

BROCHANTITA DE CHILE

POR

SALVADOR CALDERON

Catedrático de Mineralojía en la Universidad (Madrid).

En nuestra precedente nota sobre la atacamita de Chile (1) dijimos que los numerosos ejemplares de minerales de la América del Sur que posee el Museo de Historia Natural de Madrid, iban a ser objeto de una monografía que preparaba el malogrado sabio don Francisco Quiroga, cuando le sorprendió la muerte. El manuscrito se perdió desgraciadamente i solo han quedado algunas indicaciones sueltas en etiquetas escritas por él i algunos datos que recordamos los amigos del insigne finado. Completados éstos con nuestras propias observaciones, quizá hubiera elementos para redactar un trabajo, si tuviésemos tiempo disponible; pero, entre tanto, daremos noticias de algunas especies, al modo como lo hicimos en la nota precedente, ocupándonos hoy de la brochantita.

La especie así llamada por HEULAND ~littendiendo a BROCHANT DE VILLERS, célebre mineralojista i jeólogo frances del pasado siglo, se denomina tambien Krisuvijita i Konijita o Könijita, debiendo incluirse en la misma la llamada waringtonita. La denominacion de brochantita ha prevalecido i es la sancionada por los autores modernos. La variabilidad de composicion i caracteres de este mineral es la causa de esa pluralidad de nombres.

(1) CALDERON: «La atacamita de Chile» Revista Chilena de Hist. Nat. VI (1902), 21-25.

Cristaliza en el sistema rómbico. V. KOKSCHAROW ha determinado en ejemplares de los montes Urales los valores IIO , $104^{\circ} 32'$ i OIO , $152^{\circ} 37'$; condicion cristalina que está en consonancia con la propiedad óptica reconocida por el profesor GROTH (2) de coincidir las direcciones principales del movimiento vibratorio con los ejes cristalinos. Tambien BERTRAND deduce de los datos ópticos el carácter rómbico del mineral. Sin embargo, otro profesor eminente, el señor SCHRAUF de Viena, en una memoria presentada a la Academia de Ciencias de dicha capital (3), dijo que le tenia por monoclínica i acaso triclínica, asignando a sus cristales los valores $B=89^{\circ} 28'$, IIO $104^{\circ} 6'$ i OIO $158^{\circ} 50'$. Los trabajos posteriores citados parece dejan fuera de duda el carácter rómbico holoédrico de la especie. Su R. A. $=0.78$ o $3 : 1 : 0$, 4838.

Las combinaciones habituales de la brochantita, considerándola como rómbica, son IIO , OIO , IOI , OII mas algunas otras formas. Tienen estos cristales una esfoliacion braquidiagonal perfecta. Signo negativo.

La configuracion es columnar corta en las de unas localidades i alargado en los de otras, como sucede en los mas de Chile. En casi todos los casos los cristales aparecen estriados verticalmente i a menudo aplastados segun OIO .

La densidad es de 3.78 a 3.9. En algunos ejemplares de Atacama hemos hallado una cifra bastante inferior, que atribuimos a impurezas interpuestas en la maza. La dureza es de 3.5 a 4.

La fractura varía, desde granuda hasta terrosa.

El color es verde esmeralda, bello en los cristales i masas bien cristalinas, pero se cambia en otras en verde negrusco. La raya i el polvo son verdes mas claros que las superficies naturales. El brillo es vitreo-intenso en los cristales, los cuales son traslucientes i alguna vez transparentes. Diremos, en fin, para terminar los caracteres ópticos, que en los ejemplares de Chile se ha observado $2\text{Ha}=95^{\circ} 6'$ i $2\text{Hgr}=96\%$.

(2) GROTH: Miner.—Samml. Strassburgo, 1878, 155.

(1) Ber. Ak. Wien, 67, 1873, p. 257

Ademas de los cristales i masas a que hasta aquí hemos hecho referencia, la brochantita se presenta tambien en agregados arrañados de composicion bacilar fina, que es uno de los tipos de Atacama, en estado de costras cristalinas sobre malaquita, como ocurre en Siberia, i cristales imperfectos i escasos asociados a los de otros minerales, como sucede en las localidades del Mediodía de España, que luego se indicarán.

Por su composicion química es el mineral de que tratamos un sulfato básico, que resulta de la combinacion de una molécula de sulfato con tres de hidróxido cúprico. Como término medio se dice contiene 70.36 de óxido cúprico, 17.74 de ácido sulfúrico i 11.90 de agua. Segun LUDWIG ésta se desaloja a los 300° i queda como residuo una mezcla de sulfato i óxido cúpricos.

La composicion admitida en la reciente i fundamental obra de GROTH (1) es la siguiente: $\text{SO}_4 (\text{Cu OH})^2 \cdot 2 \text{Cu (OH)}^2$.

Ofrece el mineral caracteres químicos salientes. Calentado en mezcla con polvo de carbon produce ácido sulfuroso. No tiñe la llama del soplete i sobre el carbon se funde, dejando al fin tratado con sosa i bórax i como residuo, un boton de cobre. En el tubo abierto se desprende ácido sulfuroso, pero no se produce ningun sublimado. Es soluble tanto en los ácidos como en el amoníaco, pero no en el agua, en lo que se diferencia del vitriolo azul que tiene iguales las demas recciones. En fin, la solucion da precipitado con el cloruro de bario.

Los análisis practicados con ejemplares de distintas procedencias varían considerablemente, como puede verse comparando los de MAGNUS, FORCHHAMMER, RISSO, el de CRONWALL por PISANI, i los de V. KOBELL, TSCHERMAK i LUDWIG. Nos limitaremos a presentar los referentes a localidades chilenas, que son las siguientes:

	De Paposo, segun KOBELL	De Andacollo, segun FIELD	De Atacama, segun DOMEYKO	De Atacama, segun QUIROGA
CuO	68.67	66.94	70.2	68.78
SO ³	19.71	16.59	16.2	18.60
H ² O	11.42	16.47	13.8	12.92

(1) *Tabl. syst. des Min.*—Ed franc. Genève, 1904. p. 69.

La síntesis o reproducción artificial de la brochantita ha sido obtenida por vez primera por BECQUEREL (1) manteniendo durante muchos meses un pedazo de cal carbonatada en una disolución de sulfato de cobre, logrando producir así buenos cristales rómbicos como los naturales. Hai otros medios que dan depósitos cristalinos con igual composición: precipitando, por ejemplo, una disolución de sulfato de cobre por la potasa o el amoníaco i haciendo hervir mucho tiempo el precipitado.

Tiene la brochantita analogías de aspecto exterior unas veces i de composición otras, con diversos minerales de cobre. En las colecciones antiguas solia estar confundida con la malaquita, como sucedia en nuestro Museo donde figuraban unos ejemplares con una etiqueta que decia: «Malaquita en masas fibroso-radiadas (cobre estrellado), del Paposo, Desierto de Atacama, Copiapó». (2) QUIROGA separó las brochantitas, atacamitas i malaquitas de esta localidad, dándoles sus nombres apropiados. En realidad el color, aunque verde, tiene en cada una de estas especies su matiz propio, cuya diferencia se aprecia poniendo al lado ejemplares de cada una, i los concrecionados de la brochantita no son testáceos como es lo jeneral en la malaquita. Con la que mui fácilmente se confunde la primera es con la atacamita, si no se apela al carácter antes indicado de la llama. Esta analogía no es puramente esterna, pues como lo ha hecho notar GROTH, la brochantita que retiene su agua hasta los 230° i se descompone a una temperatura mas elevada, segun ha demostrado ATHANASESCO, tiene una cierta afinidad de composición con la atacamita; basta para probarlo doblar la molécula de este mineral, i entónces se ve que las dos sales se componen de cuatro moléculas de $\text{Cu}(\text{OH})_2$, en los cuales los hidroxilos son reemplazados respectivamente por el radical SO^4 i 2 Cl. Se nota ademas analogía cristalográfica evidente entre estos dos minerales rómbicos, pues

(2) Compt. rend. Acad. Sc., 1852.

(3) Estos i otros ejemplares de la misma localidad fueron remitidos en 1797 al Real Gabinete de Historia Natural de Madrid por el Colector mineralógico de S. M.

la relacion $c : b$ de la atacamita i los demas parámetros están entre sí aproximadamente como 2 : 3.

Analogías químicas tiene la brochantita con otros sulfatos básicos de cobre ménos importantes que ella, como son la dolerofanita, la stelznerita i algun otro, de los cuales se diferencia mui bien por sus caracteres físicos i manera de presentarse, con escepcion de la llamada waringtonita, que debe ser una nueva variedad. Lo mismo decimos con respecto al sulfato ácido o sea el conocido vitriolo de cobre o cianosa, que nadie diria, por su aspecto i propiedades físicas, que fuera tan análogo al mineral de que tratamos, toda vez que la primera es una sustancia eminentemente salina i la segunda una piedra. Sin embargo, en algunas clasificaciones ha figurado la brochantita como una variedad de la cianosa, criterio hoi inadmisibile de todo punto, toda vez que los sulfatos básicos forman un grupo, aunque corto, mui natural.

La brochantita aparece asociada en los yacimientos americanos con otros diversos minerales de cobre, sobre todo con malaquita i óxido del mismo metal i a veces con el silicato (crisocola).

Por efecto de la diversidad de aspectos i yacimientos con que se encuentra la especie que nos ocupa, reina bastante confusion en punto a la clasificacion de sus variedades, segun los autores que se han ocupado de la cuestion. Schrauf distingue cuatro tipos i muchas variedades, definiendo los primeros del modo siguiente:

1.º Brochantita de Chile i pequeños cristales de Rezbanya, con 66% de cobre;

2.º Waringtonita de Cornwall;

3.º Cristales de Nizny Tagilsk i agregados esféricos de estructura radicada; i

4.º Koenijita de Siberia. Damz no admite, en cambio, mas que dos tipos: la brochantita ordinaria i la waringtonita.

Aun limitándonos al reconocimiento de los ejemplares de la gran rejion cuprífera de la América del Sur, la brochantita aparece con variadísimos caracteres de aspecto i composicion.

El señor Domeyko (1) distingue cinco facies de las mas comunes, que caracteriza del modo siguiente:

1.^a Masas fibrosas de fibras cortas, gruesas, que son como prismáticas, color negro-verdoso en medio de una masa verde mas clara, ménos fibrosa o compacta; las partes cristalinas son lustrosas, a veces pequeños fragmentos traslucientes;

2.^a Masas hojosas o laminares, con pequeños indicios cristalinos; lustre diamantino, color verde mas oscuro que en el tipo anterior, en medio de una masa ferruginosa rojiza i con mas parecido, aun que en aquel a la atacamita. Se han estraido grandes trozos de mas de un quintal de este tipo en las minas de Paposo;

3.^a Masas terrosas, de color verde-claro, por lo comun mezclado con carbonato i silicato de cobre;

4.^a Cristalizada en pequeños prismas, con caras rayadas paralelamente al eje principal; las terminales lisas, lustrosas, formando biseles (domos) macrodiagonales; tienen apénas un milímetro de largo i color verde-esmeralda de atacamita. Esta variedad, hallada recientemente en las minas de cobre de Cerro Blanco, contiene 71,05 de óxido de cobre, 16,32 de ácido sulfúrico i 12,63 de agua;

5.^a Fibrosa, de fibras mui finas, diverjentes, cortas o perpendiculares a los planos de las venas, constituidas por este mineral de color verde-claro, tirando algo a azul; lustre entre vitreo i sedoso; mui parecido a la malaquita fibrosa (*metal estrellado* de los mineros). Esta variedad, que dice es rara, sale en la mina *Jordan*.

Como fácilmente se advierte, hai algo de arbitrario en la característica de estas variedades, que podrian multiplicarse mucho en presencia de diversos ejemplares. Examinando los que de Chile posee nuestro Museo, hemos reconocido dos tipos, que pudiéramos llamar verde-claro i verde-oscuro, mas sin que esta distincion tenga valor científico. El primero es acicular, está impregnado de óxido de cobre terroso i asociado a malaquita i crisocola; el segundo es una masa fibrosa radiada, con

(1) *Mineralojía*. 3.^a edicion, Santiago, 1879; pájs. 252-255.

algo de malaquita, debiendo el color oscuro á la interposicion de un oxiclورو negro de cobre entre los agregados aciculares de la brochantita. Los ejemplares de este último tipo proceden, segun etiqueta antigua que los acompaña, de Paposo, desierto de Atacama, i llevan el nombre de *cobre estrellado*, que aplican tambien allí a las malaquitas de la misma textura. La hai tambien en masa, que tiene empotrados i fuertemente adheridos a ella cristales prismáticos largos, de color verde-claro. En todas estas variedades se observa que las superficies que han estado espuestas mucho tiempo al aire libre se cubren de manchas amarillento-rojizas por alteracion.

Son varias i repartidas en rejiones mui apartadas las localidades en que se conoce la brochantita i que nosotros no vamos a detallar. Sólo diremos, en jeneral, que unas son europeas i otras americanas: entre las primeras figuran los Montes Urales, donde fué descubierta la especie, Hungría, las solfataras de Krisuvig en Islandia (Krisuvijita de Forchhammer), Cornouailles i en España accidentalmente con la pirita cuprífera en Rio Tinto i en la Sierra Almagrera, pero en pequeña cantidad. En la América del Norte se ha hallado en Méjico i Utah, i en la del Sur en las minas de cobre de Chile, Perú (Risco), Bolivia i las provincias arjentinas. El de Corocoro (Bolivia) de color verde-azulado, es una arenisca penetrada en toda su masa del sub-sulfato en cuestion. Abunda mucho en las minas de Chile, pero segun Domeyko, en ninguna parte tanto i tan variado en sus caractéres como en las de Paposo, en el desierto de Atacama.

En jeneral, es la brochantita un mineral de filon concrecionado. Su oríjen es debido á las descomposiciones lentas de las disoluciones de sales de cobre operadas ya espontáneamente, ya por la accion sobre otra sal.

Naturalmente, podria explotarse como mina de cobre, pues contiene hasta un 64% de este metal; pero si no abunda como para constituir un elemento industrial; su mayor interes reviste, en cambio, carácter científico, como puede inferirse de la historia de esta especie que dejamos bosquejada.

