

fieren en sus propiedades físicas, sino también en que son unos simples, otros binarios y otros ternarios; lo mismo puede decirse de la familia sulfúridos, puesto que abraza el azufre nativo, el hidrógeno sulfurado, los diversos sulfuros sencillos ó compuestos y los sulfatos, cuerpos muy heterogéneos unos de otros.

Por último, Beudant y otros varios mineralogistas han asociado las familias ó géneros que presentan grandes analogías en sus propiedades físicas y más particularmente químicas, y han formado de esta manera los órdenes y las clases. Pero como estas afinidades nunca son tan grandes como las que ofrecen las familias ó géneros botánicos y zoológicos, claro está que no será fácil ni mucho menos formar en Mineralogía grupos ó divisiones primordiales que puedan á su vez subdividirse en otras inferiores á la manera que se ha hecho en los otros ramos de la Historia natural.

CLASIFICACIONES MINERALOGICAS MAS IMPORTANTES

No corresponde á un tratado de esta índole hacer un estudio ó trazar una historia, ni aun abreviada, de las numerosas clasificaciones que se han ido conociendo sucesivamente en la ciencia mineralógica, la mayor parte de las que se han relegado al olvido y no han sobrevivido á los autores que las habían propuesto (1). Sin embargo, dada la altura en que hoy se encuentra la Mineralogía y las diversas fases por que ha atravesado desde últimos del siglo XVIII hasta la época actual, no podemos prescindir del examen de aquellos sistemas más notables y que han formado época en la ciencia.

Todos los sistemas mineralógicos conocidos están basados ó en propiedades físicas, ó en propiedades químicas, ó en cualidades fisico-químicas; de aquí se infiere que pueden admitirse tres grupos de sistemas distintos, á saber: 1.º sistemas físicos ó histórico-naturales, 2.º sistemas químicos; y 3.º sistemas fisico-químicos. Pueden dividirse también en sistemas ó clasificaciones directas y en sistemas ó clasificaciones derivadas, no siendo estas últimas más que métodos que están fundados en las clasificaciones directas.

SISTEMAS DIRECTOS Ó PRIMORDIALES.—Pueden reducirse á los tres siguientes: 1.º sistema de Werner, clasificación fisico-química; 2.º de Berzelius, clasificación esencialmente química; 3.º de Mohs ó histórico-natural.

SISTEMA DE WERNER.—Este célebre alemán, que como se ha dicho sacó á la ciencia del caos y confusión que tenía hasta su época, publicó el año 1792 su sistema mineralógico, habiendo aparecido el último en Freyberg y Viena el año 1817. Comprende este sistema cuatro clases, divididas cada una de ellas en géneros, y estos á su vez en especies. Los nombres de las clases son los siguientes:

- 1.º Tierras y piedras.
- 2.º Sales.
- 3.º Combustibles.
- 4.º Metales.

Estas clases, como se ha manifestado, están fundadas en caracteres físicos y químicos; cada una de estas divisiones comprende diversos géneros representados por un álcali, una tierra alcalina, una sal, un combustible ó un metal; por último, los géneros se hallan formados por especies afines. Estas están basadas en las propiedades químicas ó sea en la composición, recibiendo cada una de ellas un nombre vul-

(1) Véase la Introducción.

gar, sea unívoco ó compuesto. Si bien es cierto que los grupos establecidos por Werner no son tan afines y naturales como los que después se han formado por otros mineralogistas, no puede negarse que su sistema es el más metódico y científico de todos los que se habían publicado antes de 1817. En el cuadro siguiente se puede ver el mecanismo de la clasificación de Werner.

CLASIFICACION DE WERNER

CLASES	GÉNEROS	ESPECIES PRINCIPALES
Insípidos, insolubles en el agua é irreductibles á metal por la acción del calor	1.ª Tierras y piedras.	Diamante... Diamante
		Zircon... Zircon
		Silicio... Granates, rubí, chorlo, cuarzo, ceolitas
		Arcilloso... Feldespato, miccas
Sápidos, solubles en el agua é incombustibles.	2.ª Sales.	Magnésico... Talco, esteatita
		Calizo... Creta, fluorina
		Barítico... Witherita
		Estroncianico... Celestina
Insípidos, insolubles en el agua é inflamables á temperaturas más ó menos elevadas en contacto del aire.	3.ª Combustibles.	Sulfato... Vitriolo, alumbre
		Nitrato... Nitro
		Muriato... Sal comun
		Carbonato... Alkali mineral
Insolubles en el agua y reductibles á metal por la acción del calor.	4.ª Metales	Platino... Platino
		Oro... Oro
		Plata... Plata nativa
		Mercurio... Cinabrio
		Plomo... Galena
		Cobre... Cobre gris
		Hierro... Piritita
		Estaño... Casiterita
Bismuto... Bismuto nativo		
Zinc, etc... Blenda		

En general, puede decirse que á pesar del carácter químico que ofrece esta clasificación, no debe negarse que Werner se valió muchas veces de los caracteres exteriores, por lo que cometió graves errores debidos en su inmensa mayoría á la preferencia que concede á estos caracteres sobre todos los demás.

CLASIFICACION DE BERZELIUS.—Este célebre químico ha establecido dos clasificaciones, pudiendo ser consideradas tanto una como otra, como verdaderos tipos de donde se derivan todos los demás sistemas, que toman como base esencial los caracteres químicos para la constitución de grupos. En la primera de estas clasificaciones, en que las especies se hallan agrupadas según el principio electro-positivo, se encuentran los minerales formando dos grupos ó clases diferentes, á saber: 1.º minerales constituidos según el principio de la composición inorgánica; 2.º minerales ó sustancias inorgánicas formadas según el principio de la composición orgánica, ó que no son más que restos de plantas ó de animales. Cada uno de estos grupos se subdivide en órdenes, familias ó géneros, como se nota en la siguiente tabla:

CLASIFICACION DE BERZELIUS

CLASES	ÓRDENES	FAMILIAS
Formados según los principios de la composición inorgánica.	1.ª Minerales inorgánicos.	1.º Metaloides... Oxígeno,—azufre,—cloro Nitrógeno,—carbono Boro,—hidrógeno
		2.º Metales electro-negativos... Arsénico,—cromo,—molibdeno,—antimonio Titano,—silicio
		3.º Metales electro-positivos... Iridio,—platino Oro,—mercurio Plata,—bismuto Estaño,—plomo Cobre,—níquel Cobalto,—zinc Hierro,—manganeso, aluminio Calcio,—estroncio Bario,—litio Sodio,—potasio
Formados según los principios de la composición orgánica, no siendo más que restos de vegetales y animales.	2.ª Minerales de composición orgánica.	Sustancias orgánicas poco alteradas... Turba,—lignito
		Resinas fósiles... Succino
		Betunes líquidos... Nafta,—pétreleo
		Betunes sólidos... Asfalto
		Carbones fósiles... Ulla,—antracita
		Sales fósiles... Melita

Berzelius, en su segunda clasificación (1828 á 1847), fundada como la anterior en los caracteres químicos, reúne las especies atendiendo, no al principio electro-positivo, sino al negativo. Divide también los cuerpos inorgánicos en dos grandes grupos, á saber: 1.º minerales ó sustancias inorgánicas; 2.º minerales de origen orgánico. El primer grupo ó clase le subdivide en dos secciones que son: 1.ª cuerpos no oxidados; 2.ª cuerpos oxidados. A su vez, la primera sección la subdivide en los ocho géneros siguientes:

1.º cuerpos nativos ó no combinados; 2.º sulfuros; 3.º arseniuros; 4.º antimoniueros; 5.º telururos; 6.º osmiuros; 7.º aururos; 8.º hidrarguros.

La segunda sección, ó sea la de los cuerpos oxidados, comprende dos secciones: 1.ª la de los óxidos metálicos ú óxidos esencialmente básicos; 2.ª la de los óxidos metálicos que en ciertos casos hacen las veces de ácidos, y los ácidos propiamente dichos; en esta última sección, se hallan incluidos los cuerpos siguientes: agua é hidratos; alumina y aluminatos; sílice y silicatos; óxido de titanio y titanatos; óxido tantálico y tantálatos; óxido tungstico y tungstatos; óxido molibdicó y molibdatos; óxido crómico y cromatos; ácido bórico y boratos; ácido carbónico y carbonatos; sulfúrico y sulfatos; nítrico y nitratos; fosfórico y fosfatos; arsénico y arseniats.

Esta clasificación ofrece varios inconvenientes y no menores defectos, siendo entre otros los más esenciales los siguientes: 1.º que en un mismo grupo se hallan confundidos cuerpos gaseosos y sólidos; 2.º las sales particularmente dichas se encuentran mezcladas con las piedras, así como estas con los metales; 3.º que en esta clasificación desaparecen por completo los verdaderos principios mineralógicos, puesto que en ella no domina más que un fundamento, cual es, el carácter químico. Por fortuna, son muy pocos los mineralogistas que han seguido la marcha de Berzelius, hasta el punto que si se exceptúan Beudant, Hausmann, Brocke y Miller, los demás siguen un procedimiento ecléctico á semejanza de lo que hizo Werner.

SISTEMA DE MOHS.—El célebre mineralogista Mohs, sucesor de Werner en la cátedra de Freyberg, fundó su clasificación en la forma regular, densidad, dureza, sabor y olor de las sustancias inorgánicas, siendo, por lo tanto, el prototipo de las clasificaciones histórico-naturales. Mohs agrupa y divide los cuerpos inorgánicos en tres clases; cada una de estas comprende varios órdenes, así como estos abrazan diversas especies, tal como se ve en la tabla siguiente:

CLASES	ÓRDENES	ESPECIES PRINCIPALES
Sápidos en estado sólido; inodoros ó sin olor bituminoso y de peso específico inferior á 1,8.	1.ª clase	Gases... Acido sulfuroso
		Agua... Agua
		Acidos... Acido bórico
		Sales... Sal de Calatayud
Insípidos é inodoros y de peso específico superior á 1,8.	2.ª clase	Haloideo... Yeso
		Barita... Baritina
		Cloruro... Querarjira
		Malaquita... Malaquita
		Espato... Ortosa
		Mica... Mica
		Gemma... Esmeralda
		Metal... Plata, cobre, etc.
Blenda... Blenda		
Con olor bituminoso cuando se presentan ó se trasforman en líquidos; inodoros en el estado sólido, y de peso específico inferior á 1,8.	3.ª clase	Resinas... Asfalto, Succino
		Carbones... Ulla, Antracita

Las clases de este sistema están fundadas, como se nota en el cuadro, en la densidad, sabor y olor; los órdenes se

forman atendiendo á la misma densidad, dureza y algunos otros caracteres puramente físicos ó exteriores; el nombre de cada uno de los órdenes está tomado de la especie que sirve de tipo, ó bien de una cualidad particular; así por ejemplo, el orden gemma tiene por fundamento el diamante; el denominado pirita, comprende la pirita de hierro y otras especies afines; el orden barita está basado en la baritina ó espato pesado, y comprende no solo piedras particularmente dichas, sino sustancias metálicas afines con la baritina en los caracteres de densidad relativa, brillo, dureza, etc. Por lo demás, la primera clase del método de Mohs equivale á la de las sales de Werner, sin otra diferencia entre ellas que en la primera de estos autores se estudian el agua, los gases y los ácidos. La tercera clase es idéntica á la de los combustibles del mismo Werner, pero se distingue, no obstante, en que el grafito y azufre se incluyen por Mohs en su segunda clase; por último, esta segunda clase corresponde á la primera y cuarta de Werner, ó sean á las denominadas por este autor tierras y metales.

El mayor defecto que ofrece la clasificación de Mohs consiste en que se encuentran agrupadas en una sola clase casi todas las especies minerales; en efecto, examinando el cuadro, se ve que la primera y tercera clases no contienen arriba de unas veinte especies, correspondiendo las demás á la segunda, en la que se hallan comprendidas todas las sustancias pétreas y metálicas. A pesar de los defectos señalados, y de algunos otros menos notables, Mohs ha demostrado que el mineralogista puede, sin necesidad de recurrir á las propiedades químicas, reunir los cuerpos inorgánicos en grupos afines y bien determinados; así, las especies formadas por el mineralogista alemán son muy análogas á las que después se han constituido teniendo presente la composición química y la forma regular.

Algunos mineralogistas alemanes, y entre otros Breithaupt y Haidinger, siguen en un todo el camino trazado por Mohs; así, por ejemplo, Haidinger divide el reino mineral en tres clases, á saber: 1.ª minerales acrogenidos; 2.ª geogenidos y 3.ª fitogenidos; cada una de estas clases se divide en órdenes; los órdenes, en géneros y estos en especies. Los géneros ofrecen un carácter compuesto fundado en los tres caracteres físicos esenciales, cuales son: la forma regular, la densidad y la dureza; el primero se halla determinado de un modo general por la sola indicación del sistema cristalino; y los otros caracteres mediante dos nombres limitados entre los que está comprendido el verdadero valor. La especie se funda en los caracteres referidos de forma, densidad y dureza, pero señalados en este caso de una manera exacta y precisa.

MÉTODOS DERIVADOS

Todos estos métodos, como se ha dicho, tienen por fundamento los sistemas directos de Werner, Berzelius y Mohs. No es aquí tampoco donde debemos trazar una historia detallada de todas las clasificaciones derivadas, puesto que no escribimos una obra didáctica, correspondiendo, por lo tanto, su estudio á los tratados puramente científicos. Nosotros solo analizaremos aquellos métodos que han causado una verdadera revolución en la Mineralogía y que han contribuido al estado de adelanto y perfeccionamiento que alcanza en la actualidad. Por este concepto, estimamos oportuno dar una idea general de las clasificaciones de Haiiy, Beudant, Leymerie y Delafosse.

SISTEMA DE HAUY.—Puede considerarse como un método derivado del de Werner, siendo en realidad un sistema químico que tiene por fundamento las bases ó principio

electro-positivo. Haiiy ha publicado dos clasificaciones; una que imperó desde el año 1801 hasta 1822, y la otra, en este último año; la primera es muy análoga á la de Werner, puesto que el mineralogista francés acepta las cuatro clases siguientes: 1.ª sustancias acidíferas; 2.ª sustancias térreas; 3.ª sustancias combustibles no metálicas y 4.ª sustancias metálicas. Desde el año 1801 hasta el 22, en que dió á luz su segunda clasificación, la Química habia hecho grandes progresos debidos á las observaciones de Berzelius, Gay-Lussac, Thenard, Davy, etc., de cuyos adelantos se valió Haiiy para introducir en su primera clasificación modificaciones bastante importantes; su último sistema descansa esencialmente, como se ha indicado, en el carácter químico, pero sin desechar, ni mucho menos, el estudio de la forma y la estructura regular, cuyas propiedades le sirvieron para la constitución de las especies. En el cuadro siguiente puede verse la clasificación de este célebre mineralogista:

CLASIFICACION DE HAUY

MINERALES	CLASES
Que presentan los caracteres químicos de los ácidos, libres en la naturaleza y compuestos de oxígeno ó hidrógeno unidos á un cuerpo metaloide.	1.ª Acidos libres.
Que no presentan brillo metálico, y que solo se reducen á metal por la acción de la pila.	2.ª Metales heterópsidos (Apéndice, sílice y silicatos).
Que por lo general tienen brillo metálico, y reductibles á metal por la acción del calor.	3.ª Metales autópsidos.
De base no metálica, que arden y pierden de peso por la combustión.	4.ª Combustibles nometálicos (Apéndice, sustancias fitógenas (1)).

La primera clase ó sea la de ácidos libres no comprendía mas que dos especies, á saber: el ácido bórico y el sulfúrico, habiéndose después agregado por los mineralogistas los ácidos sulfuroso, carbónico, hidrocórico é hidrosulfúrico. En la segunda y tercera, así como en el apéndice sílice y silicatos, se constituyen los géneros reuniendo las especies que tienen el mismo principio electro-positivo; así, por ejemplo, Haiiy forma su género cal con todas las especies que están compuestas de esta base, la cual puede estar combinada con diversos principios electro-negativos; así, por ejemplo, existen la cal carbonatada, cal sulfatada y cal fluatada; otro tanto hizo con la barita ú óxido de bario, género compuesto de las especies designadas con los nombres de barita carbonatada, barita sulfatada, barita nitrada, etc. Igual procedimiento sigue en los metales, en los que forma el género atendiendo al metal ó al óxido metálico y la especie al cuerpo electro-negativo simple ó compuesto que respectivamente se combinan con el primero ó con el segundo: v. gr., género hierro, que comprende las especies hierro sulfurado, hierro oxidado, hierro carbonatado, etc.; género plomo, formado de las especies plomo sulfurado, plomo carbonatado, plomo sulfatado, y así sucesivamente con todos los demás cuerpos electro-positivos.

(1) Además agrega otro apéndice en el cual coloca por orden alfabético los minerales que no pudo incluir en los grupos anteriores.

En la cuarta clase, ó sea la de los combustibles no metálicos, la divide dicho naturalista solamente en especies, siendo las mas comunes y principales, el azufre, succino, diamante, carbon de piedra y antracita.

A pesar de la claridad y precisión que reina, por lo general, en la segunda clasificación de Haiiy, no deja, sin embargo, de ofrecer defectos é inconvenientes en la práctica. Es verdad que es fácil agrupar las sustancias mineralógicas en grandes secciones; pero la división en géneros y especies de estas secciones está á cada paso erizada de dificultades, hasta el punto que cualquiera que sea el camino que se elija se tropieza á cada momento, sobre todo en los silicatos, con grandes anomalías y excepciones que no es posible vencer en la práctica. Por otra parte, su primera clase tiene el defecto de ser muy limitada, puesto que no abraza mas que dos especies y una de ellas (ácido sulfúrico), sin ningun interés mineralógico. Los nombres de heterópsidos y autópsidos, deben desecharse por completo, supuesto que varios de los minerales incluidos por Haiiy en la última de estas secciones ofrecen aspecto lapídeo mas bien que metálico: tal es lo que se observa en la variedad compacta de carbonato de plomo que teniendo en cuenta su lustre y aspecto debia figurar, no en los autópsidos, que es donde la coloca Haiiy, sino en los heterópsidos; en el mismo caso se halla el carbonato de hierro ó siderosa, cuya especie ofrece todos los caracteres de una sustancia lapídea.

Finalmente, como se dijo al hablar de las clasificaciones en general, los géneros establecidos por Haiiy se hallan constituidos por especies poco afines entre sí, á causa de que tomó por fundamento de aquellos el principio electro-positivo.

CLASIFICACION DE BEUDANT

(1826 á 1830). Este sistema, fundado segun los principios establecidos por Berzelius, puede considerarse, del mismo modo que el de este autor, como verdaderamente químico.

Comprende tres clases que se subdividen en familias, equivalentes en su mayor parte á los géneros formados por Haiiy, familias basadas en el cuerpo ó principio mineralizador.

Hé aquí la clasificación:

MINERALES	CLASES	FAMILIAS
De principio electro-negativo gaseoso á la presión y temperatura media de la atmósfera, ó que puede constituir combinaciones gaseosas unidas con oxígeno, hidrógeno ó fluor.	1.ª Gazolitos.	Silicidos, — boricidos, — carbonidos, — sulfuridos, — selénidos, — teluridos, — cloridos, — bromidos, — yodidos, — fluoridos.
De principio electro-negativo no gaseoso, ni que forma combinaciones gaseosas cuando se une con oxígeno, hidrógeno ó fluor.	2.ª Leucolitos.	Antimonidos, — bismutidos, — plumbridos, — argiridos, — hidrargiridos, etcétera.
Sus disoluciones en los líquidos son incolores.	3.ª Croicolitos.	Manganidos, — sideridos, — auridos, — platinidos, — cupridos, — mangánidos, — cobaltidos, etcétera.
Sus disoluciones en los líquidos ofrecen diversas coloraciones segun las familias.		

Beudant, como hemos tenido ocasion de indicar repetidas veces, reúne las especies teniendo presente el principio electro-negativo comun á todas ellas; así, por ejemplo, forma los géneros carbonato, sulfato, fosfato, sulfuro, cloruro, etc., con aquellas especies que tienen respectivamente comun el ácido carbónico, sulfúrico, fosfórico, ó bien el azufre ó cloro. Esta preferencia dada al cuerpo mineralizador ó principio electro-negativo, ofrece la ventaja de que si no en todos, en muchos de los casos, las especies reunidas en un género tienen mayores afinidades que las agrupadas por medio del cuerpo electro-positivo. Si, por ejemplo, estudiásemos las especies minerales comprendidas en el género cal, instituido por Haiiy, y que abraza las especies cal carbonatada, cal fosfatada, cal sulfatada, cal fluatada, etc., veríamos que, si se hace abstracción del óxido de calcio que forma parte de todas ellas, difieren por completo en los caracteres de forma regular, estructura, dureza y peso específico; por el contrario, si examinamos las especies carbonato de cal, carbonato de óxido de hierro, de óxido de zinc, de óxido de manganeso, etc., especies que corresponden al género carbonato de Beudant, observaremos que todas ellas ofrecen la misma forma cristalina, idénticas estructuras, dureza análoga y aun densidad algun tanto afine; otro tanto puede decirse de las especies incluidas en los géneros sulfato, sulfuro, cloruro, etc., del mismo autor. No obstante, en los géneros citados y en otros muchos se hallan comprendidas á su vez especies que difieren entre sí, no solo respecto al peso específico, dureza, estructura, sino en su forma regular, por lo que los grupos de Beudant no deben admitirse como realmente naturales.

El sistema de este mineralogista adolece tambien de algunos defectos, pudiendo enumerarse como mas importantes los siguientes: 1.º que estando reputado el oxígeno como el elemento mineralizador por excelencia, no ha formado con él un grupo de familia como lo verifica con los demás cuerpos que hacen las veces de electro-negativos; 2.º que la clase de los gazolitos, además de comprender casi todas las especies mineralógicas conocidas, tiene el inconveniente de abrazar en una misma familia cuerpos muy heterogéneos; tal es lo que, por ejemplo, sucede en los carbonidos, cuyo grupo está constituido por sustancias gaseosas, líquidas y sólidas, ó por cuerpos que no tienen entre sí grande semejanza; v. gr., el ácido carbónico, la nafta ó petróleo, el diamante y la caliza; 3.º que en las clases segunda y cuarta, ó sea en la de los leucolitos y croicolitos, no figuran todos los minerales metálicos, supuesto que los cloruros, arseniuros, sulfuros de base electro-positiva, ó mejor dicho metálica, se hallan comprendidos en la clase de los gazolitos.

M. Leymerie, catedrático de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Tolosa (Francia), ha publicado en el año de 1860 un sistema que designa con el nombre de *Método ecléctico ó werneriano*. Este notable mineralogista ha tomado la clasificación de Werner como base fundamental de su sistema, pero teniendo al propio tiempo presente los adelantos efectuados en la ciencia desde principios de este siglo hasta la época en que dió á luz su clasificación. Leymerie acepta, en primer término, lo que él designa con el nombre de tipo mineralógico, esto es, el mineral en su verdadero estado perfecto, y, por lo tanto, constituido de una sustancia pura y de la forma primitiva que le corresponde. La especie mineral, segun este autor, resulta del tipo mineralógico y de las variedades que tienen la misma composición química y formas ó estructuras idénticas á las del tipo, ó bien que presenten la misma densidad relativa é igual dureza.

Partiendo, pues, de estas consideraciones, y tomando en cuenta todos los caracteres mineralógicos, dando, sin em-