario se ha efectuado un nuevo levantamiento en la region de los Alpes. Tiempo habia que existia una parte de esta complicada cadena de montañas. Los Alpes de la Provenza y del Delfinado, que se refieren á un sistema cuyo punto mas notable es el monte Viso, datan, como digimos (nº 98), del intérvalo que medió entre el depósito de las regiones inferior y superior de los terrenos cretaceos; otras porciones de la region alpina se han establecido á la par de los Pirinéos, es decir despues del período cretaceo; y en las montañas que enlazan los Alpes con el Jura se reconocen los vestigios de un levantamiento coetaneo del de Córcega, de que hablamos (nº 105), suponiendo haberse verificado despues del depósito de la primera série de los terrenos

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

terciarios. Mas parece, que la mayor parte de esta magestuosa barrera, interpuesta entre Italia y los paises del norte, se ha elevado en épocas mas recientes hasta la altura inmensa que en el dia ofrece. La cordillera de los Alpes occidentales surgió despues del depósito de la segunda série de los terrenos terciarios de que se acaba de tratar, y parece ser de orígen todavía mas reciente la que se dirige del Valais hácia Austria. Este levantamiento tambien afectó la Nueva-Zembla y la península Escandinava; las montañas de Marruecos siguen igual direccion, lo mismo que las de Túnez paralelas á las precedentes del extremo opuesto del Atlas, cuyas cadenas transversales son tambien de la misma época.

108. *Terrenos terciarios superiores ó terreno subapenino.*— Desde la convulsion geológica que ha dado á los Alpes occidentales su relieve actual y determinado en sus diversos puntos el levantamiento de la molasa y de los otros terrenos terciarios de la segunda série, así como de los terrenos mas antiguos, la Europa parece haber ofrecido un gran espacio continental; y durante el período de tranquilidad que ha sucedido á esta catástrofe, no se han constituido en él depósitos marítimos mas que en las costas ó en los golfos poco distantes de la parte central de esta region, como en las colinas subapeninas, en algunas partes de Sicilia, y en una porcion del litoral de Inglaterra: pero se han formado depósitos sedimentarios en los valles de los rios todavía existentes, y en algunos lagos de agua dulce que han desaparecido por una revolucion mas reciente. Un lago de esta especie parece haber cubierto la planicie de Bresse y parte del departamento de Isère; otro ocupaba la porcion del departamento de los Alpes Bajos comprendida entre Digne, Manosque y Barjols; otros tambien cubrian en parte la llanura de Alsacia; y en el fondo de estas grandes masas de agua se ha depuesto una capa espesa compuesta de lechos alternados de arena mezclada con cantos rodados y marga. En los depósitos de agua dulce de Bresse se encuentran masas considerables de madera

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

fósil, procedente de árboles bastante parecidos á los de nuestras comarcas, y conchas de agua dulce. Parece que á este tercer período terciario pertenece tambien el depósito de Œningen, en la cuenca del lago de Constancia, célebre por el número de fósiles que allí se han encontrado.

Miéntras que estos depósitos lacustres se formaban tranquilamente debajo de las aguas en cuencas diversas, la superficie de las tierras entónces descubiertas era habitada por la hiena y el oso, el elefante velloso, mastodontes, rinocerontes, hipopótamos y otros animales que pertenecian á géneros hoy dia existentes, pero á especies que se han perdido (1).

(1) En nuestra Península son frecuentes los terrenos terciarios, correspondientes á los tres períodos indicados. Encontramos los inferiores en las costas y cerca de ellas, especialmente en Cataluña, en algunos puntos de la costa de Almería y en las inmediaciones de Córdoba. Se considera terreno terciario medio el que surcó el rio Manzanares, cerca de Madrid, dejando á descubierto las escarpas del cerro de S. Isidro del Campo, con sus capas de huesos de mamíferos, pertenecientes á los géneros *anchiterium*, *cervus*, *palæotherium*, y *mastodon*. El doctor D. Mariano de la Paz Graells ha encontrado en el cerro de S. Isidro y en el arroyo Abroñigal varios restos de elefante, entre los que son notables dos colmillos y una muela fija en la mandíbula.

Al terreno terciario superior corresponde el litoral de la costa de la provincia de Almería, que se extiende desde esta ciudad al pié de Sierra Almagrera y comprende el campo de Nijar, y los términos de Almería, Pechina, Vera y Cuevas de Vera. Cuando este terreno constituia el fondo del mar fueran arrastrados y sepultados los cadáveres de grandes cuadrúpedos, cuyos restos se encuentran ahora diseminados en una capa de arena legamosa.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA DE LA CADENA PRINCIPAL DE LOS ALPES.

Direccion E. 16° N.

109. Los habitantes de los terrenos terciarios superiores fueron destruidos por la revolucion geológica que, levantando la cordillera principal de los Alpes, ha acabado de dar á esta enorme masa de montañas la conformacion que hoy dia presenta, y al parecer determinado la mayor parte del relieve actual del continente europeo. A este movimiento se refieren la aparicion de los meláfiros, de las sienitas y serpentinas que han elevado los terrenos terciarios del Piamonte y de la Provenza; la de las rocas granitoideas de las empinadas cumbres de los Alpes; las vertientes inversas de las llanuras de Baviera y de Lombardía que se elevan insensiblemente hácia la linea divisoria; y las del mediodia de Francia que suben del S. hácia el N. La direccion de los yesos y de las masas saliferas, al pié de los Pirinéos, los aproxima mas á esta catástrofe, lo mismo que las lineas de crestas y las caudalosas corrientes de España.

TERRENO DILUVIANO Ó ALUVIONES ANTIGUOS.

110. El gran movimiento que, produciendo el levantamiento de una gran porcion de los Alpes, ha dejado en seco los lagos en donde estaban depositados los terrenos terciarios superiores, ha ocasionado grandes inundaciones y corrientes impetuosas que han surcado profundamente el suelo que recorrian, y arrastrado á lo léjos fragmentos de rocas, arena y légamo, cuyo depósito constituye los terrenos designados por los geólogos con el nombre de *depósitos de transportes antiguos*, *terrenos diluvianos*, *terrenos clismios*, *terrenos cuaternarios* y *aluviones antiguos*, es decir posteriores á los terrenos subapeninos y an-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

teriores á los actuales. Tambien se da á estos depósitos el nombre de *diluvium*, considerándoles como el resultado del diluvio universal referido en la Biblia.

Así parecen haberse formado por el desbordamiento de las aguas del lago de Bresse los anchos surcos abiertos en los terrenos mas antiguos de la cuenca de Paris, y los vastos terromonteros que cubren una parte de ella y forman, p. e., el suelo del bosque de Boulogne cerca de Paris (*l.* 3, *f.* 2 y *l.* 4). Esta ciudad está construida en gran parte sobre este depósito de trasporte, cuyo orígen violento es comprobado por la magnitud de los cantos que contiene, y cuya antigüedad hace indudable el descubrimiento de los fósiles pertenecientes á elefantes y otros animales, que desde los tiempos históricos no han sido señalados en este distrito.

En esta época fué tambien destruida la multitud de los animales cuyos despojos se encuentran en ciertas cavernas, designadas con el nombre de *cavernas de huesos*, ó en hendiduras de rocas, donde fueron sepultados en una especie de cemento calizo ordinariamente rojizo. Estas cavernas parecen haber servido de mansion á hienas, á osos y á otros carnívoros, en torno de cuyos despojos se encuentran fragmentos de huesos de otros animales que les servian de alimento. Una de las mas célebres es la de Kirdale en Inglaterra.

Generalmente se atribuyen á esta época geológica los grandes depósitos de légamo de la llanura de Buenos-Aires, en que se ha descubierto el esqueleto de un mamífero gigantesco del órden de los desdentados, el *megatherium*, y el craneo de un roedor, el *toxodon*, que, en vez de la talla de nuestras liebres y ratones, era casi tamaño como nuestros elefantes. Por último tambien se refieren á la misma época las arenas de Efelsheim (Baviera), en que se encontraron los despojos de otro mamifero gigantesco, el *dinotherium* (*l.* 7, *f.* 11), cuya mandíbula inferior estaba armada de enormes dientes encorvados hácia bajo.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Hasta estos últimos tiempos todos los geólogos estuvieron acordes en que en los terrenos de este período, así como en las rocas mas antiguas, no se encontraban huesos humanos ni ningun vestigio que indicase la existencia del hombre en la tierra, y por consiguiente parecia probable que este género no habia sido creado cuando la destruccion de todos esos animales; pero algunos años hace se ha puesto en duda este resultado por haberse descubierto en el medio dia de Francia, en algunas cavernas de huesos, huesos humanos y aun fragmentos de vidriados mezclados con fósiles procedentes de mamíferos de especies perdidas. De ello han deducido algunos geólogos, que el hombre habia sido contemporaneo de los animales antediluvianos, y que la catástrofe que les ha destruido no ha sido mas que el diluvio de que se hace mencion en la Sagrada Escritura, y de que se encuentran vestigios en las tradiciones de todos los pueblos. Pero no está suficientemente demostrado, que los huesos humanos correspondan efectivamente á la misma época que los de los mastodontes y de los osos de las cavernas, y es creible que, despues de la revolucion geológica producida por el último levantamiento de los Alpes, se hayan esperimentado otras catástrofes de la misma naturaleza, determinadas, p. e. por el levantamiento de los Andes, siendo quizás preciso referir á la inundacion que ha debido acompañar la última de estas revoluciones, lo que nos ha sido revelado concerniente al diluvio de Noé. Es posible que un dia se obtengan pruebas científicas de ello, cuando se haya explorado mejor la geología de las partes del globo á que parece haberse limitado la especie humana en los primeros tiempos de su existencia, á saber la parte septentrional del Asia.

111. A estos aluviones antiguos se refieren los terrenos denominados *terreno errático*, cuya naturaleza indicamos explicando la hipótesis de su trasporte por los ventisqueros.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA DE TENARO.

Direccion N. 20.° O. á S. 20.° N.

112. Las modificaciones que acabamos de indicar, observadas en nuestra tierra moderna, al parecer han sido determinadas en parte por la catástrofe mas reciente, la del sistema de Tenaro, posterior al diluvio, y quizás tambien por algunos aluviones modernos. A este trastorno se refieren la aparicion del Etna, del Stromboli, de la somma del Vesubio, los accidentes de los campos Phlégréens, y las montañas de la punta meridional de la Morée que terminan en el cabo Tenaro. De esta época datan tambien los volcanes del Auvergne y del Vivarais. Parece que despues de este levantamiento hase elevado el gran tope montañoso de los Andes á consecuencia de la catástrofe, quizás la mas reciente, de que el globo ha sido teatro.

TERRENOS MODERNOS.

113. *Aluviones modernos.* — Sabemos que en nuestros dias se están formando terrenos nuevos ya por el derrame de materias igneas salidas del seno de la tierra, ya por los sedimentos que deponen las aguas. Estas formaciones contemporaneas del hombre constituyen los terrenos ó *aluviones modernos* de los geólogos.

A la última gran catástrofe de que hemos hablado en el artículo precedente, ha sucedido un estado de reposo general que quizás un dia será turbado por alguna nueva revolucion geológica, por el levantamiento de una gran cordillera de montañas y por el gran movimiento de las aguas que debe seguir á una convulsion de esta naturaleza. Entónces saldrán nuevas tierras del fondo de las aguas y probablemente contendrán despojos del armazon del hombre y de los animales actuales, huesosa

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

á la manera que los terrenos mas antiguos ocultan los desechos sólidos de los séres que nos han precedido en la tierra. Poseemos ya pruebas de que los acontecimientos de nuestros dias deben asemejarse á los de otros tiempos, pues en algunos terrenos modernos, cuya formacion continúa efectuándose á nuestra vista, se han encontrado esqueletos humanos adheridos á la sustancia de la roca, presentando ya los caractéres de los fósiles de los períodos terciarios. En la Guadalupe se ha descubierto uno de los ejemplos mas notables de este género (1).

114. *Formaciones madrepóricas.* — A lo predicho respecto de los terrenos de aluvion y de los fenómenos volcánicos debemos añadir, que la naturaleza apela tambien á otros medios para establecer nuevas tierras sobre el nivel de las aguas, y extender la parte habitable del globo. En los mares de los paises cálidos los pólipos abundan lo suficiente para que su envoltorio sólido, ó pólipero, constituya en muchos sitios arrecifes y aun islas que llevan el nombre de *formacion madrepórica*.

Criaderos de turba. — En algunas regiones tambien se acumulan los despojos de los vegetales en cantidad bastante para elevar considerablemente el suelo, y formar depósitos que tienen cierta analogía con los de ulla y otras materias carbonosas que se han formado en épocas anteriores, y se hallan sepultadas en terrenos mas ó ménos antiguos. De este modo se forman los *criaderos de turba*.

(1) En Sevilla, al abrir los cimientos para los pilares del magnífico puente construido sobre el Guadalquivir, se ha encontrado, en la orilla opuesta á Triana, una barca enterrada en el légamo. La caliza con que se construye el muelle de Cádiz y se arranca de varios puntos de aquellas costas, es un conglomerado de restos de conchas, en que se hallan embutidos individuos pertenecientes á géneros que actualmente viven.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

RESUMEN DE LA CLASIFICACION DE LOS TERRENOS.

115. La clasificacion precedente es, lo mismo que todas las propuestas por los geólogos, el resúmen de los rasgos principales de la historia del globo, segun los que se puede establecer la distincion de los terrenos y de las formaciones, la edad relativa de ciertos terrenos, y las circunstancias en medio de las que se constituyeron. Vemos que desde los tiempos mas antiguos se han formado en la superficie del globo numerosos depósitos sucesivos; pero no debemos olvidar que esta série de estratos geológicos no existe completa en todas las regiones y que probablemente no se halla reunida en ningun punto. En muchos lugares surgieron los terrenos antiguos ántes que hubiese podido formarse otro depósito en su superficie, y desde entónces no les han cubierto las aguas, de modo que actualmente constituyen la capa superior del suelo. Por otra parte los terrenos cambrianos ó silurianos no se han visto cubiertos por los depósitos del terreno devoniano y solo durante el período carbonífero les han sepultado nuevas capas de sedimento: aqui los terrenos carboníferos terminan la série y son superficiales; allí, por el contrario, les cubren los terrenos peneos, y en todas partes sostienen los terrenos jurásicos ó cretaceos. En otros términos, no solo pueden faltar completamente los estratos superiores de esta série de capas, si no tambien varias de las intermedias, sin que por ello se altere el órden general de su sobreposicion.

En el cuadro siguiente abarcarémos de una ojeada la série completa de los terrenos y por consiguiente de los principales períodos geológicos. Esta escala no comprenderá evidentemente mas que los terrenos sedimentarios, por ser casi imposible indicar un órden de sucesion á los de cristalizacion, puesto que se ofrecen en todas las alturas y en todas las capas.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

ÓRDEN DE SOBREPOSICION DE LOS PRINCIPALES DEPÓSITOS SEDIMENTARIOS.

Aluviones modernos. nº 113 . .	
Terreno diluviano ó Aluviones antiguos. nº 110	
Terreno sub-apenino ó terciario superior. nº 108	
Terreno de molasa ó terciario medio. nº 106	*Faluns.* *Piedra molar.* *Arenisca de Fontainebleau.*
Terreno de Paris ó terciario inferior. nº 104	*Yeso; caliza grosera.* *Arcilla plástica.*
Terreno nummulítico ó terreno cretaceo superior. nº 99,00 .	*Creta blanca.* *Creta margosa.*
Terreno cretaceo inferior. nº 97.	*Creta tufacea.* *Arenisca verde.* *Terreno neocomiano; depósito wealdiano.*
Terreno jurásico. nº 91	*Oolita superior ó grupo portlandiano.* *Oolita media ó grupo coraliano ú oxfordiano.* *Oolita inferior ó grande oolita.* *Lias.*
Terreno de trias. nº 86	*Margas irisadas.* *Muschelkalk.* *Arenisca abigarrada.*
Terreno peneo. nº 81	*Arenisca de los Vosges* *Caliza penea.* *Arenisca roja moderna.*
Terreno de la ulla. nº 76 . . .	*Arenisca de la ulla.* *Caliza carbonífera.*
Terreno devoniano. nº 72 . . .	*Arenisca roja antigua.* *Arenisca; esquistos antracitosos.*
Terreno siluriano. nº 68	*Calizas y esquistos.*
Terreno cambriano. nº 66 . . .	*Esquistos; calizas; gneis.*

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

116. Entre las otras clasificaciones geológicas mas universalmente admitidas, citarémos la de M. Constant Prevost cuyo plan general representa la tabla siguiente:

SUELOS	TERRENOS		
DE ACARREO	Terciarios. (*Paleoterianos*).	superiores .	*Pliocenes.*
		medios. .	*Miocenes.*
		inferiores .	*Eocenes.*
	Secundarios. (*Ammonianos.*)	superiores .	*Belemnitíferos.*
		medios. .	*Salíferos.*
		inferiores .	*Carboníferos.*
	Primarios. (*Trilobitianos.*)	superiores .	*Esquisto-cálcicos.*
		medios. .	*Esquisto-tálcicos.*
		inferiores .	*Esquisto-micácicos.*
PRIMITIVOS.			*Rocas granitoideas.*

Despues del estudio que acabamos de hacer de los terrenos que componen la corteza sólida de nuestro globo, es fácil comprender el valor de las divisiones y de la mayor parte de los nombres admitidos en esta tabla, y solo nos resta esplicar las voces *pliocenes*, *miocenes* y *eocenes*, que usan Lyell y algunos otros geólogos para designar los terrenos superiores, medios é inferiores mas recientes. Estas expresiones tienen por objeto principal representar las relaciones cronológicas de los diferentes depósitos terciarios á que se aplican, atendidas las relaciones entre las creaciones fósiles que cada uno de ellos contiene, á lo ménos en lo que concierne á los moluscos.

La voz *eocenes*, empleada para designar el mas antiguo de estos depósitos, significa que la fáuna testacea de estas capas comprende algunas especies actualmente vivas, estado de cosas que puede ser considerado como el principio de la edad moderna.

La *miocenes* indica, que el grupo á que se aplica contiene comparativamente menor número de especies recientes, y por

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

lo tanto que el grupo es ménos nuevo que los terrenos superiores denominados *pliocénicos*, ó

Pliocenes, nombre con que se quiere expresar que el número de especies recientes es mas considerable, y que este grupo es tambien mas moderno.

Las voces *terrenos paleoterianos*, *ammonianos*, *trilobitianos* y *belemnitíferos* indican los depósitos caracterizados por la presencia de los fósiles conocidos con los nombres de paleotherium, ammonites, trilobites y belemnites.

Por último añadirémos, que muchos geólogos denominan *terrenos paleozóicos* la série de estratos geológicos cuya formacion ha precedido la de los terrenos triásicos y está caracterizada por la abundancia de poliperos y de ciertas conchas; la presencia de fósiles pertenecientes al órden de los trilobites, ó al grupo de los peces sauroideos; la falta de huesos de aves y de mamíferos, etc.

FORMACION PLUTONICA Ó DE ORIGEN IGNEO.

117. En la reseña que precede de los principales terrenos constitutivos de la corteza del globo, apénas nos ha ocupado mas que el estudio de las rocas de orígen acuoso, por ser las únicas cuyo órden de aparicion conocemos con alguna exactitud; pero es necesario, para completar estas nociones relativas á la estructura del globo, fijar nuestra atencion en las rocas de formacion ignea.

Hemos visto, que en diversos puntos del globo el suelo está esencialmente constituido por rocas fundidas, al parecer anteriores á todos los depósitos estratificados conocidos, y que muchos geólogos consideran como pertenecientes al terreno primitivo, es decir á la primera corteza sólida debida al enfriamiento paulatino de las materias minerales en fusion, de que se cree formada la tierra en su orígen.

Por otra parte se encuentran rocas de la misma naturaleza cu-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

yo orígen es sin disputa mas reciente, pues han llenado las grietas existentes en los depósitos sedimentarios ó se han derramado en su superficie. Por último hemos visto tambien, que durante las erupciones volcánicas salen actualmente del seno de la tierra materias minerales fundidas por el calórico que, enfriándose, dan nacimiento á otras rocas que, como las precedentes, conservan caractéres que indican su orígen igneo.

118. El suelo debe pues su constitucion actual á dos séries de fenómenos, que han continuado sin interrupcion desde los primeros tiempos geológicos hasta el actual y que han determinado la formacion simultanea ó alternada de rocas plutónicas ó neptunianas. Fuera muy interesante poder establecer la historia sincrónica de estas formaciones y ver que parte les ha cabido á una y otra en la constitucion de cada uno de los terrenos que se han sucedido desde la inauguracion de la época primaria hasta la presente; mas no siendo nuestros conocimientos actuales suficientes para llenar cumplidamente esta tarea debemos concretarnos á indicaciones generales sobre este objeto.

Respecto de la cronología geológica, así como tambien de su naturaleza íntima, las rocas de orígen igneo se dividen en tres grupos; á saber, rocas granitoideas, rocas porfidoideas y rocas traquito-basálticas.

119. El grupo de las ROCAS GRANITOIDEAS comprende el granito, la sienita, la pegmatita, la diorita, etc.; es decir una série de rocas feldespáticas de cristales muy distintos, que toman una parte muy activa en la constitucion de los terrenos antiguos.

El *granito* ó *piedra berroqueña* es la roca mas abundante que hayan producido los derrames de la primera edad geológica. Está compuesta, dijimos, de tres especies de cristales muy distintos y agregados entre si, el feldespato, el cuarzo y la mica.

La *sienita* (así denominada por constituir en Sien, alto Egipto, rocas muy notables) es despues del granito la mas importante de este grupo. Aunque análoga por su aspecto, difiere por ser

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

ménos alterable y constar de cristales de amfíbol y contener poca ó ninguna mica.

La *protogina* es otra roca cristalina muy análoga tambien al granito, pero que contiene talco en vez de mica. El macizo del monte Blanco y de las montañas inmediatas hasta el monte Rosa está constituido por esta roca.

La *pegmatita* está compuesta esencialmente de cuarzo y feldespato: muchas veces contiene ademas mica y entónces no difiere del granito sino por su estructura, pues el feldespato es hojoso y los cristales de cuarzo se hallan como enclavados en la masa formada por el primero de estos minerales.

El granito, á mas de presentarse, como hemos dicho, muchas veces aislado constituyendo el suelo de diversas regiones, se halla intercalado en rocas de sedimento, de lo cual se ha deducido, que el derrame de las rocas graníticas no se ha limitado á los tiempos antiguos, sino que se ha prolongado hasta los últimos períodos geológicos.

Ha podido demostrarse que en ciertas regiones el granito es la mas antigua de las rocas de formacion ignea. Asi se vé, que en diversos sitios la sienita ha atravesado las masas de granito para derramarse al exterior, debiéndose concluir que la erupcion de esta sienita ha sido posterior á aquella cuyos productos, cristalizados por enfriamiento lento, habian dado orígen al granito atravesado de esta suerte. La formacion de la protogina data, al parecer, de una época posterior á la deposicion de los esquistos talcosos de que nos ocupamos al hablar de los terrenos antiguos. La pegmatita es tambien mas moderna que los granitos antiguos, pues á veces se la encuentra en filones en esta roca.

120. Se conocen con el nombre de PÓRFIDO las rocas fundidas en que se distinguen cristales feldespáticos envueltos por una pasta feldespática compacta, que muchas veces contiene tambien cuarzo ó amfíbol, ó tambien talco. Lo mismo que las rocas granitoideas, son muy antiguas; pero por su estructura

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

establecen hasta cierto punto el tránsito entre estas y otros depósitos pirógenos, cuya textura es mas granosa y cuyo papel es importante en la constitucion de terrenos secundarios, p. e. las serpentinas y trapps. Muchos geólogos consideran estas diversas rocas como constitutivas de un grupo natural ó familia y les dan el nombre comun de *rocas porfidoideas*.

La especie de pórfido llamada *pórfido sienítico*, fuera una sienita si sus diversos elementos, en vez de formar una especie de pasta, estuviesen separados en cristales distintos. Parece que se derramó del seno de la tierra durante los períodos primarios. El *pórfido rojo de Egipto* ó *rojo antiguo*, que en la antigüedad se empleaba para construir baños, sepulcros y diversos objetos de adorno, pertenece á esta roca y se encuentra en las montañas intermedias entre el Nilo y el mar Rojo. El pórfido negro es comun en el terreno de ulla.

La *serpentina*, que los geólogos incluyen en el grupo de las rocas porfídicas, data, al parecer, de una época mas reciente que las mas de las precedentes; ha debido derramarse tambien en diversas épocas, pues se la encuentra intercalada en los depósitos de los terrenos silurianos y carboníferos, mezclada con los bancos de la caliza jurásica y hasta sobrepuesta á la creta.

Las rocas que los geólogos conocen con el nombre de *trapp*, pertenecen tambien á los terrenos mas antiguos. Abunda entre las capas del terreno de la ulla; en algunas partes de Inglaterra y Escocia atraviesa el terreno jurásico así como en Irlanda se expande sobre el terreno cretaceo, de modo que forma hiladas vastísimas; muchas veces alterna con otra roca de la misma familia, la *eurita*, y forma grandes masas dispuestas de modo que remedan una escalera gigantesca.

121. Otro grupo de rocas igneas, cuyos representantes principales son los *basaltos* y los *traquitos*, al parecer no tomó orígen hasta la época en que terminaron los períodos secundarios, y desempeña un papel importante en la constitucion de los terrenos de las épocas cretaceas y terciarias.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Los basaltos, como hemos dicho (nº 40) son rocas grisáceas, en apariencia homogeneas, pero que, examinadas con el microscopio, se presentan compuestas de granos distintos de piroxena, peridoto é hierro titanado, reunidos por una pasta vitrea negruzca, formada de feldespato y piroxena. Las corrientes basálticas se encuentran ya entre los depósitos estratificados del terreno cretaceo inferior, han continuado produciéndose durante los períodos terciarios, y en algunos puntos del globo, p. e. Islandia, se forman actualmente; pero en general no se hallan, como estos últimos, en conexion con cráteres de volcanes y constituyen grandes lienzos notables por su disposicion á dividirse de una manera regular en largos prismas paralelos. Estos prismas forman manojos enormes separados por espacios huecos, cuya disposicion ha producido las magníficas columnatas naturales de las grutas de Fingal (isla de Staffa) y la gruta denominada de los *Quesos*, situada entre Treves y Coblentza.

Los *traquitos* tambien constituyen depósitos pirógenos de grande extension en diversos puntos de la superficie del globo. Su naturaleza mineralógica es muy variable; pero su base es constantemente una masa confusa de cristales microscópicos de albita mezclados con cristales mas ó ménos voluminosos de la misma sustancia, y á veces de ortosa, mica, amfíbol ó piroxena y aun de cuarzo. A veces la pasta traquítica ha tambien amalgamado piedra pómez, cantos rodados, fragmentos de rocas ó de materias terreas, de modo que constituye conglomerados ó pudingas.

Parece que el orígen de los traquitos es posterior al de los basaltos. No se encuentran en los terrenos cretaceos y los mas antiguos se refieren al período de los terrenos terciarios inferiores. Los de Cantal son los mas modernos, pues descansan sobre un depósito de agua dulce que pertenece á los terrenos terciarios medios. Por último en el período actual esta misma

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

especie de roca ha surgido del seno de la tierra para formar la isla de Santorin y los puntos culminantes de Tenerife.

122. Para terminar la enumeracion de las principales rocas de orígen igneo, que han tomado parte en la constitucion de los diversos terrenos de la corteza sólida del globo, solo nos resta mencionar las lavas y los otros productos volcánicos cuyo estudio nos ha ocupado en los párrafos que hemos consagrado al exámen de los fenómenos geológicos de la época actual.

123. La erupcion de las materias que constituyen estas diversas rocas de orígen igneo se ha verificado, como hemos visto, de una manera sucesiva desde los tiempos mas remotos hasta nuestros dias, y todo induce á creer, que estas grandes erupciones han coincidido ó aun causado estas dislocaciones del suelo y estos levantamientos de que no solo dependen la discordancia de estratificacion entre las diversas capas sedimentarias del suelo, sino tambien la formacion de las montañas, islas y continentes.

124. Harémos tambien observar, que el calor desprendido de estas inmensas corrientes de rocas fundidas ha determinado muchas veces cambios considerables en la estructura de las rocas que han atravesado ó vuelto á cubrir, y que de esta manera varios depósitos neptunianos han adquirido una testura cristalina y una semejanza suma con las rocas plutónicas (nº 57). Esto se observa en muchas localidades en que una misma roca neptuniana se presenta con sus caractéres primitivos á cierta distancia de las corrientes pirógenas, y adquiere los caractéres de las *rocas metamórficas* de un modo mas y mas manifiesto por la proximidad de estos focos caloríferos. Así el gneis ha adquirido, al parecer, la estructura particular á esta roca, y las calizas sedimentarias fueron transformadas en mármoles cristalinos (1).

(1) Entre Almandoz y Berrueta, Pirineos de Navarra, se encuentra una caliza de la formacion de la creta, convertida en mármol hermoso por la influencia de una erupcion porfídica.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

125. Filones. — Los movimientos del suelo que acompañan estos levantamientos, ó que fueron producidos por terremotos ú otros accidentes geológicos análogos han determinado la formacion de una multitud de hendiduras en la sustancia del mismo suelo. Las rocas igneas, enfriándose y á consecuencia de los fenómenos de retraccion que acompañan siempre al descenso de temperatura en masas heterogeneas, se han rajado tambien de diversos modos; los amontonamientos por acarreo han debido producir tambien dislocaciones del mismo género y los huecos que así se formaron en la sustancia de la corteza terrestre muchas veces se llenaron posteriormente de materias fundidas. Al hablar de los fenómenos volcánicos de la época actual hemos dicho ya, que así se inyectaron lavas y otras rocas pirógenas en las rajas del suelo constituyendo vetas y dikes. Otras materias minerales, que parecen surgidas del seno de la tierra, han ido á ocupar estas rajas, de modo que independientemente de las masas inmensas de rocas plutónicas y de las grandes capas de rocas neptunianas de que está esencialmente constituido el suelo, la corteza sólida del globo contiene una multitud de depósitos que no tienen mas que una importancia geológica secundaria y que se constituyeron despues de los terrenos sobre que descansan.

Las *vetas metalíferas*, en que se encuentra gran parte de las riquezas minerales del globo, se formaron del modo predicho y no difieren de las graníticas, basálticas y otras mas que por la naturaleza de sus principios constituyentes (1). Se ignora todavía cuales son las relaciones de estas especies de venas minerales con la parte inferior del suelo; pero muchas veces ha sido posible seguirlas hasta su extremidad superior y ver que terminan en ellas en masas muy tenues. No es raro que se crucen en sentidos diversos; y de un atento estudio se infiere, que se cons-

(1) A veces se da el nombre de *filon* á la hendidura ó laguna en que el mineral se acumulara; pero en general indica el depósito contenido en las oquedades del suelo.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

tituyeron en épocas diversas y que las de una misma época tienen una composicion análoga y son paralelas entre si.

126. Con la tabla siguiente abarcarémos de una ojeada la sucesion de los principales levantamientos que han contribuido á dar á la superficie del globo su relieve actual; pero, al dar á estos diversos levantamientos nombres sacados de las montañas que surgieron, es necesario tener presente, que, en los mas de los casos, el relieve actual de estas grandes protuberancias del suelo no es resultado de un levantamiento único, sino de varios movimientos sucesivos. Así cree Elio de Beaumont, que los Pirinéos, á pesar de ser una de las cadenas mas sencillas y regulares que se conocen, son resultado de varios movimientos sucesivos; pero el último, y por consiguiente el de que depende la configuracion actual de esta cadena de montañas, es el que en la nomenclatura siguiente toma su nombre. Lo que acabamos de decir del sistema de los Pirinéos es tambien aplicable á todos los demas.

Esta tabla contiene tambien la indicacion de los terrenos que se han constituido entre estos diversos levantamientos.

TABLA GENERAL DE LOS PRINCIPALES LEVANTAMIENTOS DEL SUELO.

Levantamiento del sistema de Tenaro.

Orígen del Etna, del Vesubio, y quizás de los volcanes apagados de Auvergne; enderezamiento de la costa Sur de la Morea hasta el cabo Tenaro.

Terreno diluviano.

Depósitos diluvianos en la Toscana, etc.

Levantamiento del sistema de la cadena principal de los Alpes desde el Valais hasta Austria.

Terreno terciario superior.

Terrenos sub-apeninos; arenas de los Landes; aluviones antiguos del Beauce; tobas de osamentos de Auvergne.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Levantamiento del sistema de los Alpes occidentales.

Terreno terciario medio.

Faluns de Torena ; arenas de Soloña ; caliza de agua dulce con lignitos en el mediodia de Francia.

Levantamiento del sistema del Tatta.

Enderezamiento de las capas de la isla de Wight.

Piso inferior del terreno terciario medio.

Arenisca de Fontainebleau.

Levantamiento del sistema de Córcega y Cerdeña.

Terreno terciario inferior.

Margas con yeso ; caliza grosera de Paris ; arcilla plástica ; lignitos de Soissonnais.

Levantamiento del sistema Pirenaico.

Cadena de los Pirineos y Apeninos.

Terreno nummulítico.

Caliza de la cuenca del Adour.

Terreno cretaceo superior.

Creta de Meudon , etc.

Levantamiento del sistema del monte Viso.

Terreno cretaceo inferior.

Creta tobacea ; arenisca verde ; terreno neocomiano ; depósitos wealdianos.

Levantamiento del sistema de la Cote-d'or.

Monte Pila, Cévennes , Erzgebirge en Sajonia.

Terrenos jurásicos.

Hilada oolítica superior (caliza de Portland ; arcilla de Kimmeridge y de Honfleur).

Hilada oolítica media (oolita de Oxford y caliza de Lisieux ; arcilla de Oxford y de Dives).

Hilada oolítica inferior (caliza de poliperos ; grande oolita , caliza

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

de Caen ; margas y calizas de belemnitas ; lignitos del Tarn y del Lozère).

Lias ó caliza de grifitos arqueados ; arenisca del lias ; dolomia.

Levantamiento del sistema de Turingerwald.

Montañas de Morvan.

Terreno Liásico.

Margas irisadas con depósitos de yeso y sal (lignitos de Alsacia y Lorraine).

Muschelkalk ;

Arenisca abigarrada.

Levantamiento del sistema del Rin.

Montañas de los Vosges y del bosque negro.

Arenisca de los Vosges.

Levantamiento del sistema de los Paises Bajos.

Porcion Sur del pais de Gales.

Terrenos peneos.

Zechstein ó caliza magnesiana ; arenisca roja moderna.

Levantamiento del sistema del Norte de Inglaterra.

Terreno de ulla.

Levantamiento del sistema de Forez.

Terreno carbonífero.

Caliza carbonífera ; caliza de las montañas y millstone-grit de Inglaterra.

Levantamiento del sistema de Ballons.

Ballons de los Vosges; colinas del Bocage y de Normandía.

Terreno devoniano.

Arenisca roja antigua ; caliza carbonífera de Escocia ; terreno antraxífero del Loire inferior.

Levantamiento del sistema de Westmoreland.

Terreno siluriano.

Caliza de Dudly ; esquistos pizarrosos de Angers.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Levantamiento del sistema del Morbihan.

Terreno cumbriano.

Esquistos paleozoicos de Cumberland y de Bretaña.

Levantamiento del sistema de Longmynd.

Porcion de los terrenos antiguos.

Esquistos antiguos de Bretaña, cerca de Morlaix; gneis de Normandía, cerca de Vire y Avranches.

Levantamiento del sistema de Finisterre.

Porcion de los terrenos antiguos.

Esquistos de la rada de Brest; rocas de la costa meridional del golfo de Finlandia, etc.

Levantamiento del sistema de la Vendée.

Porcion de los terrenos antiguos.

Esquistos verdes de Bella-Isla; micasquisto de Redon y Pontivy.

MINAS: COMBUSTIBLES: DEPÓSITOS METALÍFEROS: PIEDRAS PRECIOSAS.

127. Las diversas rocas de que hasta aquí hemos hablado deben ser consideradas como las partes constitutivas de la corteza sólida del globo, la cual formaron, por decirlo así, de un modo casi exclusivo; pero en la tierra tambien existen otras sustancias minerales que, á pesar de constituir masas muy pequeñas para representar un papel importante en la formacion dicha, no deben fijar ménos nuestra atencion por su belleza ó utilidad; tales como las piedras preciosas, los minerales de que se extraen los diversos metales empleados en la industria, y la ulla qne usamos como combustible.

Las excavaciones mas ó ménos profundas que se abren en la tierra para extraer estas sustancias tienen el nombre de *minas*, al paso que se reserva el de *canteras* para las excavacio-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

nes practicadas con el obgeto de extraer piedra, arena etc. ú otras partes constitutivas de nuestro planeta.

COMBUSTIBLES.

128. Desde los terrenos graníticos hasta las capas mas recientes de la corteza del globo, se hallan en mayor ó menor abundancia sustancias combustibles, que por su color negro, su opacidad y su composicion son mas ó ménos parecidas al carbon ordinario, y que proceden de la descomposicion de los vegetales sepultados en el seno de la tierra. Estas sustancias tienen el nombre de *turba*, *lignito*, *ulla*, *antrácita* y *grafito*.

La *turba* es la sustancia carbonosa de formacion mas reciente. Es una materia parda ó negruzca, esponjosa, compuesta de restos de vegetales entrelazados, comprimidos y penetrados por el légamo; contiene casi siempre fragmentos de yerbas secas perfectamente reconocibles, y resulta de la acumulacion de ciertas plantas que crecen en abundancia en los pantanos. Se distinguen dos variedades; la turba de los pantanos y la turba marina.

129. El *lignito* tiene una testura fibrosa parecida á la de la madera y despide, al arder, un olor acre y picante; se le encuentra diseminado, ó en bancos en las diversas capas de terrenos de sedimento terciarios ó secundarios superiores.

130. La *ulla* se encuentra dispuesta en lechos ó en bancos continuos, que alternan con areniscas mezcladas con los esquistos arcillosos, ó en ciertas calizas compactas, y constituyen con estas capas los terrenos ullíferos situados, como hemos visto ya, en el límite superior de los terrenos de transicion. No se encuentra la ulla en los terrenos devonianos, ni en los silurianos y cambrianos, y en general ocupa cuencas muy circunscritas como hemos dicho al estudiar el terreno carbonífero.

El orígen de la ulla no es dudoso: esta sustancia resulta evidentemente de una alteracion del tejido de diversos vegeta-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

les enterrados en el seno de la tierra en masas inmensas y desde tiempo incalculable. Estudiando con el microscopio delgadas láminas de ulla se han encontrado hasta vestigios muy distintos de organizacion vegetal, y multitud de fragmentos de plantas conservadas con una rara perfeccion, y pertenecientes á centenares de especies diferentes que ya no existen en la superficie del globo.

De todos los paises de Europa la Inglaterra es la que posee los criaderos de ulla mas extensos, mas ricos y mejor situados. La superficie total de los terrenos de ulla de la gran Bretaña es de mas de 1.500,000 hectares; la de los terrenos de Bélgica de 135,000 y la de los de Francia de 280,000 hectares.

131. La *antrácita* es lisa, opaca, de una testura parecida á la de diferentes piedras, y solo arde muy dificilmente sin llama y casi sin humo; en fin difiere tambien del grafito en que no deja mancha negra sobre el papel. Se la encuentra entre los micasquistos, gneis, etc., pero sobre todo en los terrenos de transicion superiores.

Los betunes nafta ó petroleo, asfalto y retinasfalto fueron estudiados en los nos 287, 288 y 289 de Mineralogía.

DEPÓSITOS METALIFEROS.

132. En el seno de la tierra existe tambien una cantidad considerable de materias metálicas mas ó ménos diseminadas en las imensas rocas constitutivas de su superficie, como vimos en mineralogía, y que son de utilidad suma para el hombre.

Se da el nombre de *mineral* á las sustancias de que se extraen los metales; el de *criadero* á la disposicion del depósito metalífero, y el de *ganga* á la roca en que el mineral se halla embutido. Sabemos que los metales raras veces se hallan nativos, y que casi siempre están combinados con azufre, oxígeno, ó alguna otra materia que modifica sus propiedades, y les hace inapreciables á primera vista.

Los depósitos metalíferos unas veces afectan la forma de capas paralelas á las hiladas de los terrenos estratificados, en que

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

se les encuentra, y constituyen los denominados *bancos* de minerales; otros no se presentan estratificados y forman masas que ninguna relacion de orígen tienen con las rocas inmediatas y con frecuencia parecen haberse depuesto en las hendiduras ó rajas de las rocas despues de la produccion de estas. Estos depósitos metalíferos no estratificados, cuando son mas elevados y mas largos que anchos, constituyen lo que se denomina *filones metálicos;* cuando afectan la forma de grandes masas redondeadas ú ovalares *masas*, y por último cuando las masas son pequeñas y se hallan diseminadas en las rocas que las contienen, *nódulos*, *nudos* y *roñones*.

En las capas mas antiguas de la corteza sólida del globo se hallan los terrenos mas ricos en metales, y en los paises montañosos se explotan la pluralidad de las minas. Los depósitos de minerales, despues de haberse manifestado en abundancia en las rocas de gneis, de micasquisto, en los terrenos porfídicos, etc., se terminan generalmente en regiones inferiores de los terrenos secundarios. Los pisos superiores de estos y la mayor parte de los terciarios no los contienen; pero en algunas localidades se hallan minerales profusamente diseminados en terrenos de aluvion de una época muy reciente, y que parecen estar compuestos de despojos de rocas antiguas.

RESUMEN DE LA DISTRIBUCION GEOLÓGICA DE LOS MINERALES.

La enumeracion siguiente de los principales criaderos metalíferos dará á conocer el modo como están distribuidas las riquezas minerales en las distintas capas de la corteza del globo.

133. *Minas de los terrenos antiguos ó de transicion.* — Los geólogos refieren á estas épocas remotas de la historia geológica los terrenos de que se componen casi todas las comarcas montañosas en que abundan las minas, sea en Europa ó en Asia, sea en el Nuevo Mundo. La region metalífera mas rica es la formada por la larga cadena de las Cordilleras en la Améri-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

ca española; la plata es el metal alli mas abundante; pero no dejan de encontrarse tambien minas de oro, de mercurio, de cobre, de plomo y de sal gemma. Hemos indicado ya en Mineralogía los diversos yacimientos de estos metales, al hacer la historia particular de cada uno de ellos.

Las minas argentíferas mas célebres son las de la montaña del Potosí, en el alto Perú, las de Pasco y de Cero situadas cerca de Lima, y las de Mégico; todas están situadas en los terrenos de transicion.

Los terrenos antiguos de que están formados los montes Altaï, en Siberia, tambien contienen ricos filones de oro, plata, cobre, plomo etc., lo mismo que los montes Urales que forman el límite natural entre Europa y Asia.

En Hungría y Transilvania tambien existen numerosas minas de oro, de plata y de plomo, así como criaderos de cobre, etc. Las montañas de Erzgebirge, situadas entre Bohemia, Sajonia y las partes vecinas de la Alemania oriental, forman otra region metalífera de suma importancia: las minas de estaño, de plata y de cobalto de las inmediaciones de Freyberg son muy célebres: las de las montañas de Hartz en el norte de Alemania son igualmente ricas en plata, plomo y cobre: en el terreno antiguo de Suecia, de Noruega y de Finlandia existen tambien muchas minas de hierro y de cobre. La Inglaterra posee minas de cobre, de estaño y plomo muy ricas, situadas en los terrenos antiguos de Cornouailles en el pais de Galles; y en la Bretaña las hay tambien de plomo argentífero. Por último en las montañas de los Vosges se explotan plomo y cobre argentíferos, hierro, etc.

134. *Minas de los terrenos secundarios.*—Las hiladas inferiores de los terrenos secundarios contienen, como hemos visto ya, los depósitos de ulla, muy cerca de los que, en ciertas localidades, se hallan otros de abundantes minerales de hierro. A esta época geológica parece referirse tambien la formacion de

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

ciertas areniscas, en que se encuentra cobre, como en Chessy, y plomo, como en los alrededores de Aix-la-Chapelle.

La caliza magnesiana de la division de los terrenos penéos contiene minas de mercurio de gran celebridad, como las de Almaden, en Sierra Morena cerca de Sevilla, de Idria etc. Las de cobre argentífero de Mansfield y de Hesse yacen tambien en terrenos de este período y proporcionan grandes productos.

Las capas sedimentarias siguientes (es decir el terreno triásico) contienen minas de sal gemma en abundancia. Por último la caliza oolítica y las capas de arenas y areniscas inferiores á la creta contienen un gran número de criaderos de minerales de hierro.

135. *Minas de los terrenos terciarios inferiores.* — Estos terrenos apénas contienen mas que algunas minas de hierro y de lignito poco importantes.

136. *Minas de los terrenos de trasporte* (terciarios superiores, diluvianos ó modernos). — Estos terrenos, producidos por la desagregacion de rocas mas antiguas, muchas veces contienen minerales que pueden haberse hallado en ellas, y es como podemos esplicar la presencia de las partículas de oro, de platino, de estaño y de otros metales, en las arenas de diversos rios y en los terrenos de aluvion de época mas ó ménos reciente. Por último en los terrenos de trasporte se encuentran tambien minerales de hierro, turba y piedras preciosas.

PIEDRAS PRECIOSAS.

137. Así se denominan los minerales que por su color, su brillo, su limpieza y su escasez, son buscados para objetos de adorno y atavío. Se da el nombre de *gemmas* ó *piedras finas* á las mas notables por su dureza y hermosura y que no se ofrecen mas que en volúmen muy reducido. Se las encuentra bajo la forma de cristales diseminados en rocas muy antiguas, como el granito, el gneis y el micasquisto, ó bien mezcladas con los

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

despojos procedentes de rocas análogas y que constituyen terrenos de aluvion de una formacion muy reciente, puesto que se les refiere á la clase de los diluviales ó de trasporte. El diamante, p. e., hasta la fecha no ha sido hallado mas que en un terreno arenaceo de esta formacion en el Brasil y en las Indias; los topacios se ven en los mismos terrenos, ó se les encuentra á veces implantados en el granito, etc.; las esmeraldas se hallan igualmente en las rocas de micasquisto de Egipto, del Perú, etc.

RESUMEN ACERCA DE LAS REVOLUCIONES DEL GLOBO.

138. Hemos visto, que la forma de la tierra se acomoda con exactitud á la que el cálculo asigna á una masa flúida animada de un movimiento de rotacion, y en consecuencia deducido, que nuestro globo se halló primitivamente en el estado flúido ó pastoso.

La fluidez primitiva de la tierra ha sido efecto de una fusion ignea. A consecuencia del enfriamiento de la superficie se ha consolidado una primera película, que en seguida fue rota, dislocada y trastornada, ofreciendo todos los fenómenos análogos á los de un vasto deshielo en los mares congelados del polo. El agua se precipitó en seguida en las rocas cristalinas formadas desde el principio, luego dió nacimiento á numerosos depósitos sedimentarios, que por catástrofes sucesivas se han levantado, y cuyo órden de sobreposicion y edad relativa hemos estudiado.

En la formacion de estos sedimentos de diversas épocas la creacion orgánica aparece por períodos diversos, durante cada uno de los cuales la vida se manifiesta en séres particulares, que en seguida son destruidos por los trastornos geológicos.

Al discurrir sobre la inmensidad del tiempo que sin duda empleó la naturaleza para efectuar tantos y tales cambios, y elevar unas sobre otras estas regiones gigantescas de rocas di-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

versas, la imaginacion se embarga, se espanta; y cuando se ven creaciones completas de plantas y de animales cubrir la superficie de la tierra y poblar las aguas, luego desaparecer hasta el punto de no dejar, para memoria de su existencia, mas que algunos restos mutilados y ceder el campo á una flora nueva y á una fauna nueva, destinadas á sufrir á su vez una suerte análoga, quedamos atónitos y nos preguntamos, si el Autor de maravillas tan sorprendentes reserva á nuestra tierra actual alguna catástrofe que señale el término de la tranquilidad que disfrutamos.

Si interrogamos las perturbaciones cuya série acabamos de estudiar, ellas se nos ofrecen como un mecanismo necesario de la vida del globo, sin que columbremos ninguna ley que pueda asegurarnos una calma indefinida. Hemos visto catástrofes las mas espantosas suceder á débiles accidentes; los terrenos interrumpidos mas ó ménos bruscamente en su formacion y regiones enteras dejadas en seco ó sumergidas alternativamente. Nada nos anuncia que vaya debilitándose la energía de las fuerzas subterraneas, y los terribles sacudimientos que hemos descrito, al estudiar los fenómenos de que es teatro nuestro globo, prueban suficientemente que no son inmutables los fundamentos de la tierra. La idea de un fin y la anexa á una renovacion de cosas se nos presenta, pues, como una consecuencia posible y natural de la historia pasada de nuestro planeta, y tiene acceso en las creencias y esperanzas religiosas de todos los pueblos, como el recuerdo del diluvio en sus tradiciones.

PALEONTOLOGIA.

139. La paleontologia es la ciencia que tiene por objeto el conocimiento de las razas de animales y vegetales que en otro tiempo poblaron la superficie del globo, y cuyos despojos ó vestigios fósiles encontramos en distintas especies de terrenos. Este conocimiento, sumamente útil para la filosofía natural,

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

no se adquiere sino de un modo incompleto, pues que únicamente pueden darlo los predichos restos de las partes sólidas de estos séres que se han conservado en las capas muebles ó estratificadas de la tierra, á causa de haber sido las blandas disueltas por el agua ó absorbidas por las sustancias minerales en que se encuentran sus despojos.

Los fósiles, hemos visto, se hallan sepultados en el seno de la tierra desde el terreno siluriano hasta el depósito que resultó de la última irrupcion de aguas que conocemos con el nombre de diluvio. Hechas las indicaciones que, al ocuparnos el estudio especial de aquellos terrenos, nos competian para caracterizar cada uno con los animales y vegetales que en sus capas se encuentran, hemos comprendido que las generaciones se han sucedido unas á otras, tomando formas nuevas y mas complicadas. Pero, por si nuestro sistema fuese una infraccion al programa preinserto y para que este no aparezca mutilado en esta parte, resumirémos lo que llevamos expuesto en la forma siguiente.

En el reino vegetal las criptógamas vasculares han aparecido casi desde el principio de las cosas, y en seguida adquirido un desarrollo que hoy dia nos es desconocido; las farenógamas gimnospermas en la época del terreno de la ulla; las monocotiledoneas no se desarrollan de un modo evidente hasta despues de la creta, y las dicotiledoneas aparecen mas tarde en medio de los terrenos terciarios.

En otro tiempo se creia que la naturaleza, creando los animales y las plantas, habia siempre procedido de lo simple á lo complexo, y que las especies que se han sucedido en las diversas épocas geológicas presentaban una organizacion tanto mas perfecta cuanto mas tardía era su aparicion en la sucesion de los tiempos. Es cierto que en los terrenos mas antiguos no se encuentran vestigios de las plantas ó de los animales mas perfectos, y que hasta la época mas reciente la potencia creatriz no ha presentado sus obras póstumas: mas parece que nunca

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

ha sido regular su marcha ascendente. Así los vegetales dicotiledoneos aparecen mucho ántes que los monocotiledoneos, á pesar de serles estos inferiores, y desde los periódos mas remotos de la historia del globo se hallan ejemplos de cada uno de los grupos principales del reino zoológico. En los mares en que se depusieron los terrenos devonianos no solo vivian zoófitos y moluscos, si que tambien anillados y vertebrados. Los peces del período de la ulla ofrecen un desarrollo orgánico superior al de los peces actuales: los reptiles de los terrenos jurásicos estaban dotados de una estructura mas poderosa que los de nuestros dias. En la arenisca abigarrada se notan pisadas de aves de talla gigantesca; y, entre los otros vertebrados, solo los mamíferos mas perfectos son los que al parecer se han creado en época mas tardía. El hombre data del período mas reciente; sus despojos se hallan únicamente en los aluviones depuestos tras la gran catástrofe de que, al parecer, surgieron los Alpes principales.

FIN DEL CUADERNO DE MINERALOGIA Y GEOLOGIA.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

EXPLICACION DE LAS LAMINAS.

LAMINA I.

FIG. 1. Soplete: - FIG. 2. Diversas partes de la llama de una vela: FIG. 3. Llama de una bujía á cuyo centro se halla dirigido el pico del soplete: - *F*. 4. Pinza de platino con que se expone al dardo del soplete la pieza de ensayo: - *F*. 5. Cubo en que se halla comprendido un octaedro, dispuesto para demostrar las relaciones mutuas de estos dos sólidos y la posicion de sus ángulos y de sus caras relativamente á los tres ejes *i*, *m*, *n*. - *F*. 6. y 7. Goniómetro de aplicacion.

FIG. 6. Compas formado de dos *alidadas* (*A* y *B*) destinadas á medir el ángulo diedro del cristal *d*: - *F*. 7. Medidor sobre el que se hallan aplicadas las alídadas, cuya abertura indica el valor del ángulo del cristal *d*, de la fig. precedente - *F*. 8. Goniómetro de reflexion de M. Babinet. - *F*. 9. Figura destinada á demostrar la generacion del dodecaedro sobre el cubo, por un *decremento* de una hilera de moléculas en altura y otra en anchura, sobre cada cristal de este último sólido, es decir, paralelamente á cada una de estas aristas. - *F*. 10. Figura destinada á explicar la disimetría aparente de los cristales de *boracita* por la disposicion de moléculas tetraédricas sobre los ejes paralelos entre si. - *F*. 11. Cristal cúbico de la *pirita amarilla*, en que se ven estrías paralelas á las aristas, y que pueden ser consideradas como índices de facetacion. - *F*. 12. Grupo de pequeños cristales cúbicos facetables segun las caras de union: - *F*. 13. Grupo de cristales romboidales reunidos rectangularmente en forma de cruz (*Estaurótida*).

LAMINA II.

FIG. 1 á 28. FORMAS CORRESPONDIENTES AL PRIMER GRUPO CRISTALINO. - *F*. 1. *Cubo*, forma típica del primer grupo cristalino: - *F*. 2 y 3. Figuras de tránsito conduciendo al octaedro (f. 4.) por una truncadura en cada ángulo sólido del cubo. - *F*. 4. *Octaedro regular*. - *F*. 5 y 6. Cubos truncados simétricamente en cada arista

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

conduciendo á la fig. 7. -*F* 7. *Dodecaedro romboidal*. *F*. 8. y 9. Sólidos de tránsito conduciendo del octaedro (f. 4.) al dodecaedro romboidal por truncaduras en las doce aristas del primero , y recíprocamente , del dodecaedro romboidal (f. 7) al octaedro , por truncaduras simétricas en ciertos ángulos del primero : - *F*. 10. Cubo modificado en cada uno de los cuatro ángulos sólidos por tres truncaduras , conduciendo á la fig. siguiente.

FIG. 11. *Trapezoedro* : - *F*. 12. Octaedro modificado por un apuntamiento cuádruplo en cada uno de sus ángulos sólidos, conduciendo al trapezoedro de la fig. precedente. - *F*. 13. Octaedro modificado por dos truncaduras en cada una de sus aristas , conduciendo á la fig. siguiente. -*F*. 15. *Hexaquisoctaedro*, resultante de seis truncaduras en cada uno de los ángulos sólidos del cubo : -*F*. 16. *Octokisexaedro* : - *F*. 17. Cubo modificado por dos truncaduras en cada una de sus aristas , conduciendo á la fig. siguiente. - *F*. 18. *Hexatetraedro* ó *cubo piramidal* : - *F*. 19. Figura de tránsito del octaedro (f. 4) al tetraedro regular de la figura siguiente.

FIG. 20. *Tetraedro regular* : - *F*. 21. Tetraedro modificado por una truncadura en cada una de sus aristas , conduciendo á la fig. siguiente. - *F*. 22. Cubo disimétrico de la *boracita* , generado por modificaciones disimétricas en el cubo , como lo indica la fig. precedente.

FIG. 25. *Dodecaedro pentagonal* : - *F*. 26. *Icosaedro* : *F*. 27. Figura destinada á indicar las relaciones entre el dodecaedro pentagonal y el icosaedro. - *F*. 28. Figura destinada á patentizar las relaciones de tres sólidos regulares (*cubo*, *octaedro* y *tetraedro*) que dominan todas las formas del primer grupo cristalino.

FIG. 29 y 30. FORMAS DEL SEGUNDO GRUPO CRISTALINO. - *F*. 29 *Prisma recto de base cuadrada* , forma típica del segundo grupo cristalino : - *F*. 30. *Octaedro de base cuadrada* generado por truncaduras en las aristas de las dos bases del prisma.

FIG. 31 , 32 y 33. FORMAS DEL TERCER GRUPO CRISTALINO - *F*. 31. *Prisma recto de base rectangular*, forma típica del tercer grupo cristalino : - *F*. 32. *Prisma recto de base romboidal* : - *F*. 33. *Octaedro de base rectangular*, producido por truncaduras en las dos especies de aristas de las bases del prisma recto rectangular.

FIG. 34, 35 y 36. FORMAS DEL CUARTO GRUPO CRISTALINO.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

F. 34. *Romboedro*, forma típica del cuarto grupo cristalino: - *F.* 35. *Escalenoedro* resultante de truncaduras desigualmente inclinadas en las seis aristas laterales del romboedro: - *F.* 36. *Octaedro* producido por una truncadura en cada ángulo vértice del romboedro.

FIG. 37 á 40. FORMAS DEL QUINTO GRUPO CRISTALINO. - *F.* 37. *Prisma oblicuo romboidal*, forma típica del quinto grupo cristalino: - *F.* 38. *Prisma oblicuo rectangular*, producido por truncaduras en las aristas del plano romboidal: - *F.* 39. *Prisma de seis caras simétricas*, resultante de truncaduras que no afectan mas á que las aristas verticales de una misma especie en el prisma romboidal: - *F.* 40. *Octaedro escaleno de base romboidal*.

FIG. 41 y 42. FORMAS DEL SEXTO GRUPO CRISTALINO. - *F.* 41. *Prisma oblicuo de base de paralelógramo oblicuángulo*, forma típica del sexto grupo cristalino: - *F.* 42. Cristal de *axinita* resultante de modificaciones simultaneas en varias partes del prisma precedente: - *F.* 43. Dos placas de turmalina cruzadas en ángulo recto, siendo el espacio comprendido entre ellas completamente oscuro: - *F.* 44. Anillo circular colorado de una sustancia de un eje atravesado por una cruz negra: - *F.* 45. Anillo colorado elíptico de una sustancia de dos ejes, atravesado únicamente por una faja negra: - *F.* 46. Pinza de placas de turmalina destinada á observar los fenómenos de polarizacion.

LAMINA III.

FIG. 1. Corte teórico de la estructura de la corteza del globo. *aa*, terreno granítico primordial. - *bb*, gneis. - *cc*, micasquisto. - *dd*, caliza primitiva. - *ee*, esquisto arcilloso. - *gg*, terrenos de transicion, esquistos, calizas, etc. - *hh*, arenisca roja antigua y caliza carbonífera. - *ii*, terreno de la ulla. - *jj*, arenisca roja moderna. - *kk*, caliza alpina. - *ll*, arenisca de los Vosges. - *mm*, arenisca abigarrada. - *nn*, caliza conchífera. - *oo*, margas irisadas. - *pp*, lias. - *qq*, oolita. - *rr*, creta cloritea ó arenisca verde, etc. - *ss*, creta superior. - *tt*, terreno terciario del piso inferior (arcilla plástica, caliza grosera, yeso). - *uu*, terreno terciario del piso medio. - *vv*, *xx*, terreno terciario del piso superior. - *yy*, terreno moderno de aluvion. - *y*, terreno moderno concrecionado (travertino, etc.). - *z*, terreno moderno madrepórico formado por poliperos (islas de coral). - *A*, terreno granítico desparra-

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

mado despues de la formacion de los terrenos de transicion. – *B*, pórfido desparramado sobre los terrenos primitivos, de transicion y de ulla. – *C*, serpentinas, sienita y otras rocas granitoideas. – *D*, basalto derramado en diversas épocas sobre los terrenos primitivos, salíferos, jurásicos, cretaceos, y aun terciarios.– *E*, lava de volcanes apagados.– *F*, lava y cenizas de volcanes modernos. – *C*, el mar. – *H*, *H*, *H*, filones metálicos. – *I*, *I*, *I*, *fallas*.

FIG. 2. Corte geológico de la cuenca de Paris siguiendo las orillas del Sena desde Moret hasta Montes, segun M. C. Prevost.

LAMINA IV.

Corte geológico de los alrededores de Paris.

LAMINA V.

FIG. 1. Corte geológico de los terrenos del N. O. de Francia desde Paris hasta los Vosges. – 1, terrenos terciarios. – 2, creta superior, – 3, creta cloritea – 4, region oolítica superior.– 5, region oolítica media. – 6, region oolitica inferior.– 7, lias. – 8, margas irisadas. – 9, caliza conchífera. – 10, arenisca abigarrada. – 11, arenisca vosgia moderna. – 12, arenisca roja moderna. – 13, terrenos de transicion.

FIG. 2. Corte geológico de los terrenos del S. O. de Francia entre los Pirineos y las montañas antiguas de la Vendée. – *F*. 3, Corte geológico de las cercanías de Burdeos desde Saint-Emilion hasta el mar.

LAMINA VI.

FIG. 1. Corte geológico de los acantilados cercanos al Havre. – 1, creta superior, – 2, creta cloritea. – 3, margas azules, etc. – 4, terreno oolítico (caliza de portland). – 5, caliza de poliperos (oolítica). – *F*. 2. Corte de la montaña Santa Catalina cerca de Rouen. – 1, terreno de trasporte. – 2, creta blanca con sílex, – 3, creta blanca compacta sin sílex. – 4, creta de venas grises. – 5, capa que contiene escafitos y turrulitas. – 6, creta arenosa de puntos verdes. – 7, bandas de sílex. – 8, creta cloritea. – 9, marga azul.

FIG. 3. Corte geológico del Calvados desde Condé-sur-Noireau hasta el mar. – 1, esquisto de transicion, etc. – 2, rocas porfídicas. – 3, caliza de transicion. – 4, arenisca roja antigua – 5. oolita. – *F*. 4. Corte del mismo pais, desde Sains-Ló hasta Lizieux. – 1, esquisto

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

etc.- 2, cuarzo.- 3, arenisca roja moderna.- 4, lias.- 5, caliza oolítica - 6, caliza cloritea ó arenisca verde. - 7, creta.

LAMINA VII.

Animales fósiles. .*F*. 1. Trilobita. - *F*. 2. Polipero de la familia de las astreas. - *F*. 3. Concha de ammonita. - *F*. 4. Concha del género *Spirifer*. - *F*. 5. Concha del género Terebrátula. - *F*. 6. Pez sauroideo del género Amblipterus. - *F*. 7. Pez del gènero Cestracion. - *F*. 8. Erizo de mar. - *F*. 9. Encrina. *a*, un individuo con los tentáculos desplegados. - *b*, otro con los tentáculos aproximados. - *F*. 10. Plesiosauro. - *F*. 11. Ichtiosauro. - *F*. 12. Pterodáctilo. - *F*. 13. Paleotherium. - *F*. 14. Anoplotherium. - *F*. 15. Cabeza del Dinotherium. - *F*. 16. Ave de la familia de las Zancudas. - *F*. 17. Tortuga de agua dulce. - *F*. 18, Concha del género Cerita. - *F*. 19. Concha del género Planorba.

LAMINA VIII.

Fig. 1. Aparato hidráulico cuyo juego es análogo al de los surtidores.

Fig. 2. Corte geológico que sirve para explicar la teoría de los pozos artesianos. A, Cuenca ocupada por capas permeables (*e*) que descansan sobre la (*ff*) impermeable de marga. B segunda cuenca con capas permeables (*g*) y una arcillosa (*hh*) impermeable. C y D, cuencas tercera y cuarta en que se nota la misma composicion : - *oo* nivel de las aguas de la cuenca A. - *p*, *h*, pozos ordinarios. - *r*, *s*, *t*, pozos artesianos. Perforando el pozo *t*, se encuentra primero el agua que alimenta los pozos ordinarios de la cuenca A, pero no bien se ha atravesado la capa margosa *f*, será posible que el agujero quede seco, pues el agua podrá entónces descender á la capa permeable *g*, pero luego se encuentra el segundo depósito de agua procedente de la cuenca B, y entónces el agua se elevará mas en el agujero que se abre; mas tarde, perforadas la arcilla (*h*) y la capa impermeable *j*, se llegará á la capa aqüifera *k* que es precisamente el manantial que se busca.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

TABLA DE LAS MATERIAS

CONTENIDAS EN ESTE CUADERNO.

Diferencias entre los cuerpos inorgánicos y organizados. II
Diferencias entre las plantas y los animales. IV
Nociones generales de Mineralogía. 1
Caractéres físicos de los minerales. 3
Forma. 4
Formas regulares: cristales. 5
Cristalizacion. 6
Cristalografía. 10
Medicion de los ángulos de los cristales; goniómetro. 11
Facetacion; formas primitivas y secundarias. 17
Ley de simetría. 21
Sistema cristalino; tipo cristalino. 23
Isomorfismo. 26
Dimorfismo. 27
Grupos cristalinos. 28
Grupo primero. 32
Grupo segundo. 36
Grupo tercero. 37
Grupo cuarto. 38
Grupo quinto. 40
Grupo sexto. 41
Deformacion y obliteracion de los cristales. 42
Agrupamiento de los cristales. 44
Formas accidentales. 45
Estructura. 48
Fractura. 52
Propiedades ópticas. 53
Refraccion. id.
Polarizacion. 56
Policroismo. 58
Círculo parhélico; lustre; coronas; color. 59
Transparencia. 61
Fosforescencia. id.
Propiedades eléctricas y magnéticas. id.
Peso específico. 63
Resistencia á los agentes mecánicos. 64
Propiedades debidas al calórico. 67
Propiedades organolépticas. id.
Delicuescencia y eflorescencia. 69
Naturaleza y composicion química. 69
Cuerpos simples. 71
Cuerpos compuestos. 73
Leyes de combinacion: análisis. 77
Leyes de las proporciones definidas y de las proporciones múltiplas. 78
Ley de los equivalentes. 81
Anotacion química y mineralógica. 83
Caracteres químicos; ensayos. 85
Ensayos por el fuego. 86
Uso del soplete. 87
Ensayos por la via húmeda. 90
Caractéres geológicos 91
Taxonomía mineralógica. 92
Clasificacion de Werner. 96
— de Haüy. id.
— de Beudant. 97
— de Dufrénoy. 98
Tabla de distribucion de los

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

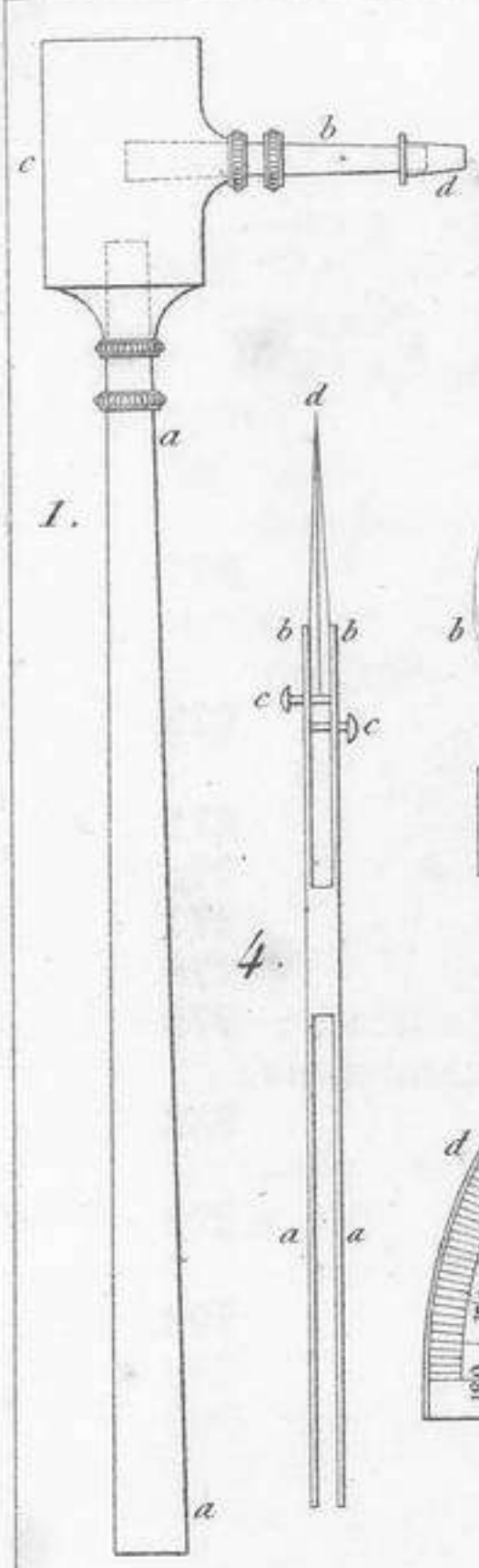
minerales segun el método de Haüy. 100
Clase 1ª: Acidos libres. 114
Acidos sulfúrico, sulfuroso, bórico, etc. 114 á 116
Clase 2ª: Metales heterópsidos. id.
Género 1º Cal. id.
— 2º Barita. 121
— 3º Estronciana. 122
— 4º Magnesia. 123
— 5º Alúmina. id.
— 6º Potasa. 125
— 7º Sosa. 126
— 8º Amoníaco. 127
Apéndice: Sílice. 127
Cuarzo. 128
Granate. 131
Esmeralda. 132
Feldespato. 133
Talco. 134
Esteatita. 135
Magnesita. id.
Serpentina. id.
Zircon. 126
Amfíbol. 137
Asbesto. id.
Topacio. 138
Mica. 139
Turmalina. 140
Lazulita. id.
Espinela. 141
Clase 3ª: Metales autópsidos. id.
Género Platino. 142
— Oro. 143
— Plata. 144
— Mercurio. 146
— Plomo. 147
— Níquel. 149
— Cobre. 150
— Hierro. 153
— Estaño. 158
— Zinc. 159
— Bismuto. 160
— Cobalto. id.
— Arsénico. 161
— Manganeso. 162
— Antimonio. 163
— Urano. 164
— Molíbdeno. id.
— Títano, teluro, tántalo, túngsteno, etc. 165
Clase 4ª: Sustancias combustibles no metálicas. 166
Azufre. 166
Diamante. 168
Grafito. 170
Sustancias fitógenas. 171
Petroleo, nafta, asfalto. id.
Turquesa. 175
Hidrógeno. 175
Agua. 176
Azoe. 177
Hidrógeno carbonado. id.
GEOLOGIA. 179
Nociones sobre las rocas. id.
Clasificacion de las rocas. 187
Nociones generales sobre la corteza del globo. 196
Fenómenos geológicos de la época actual. 203
Efectos producidos por las aguas. 204
Aluviones. id.
Ventisqueros. 207
Terremotos. 210
Levantamientos. 211
Volcanes. 213
Productos volcánicos. 215
Volcanes apagados. 219
Salzas. 219
Fumarolas. 220
Solfataras. id.
Volcanes submarinos. id.
Fuentes y pozos artesianos. 221
Composicion de la corteza terrestre. 222
Formaciones acuosas. 223
Fósiles. 228
Naturaleza de los depósitos de sedimento. 230
Naturaleza de las rocas macizas. 231
Metamorfismo. id.
Terrenos. 233
Períodos geológicos. 236
Formaciones neptunianas. 237
Terrenos primarios inferiores. id.
Levantamiento del sistema de Finisterre. 240
Terreno siluriano. 241
Levantamiento del sistema de Westmoreland. 242
Terreno devoniano. 243
Levantamiento del sistema de los Ballons. 244
Terreno carbonífero. 245

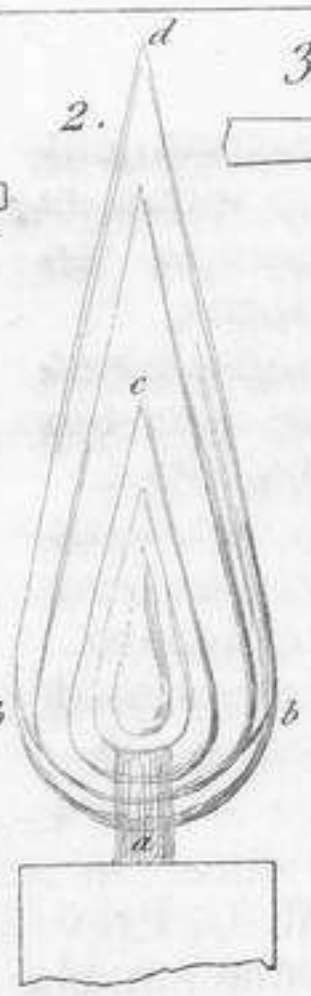
Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

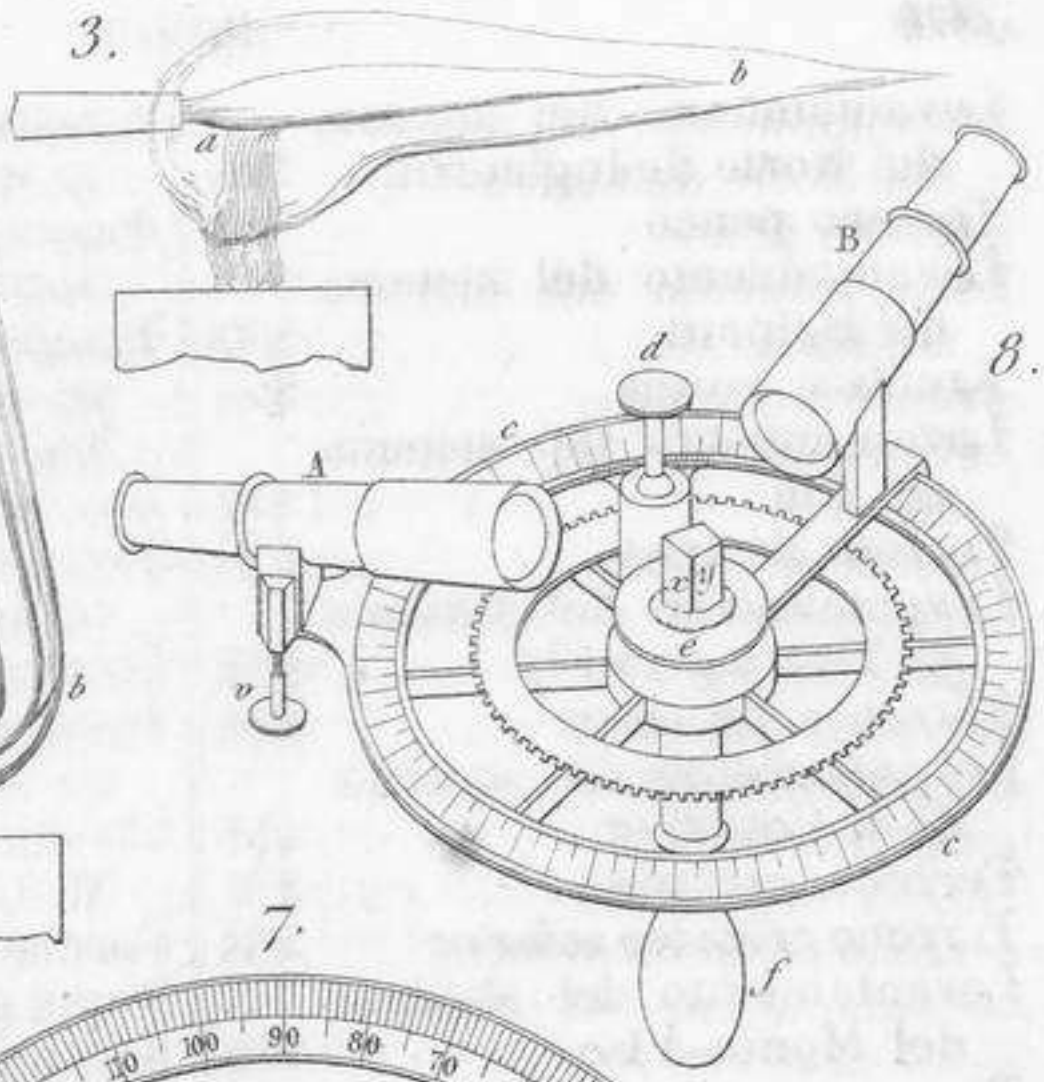
Levantamiento del sistema del Norte de Inglaterra. 249
Terreno peneo. id.
Levantamiento del sistema del Hainaut. 250
Arenisca vosgia. 251
Levantamiento del sistema del Rin. 251
Terreno de trias. 251
Levantamiento del sistema de Thuringerwald. 253
Terrenos jurásicos. 253
Levantamiento del sistema de la Cote d'or. 256
Terrenos cretaceos. 257
Terreno cretaceo inferior. 258
Levantamiento del sistema del Monte-Viso. 259
Terreno cretaceo superior. 260
Terreno nummulítico. id.
Levantamiento del sistema de los Pirineos y de los Apeninos. 261
Terrenos terciarios. 262
Terreno de Paris. 263
Levantamiento del sistema de Córcega y Cerdeña. 264
Terrenos terciarios medios. id.
Levantamiento de los Alpes occidentales. 265
Terrenos terciarios superiores. 266
Levantamiento del sistema de la cadena principal de los Alpes. 268
Terreno diluviano. id.
Levantamiento del sistema de Tenaro. 271
Terrenos modernos. id.
Resúmen de la clasificacion de los terrenos. 273
Clasificacion geológica de M. C. Prevost. 275
Formacion plutónica. 276
Rocas granitoideas. 277
Rocas porfidoideas. 278
Rocas traquito-basálticas. 279
Tabla de los levantamientos principales. 283
Minas; combustibles; piedras preciosas. 286 á 292
Resúmen de las revoluciones del globo. 292
Paleontología. 293
Explicacion de las láminas. 297

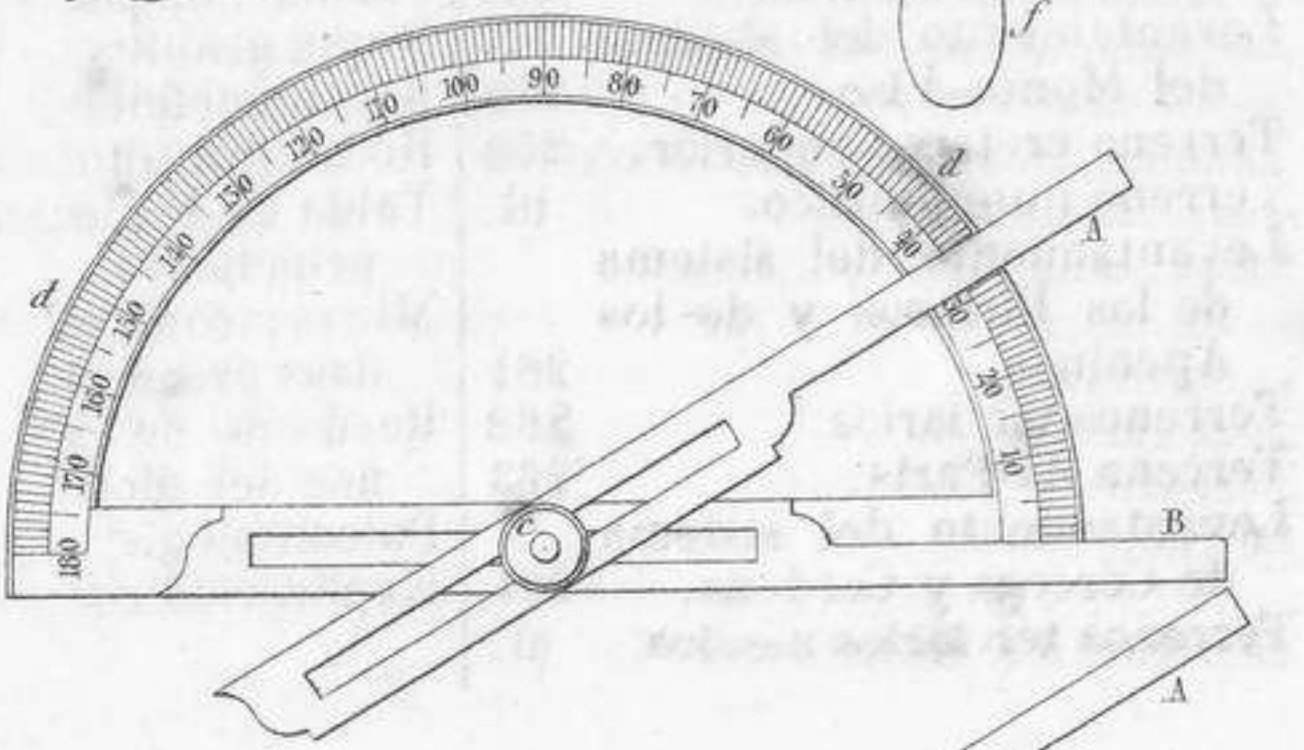
FIN

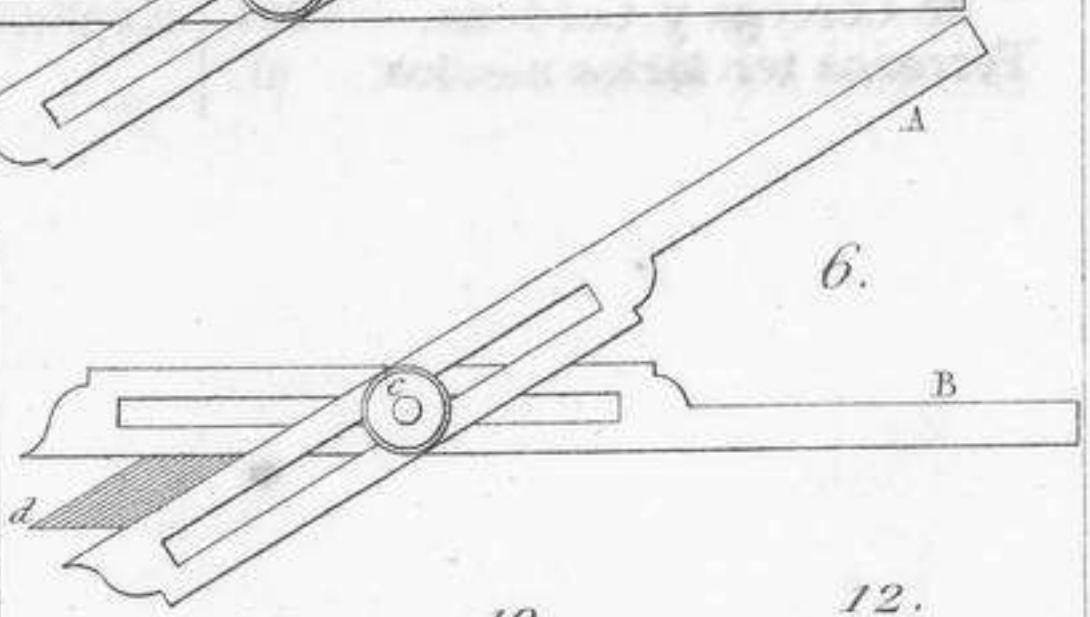
Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

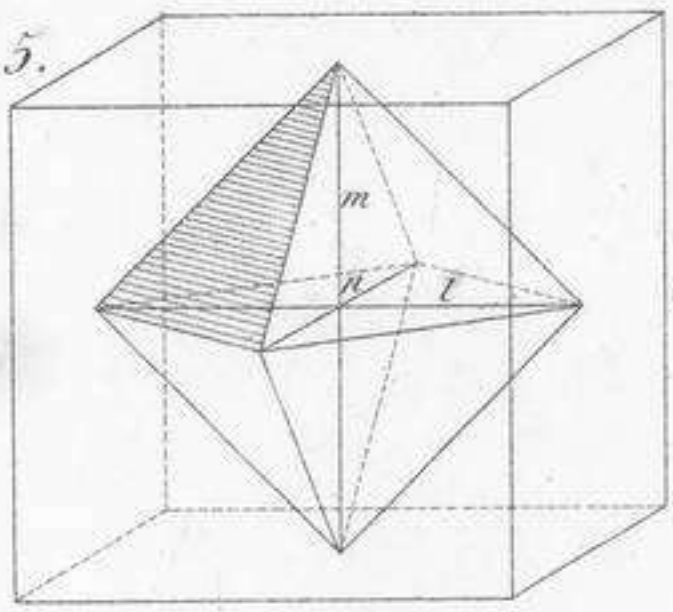


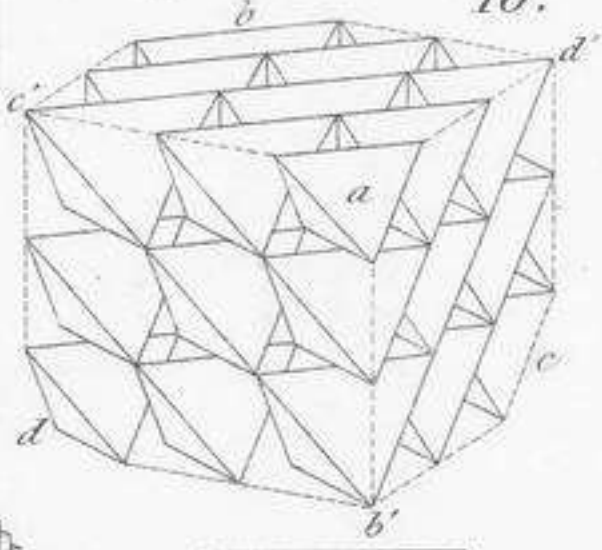


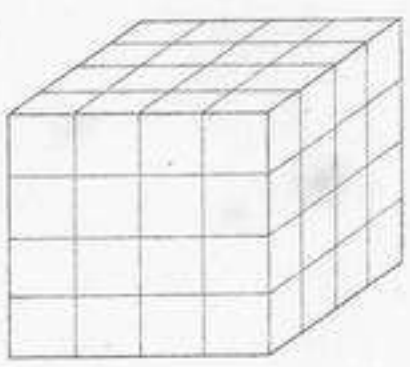


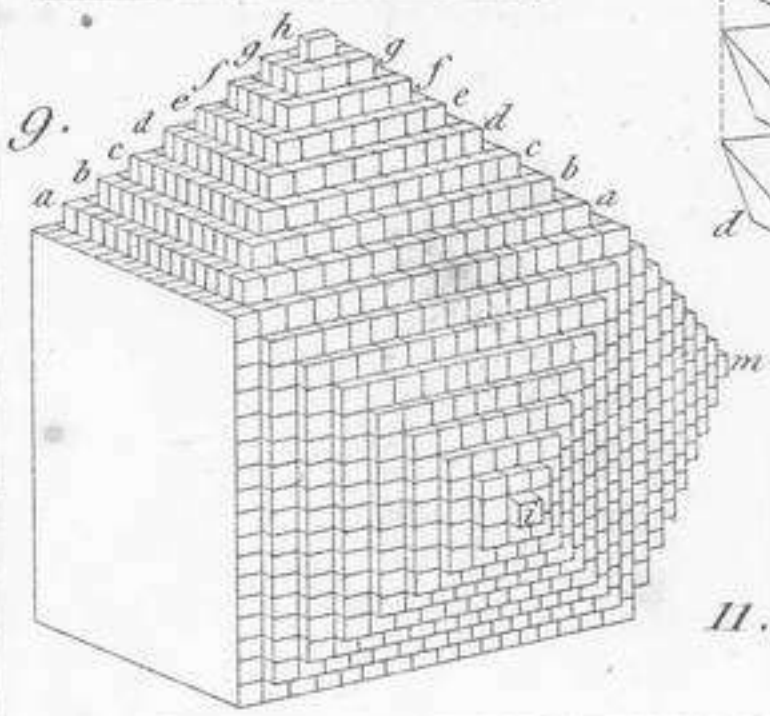


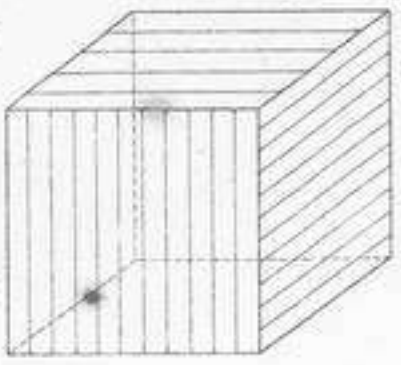


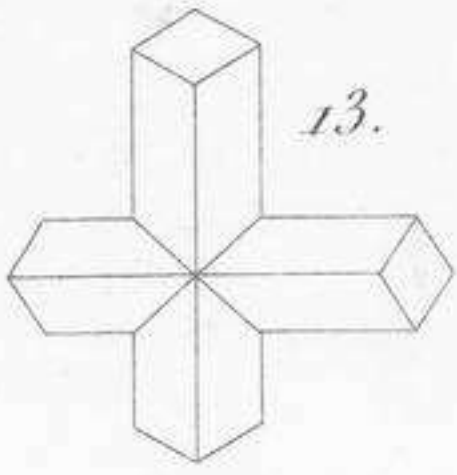










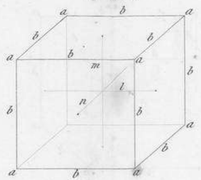


Gravé par E. Wormser

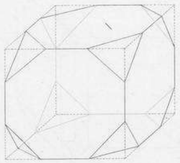
Chalumeau. Goniomètres. Cristaux: Decroissement; Dissymétrie; Groupement.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

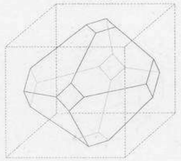
1. Cube.



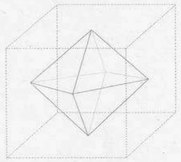
2.



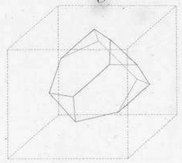
3.



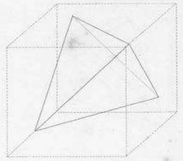
4. Octaèdre.



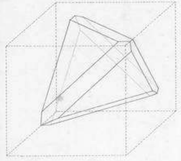
19.



20. Tétraèdre.

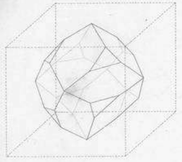


21.

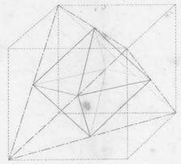


9.

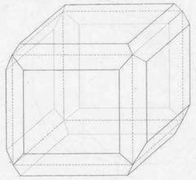
8.



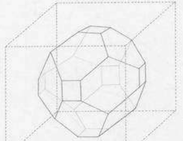
28. Cube. Octaèdre et Tétraèdre.



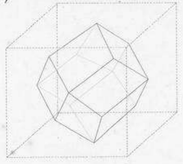
5.



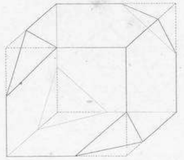
6.



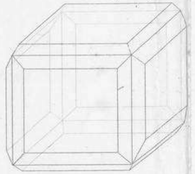
7. Dodécaèdre rhomboidal.



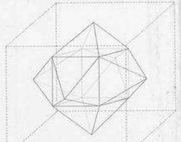
22.



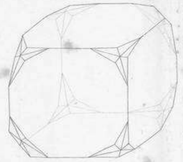
17.



18. Hexatétraèdre.

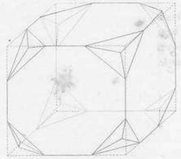


15. Hexakisoctaèdre.

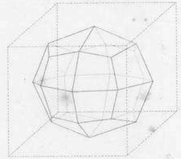


16. Octakishexaèdre.

10.



11. Trapézoèdre.

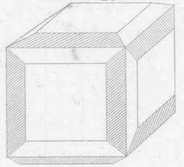


12

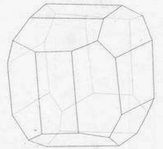
13.

14. Octotriaèdre.

23.

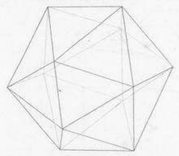


24.

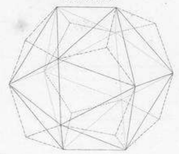


25. Dodécaèdre pentagonal.

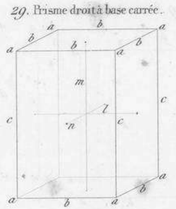
26. Icosaèdre.



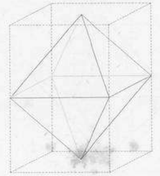
27. Dodécaèdre pentagonal et Icosaèdre.



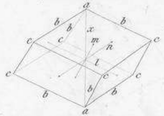
29. Prisme droit à base carrée.



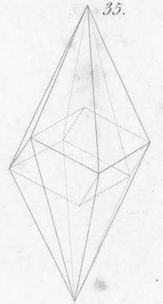
30.



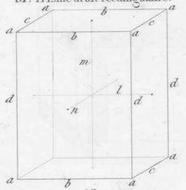
34. Rhomboèdre.



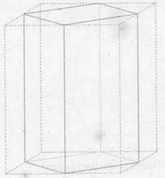
35.



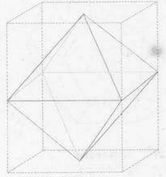
31. Prisme droit rectangulaire.



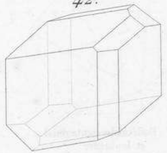
32.



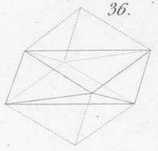
33.



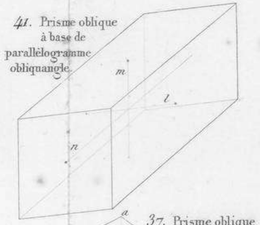
42.



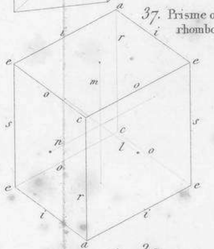
36.



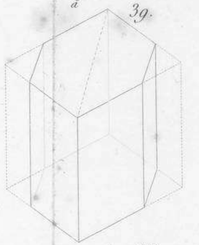
41. Prisme oblique à base de parallélogramme obliquangle.



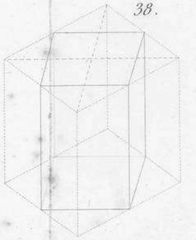
37. Prisme oblique rhomboidal.



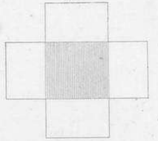
39.



38.



43.

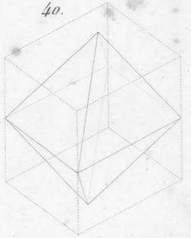


44.

45.

46.

40.



Gravé par E. Wormser.

Formes principales des six groupes cristallins. — Polarisation.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Fig. 1. Coupe théorique de l'écorce du Globe.

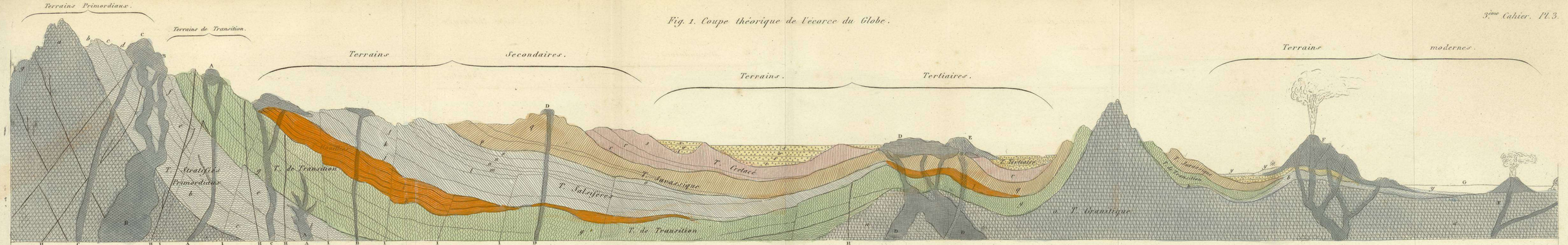
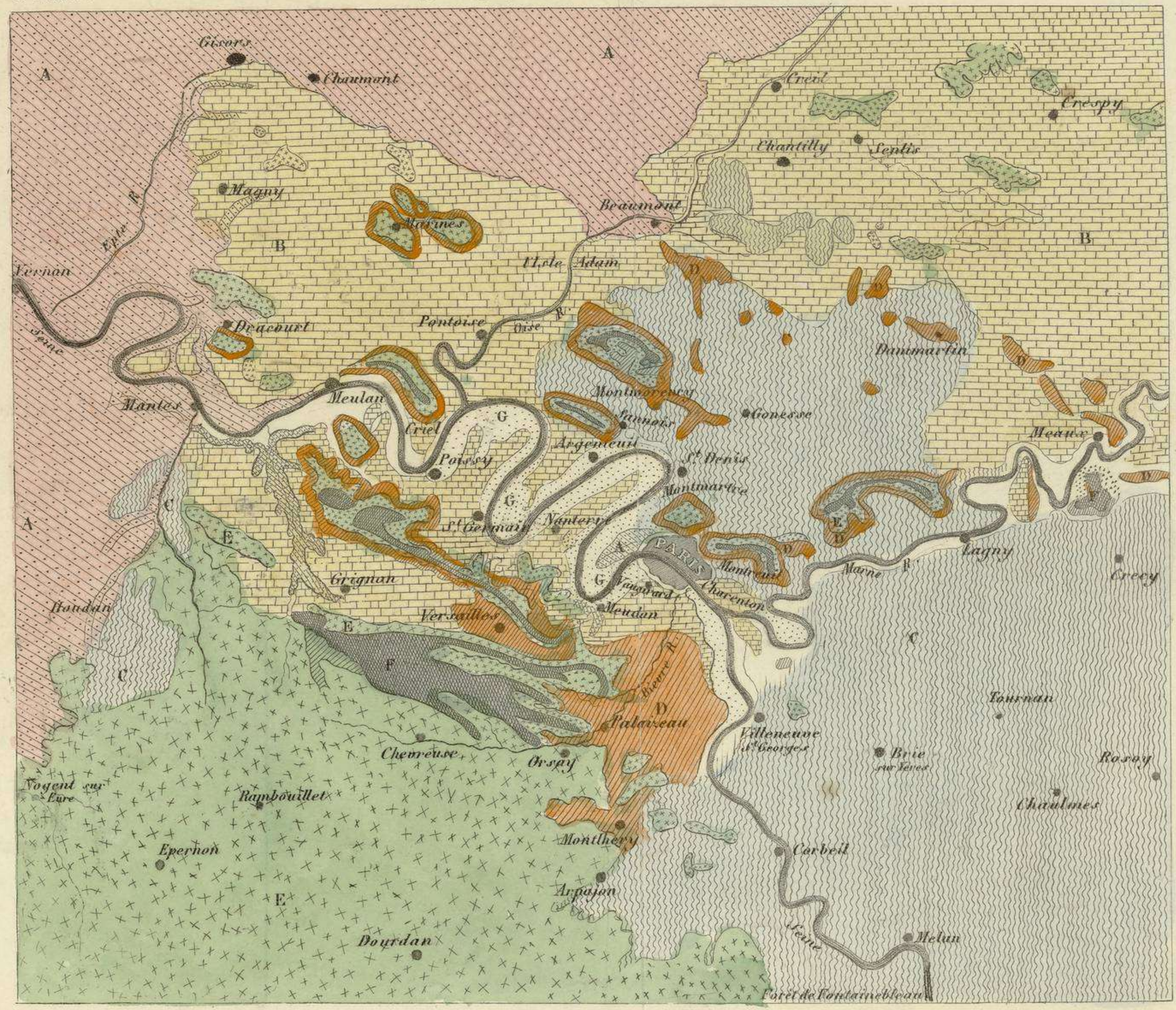


Fig. 2. Coupe représentant la constitution géologique du bassin de Paris en suivant les bords de la Seine.

a Craie — b Argile plastique &c. — c Calcaire grossier — d Calcaire siliceux — e Gypse — f Marnes du Gypse — g Sables & Grès marins supérieurs — h Meulières et Calcaire lacustre — i Sable.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Carte géologique des environs de Paris.



A *Craie* — B *Calcaire grossier* — C *Calcaire siliceux* — D *Gypse* — E. *Grès & Sables supérieurs* — F *Meulières. &c.a* — G *Terrain de transport & d'alluvion.*

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Pl. 5.

Fig. 1 Coupe géologique du Nord-Est de la France.

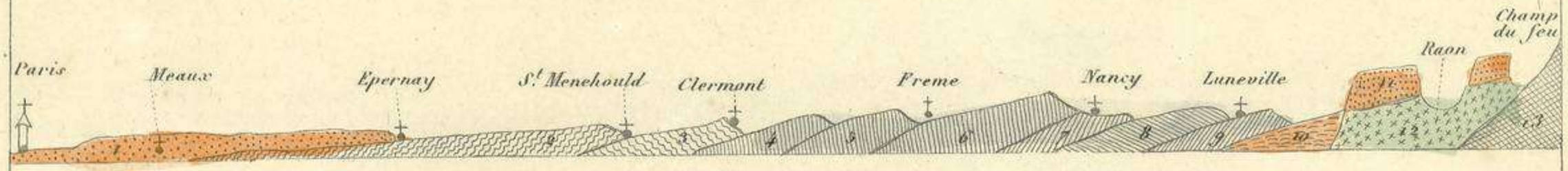
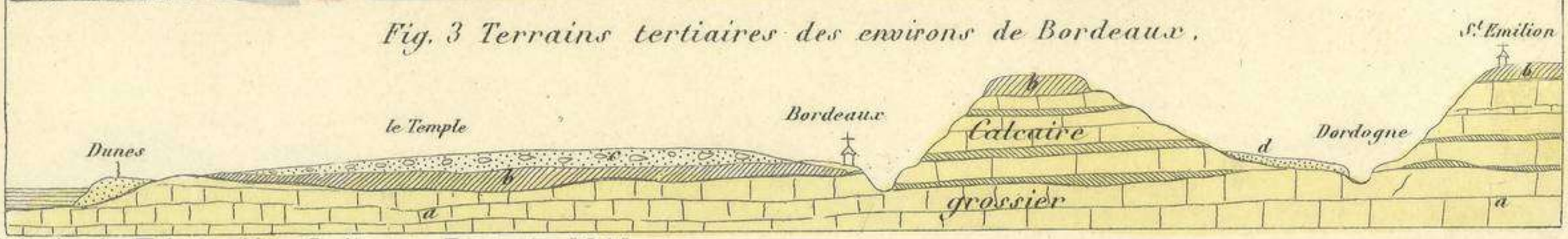


Fig. 2 Coupe géologique du Sud-Ouest de la France.

Fig. 3 Terrains tertiaires des environs de Bordeaux.



3e Cahier.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Fig. 1 Falaises des environs du Hâvre.

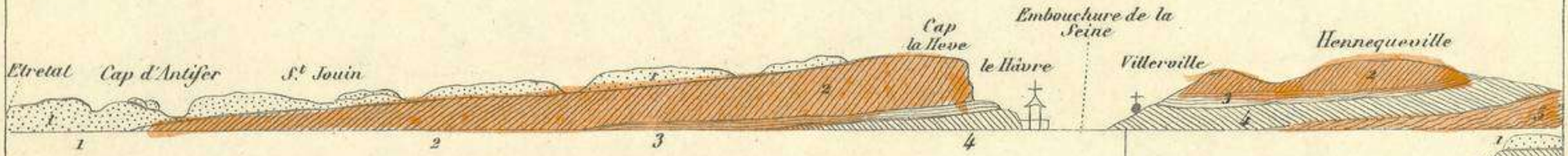


Fig. 3 Coupe géologique du Calvados.

Fig. 2 Coupe de la montagne S.te Catherine près Rouen.

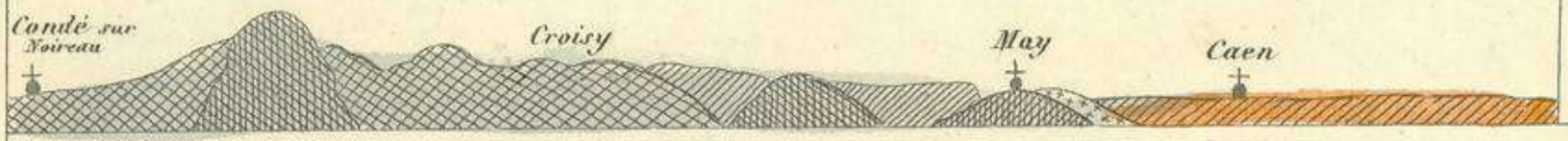
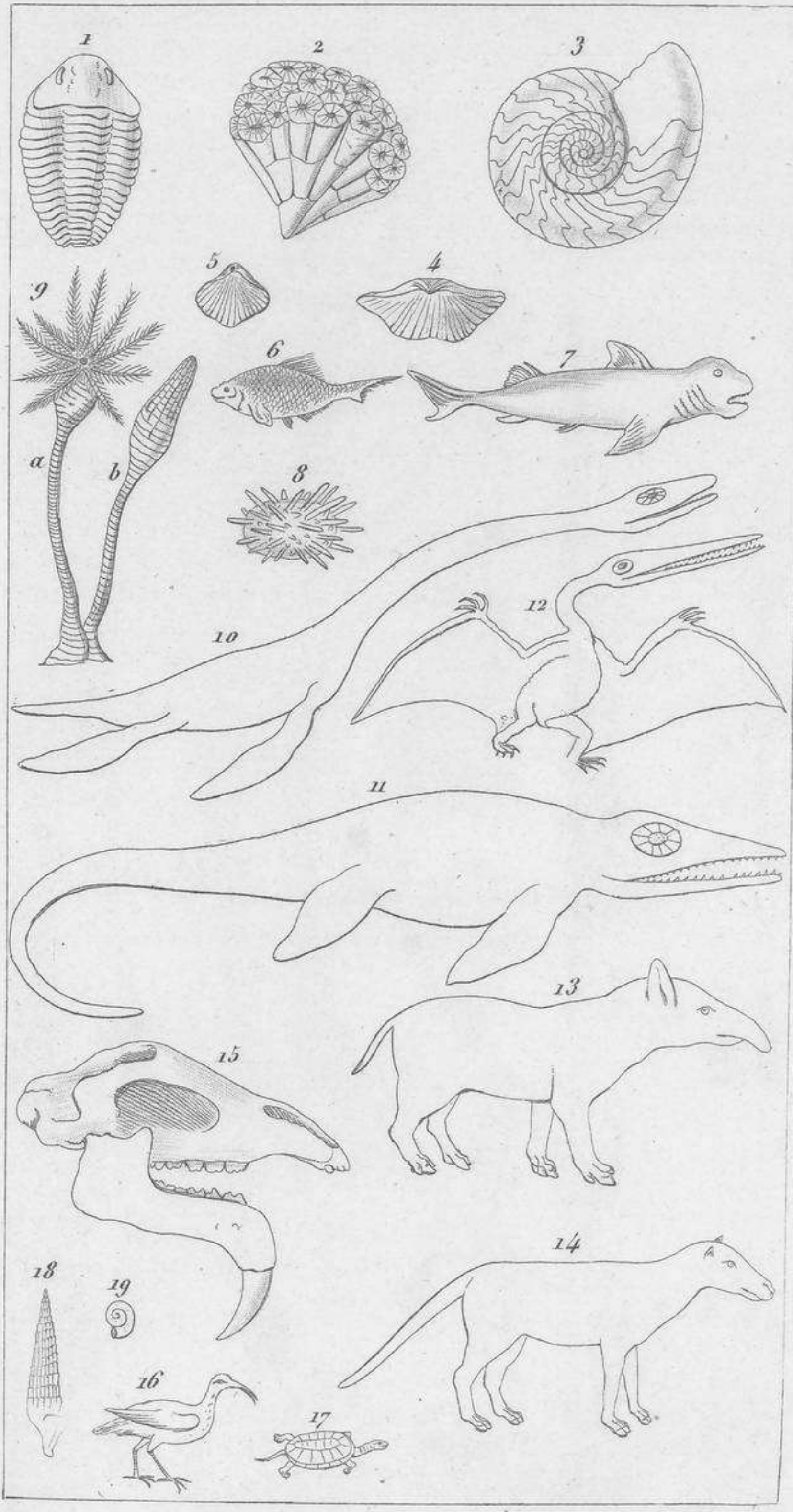


Fig. 4 Coupe géologique du Calvados depuis S.t Lô jusqu'a Lisieux.

3.e Cahier.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012



Animaux fossiles.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Pl. 8.

Fig. 1.

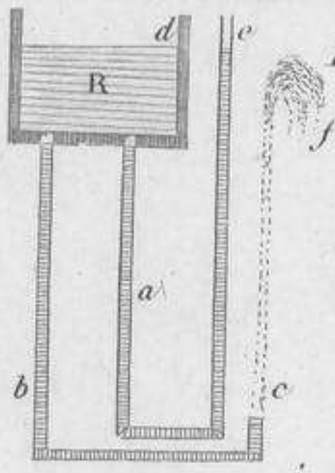
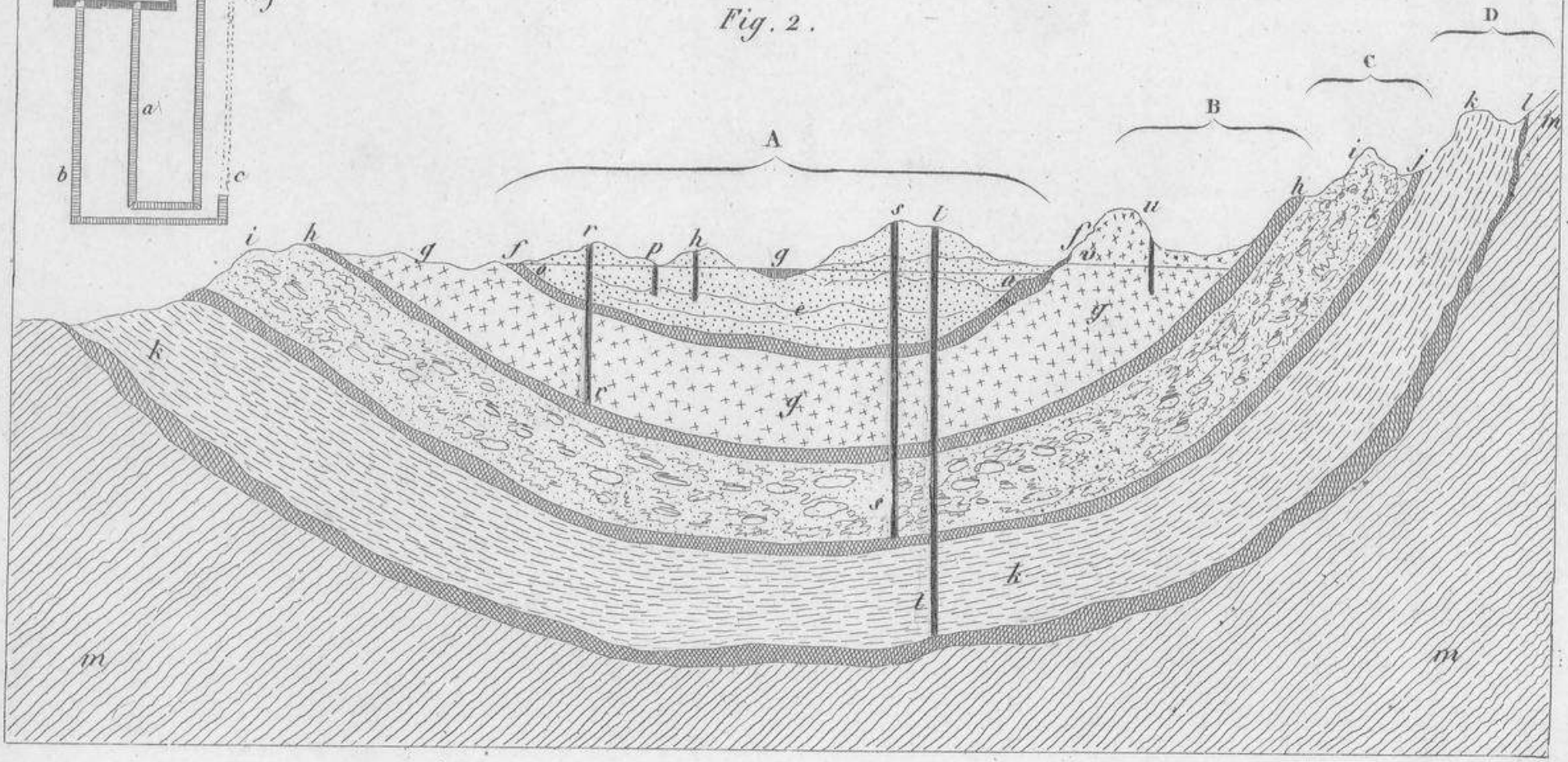


Fig. 2.



3e Cahier.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012

Puits artésiens.