

ESTUDIO PETROGRÁFICO

DEL

METEORITO DE GUAREÑA, BADAJOZ,

POR

DON S. CALDERÓN Y DON F. QUIROGA.

(Sesión del 5 de Julio de 1893.)

Caida.—El 20 de Julio del año anterior, entre diez y once de la mañana y con un cielo completamente despejado, ocurrió en el término de Guareña, provincia de Badajoz, el fenómeno de la caída del meteorito que motiva el presente estudio. Un ruido intenso, seguido de algunas detonaciones, sorprendió á los braceros que se hallaban á la sazón trabajando en una viña distante unos 6 km. de la villa mencionada; según su relato, sintieron la explosión con tal intensidad y tan cerca de ellos, que verdaderamente creyeron que una montaña se derrumbaba sobre sus cabezas. Bien pronto pudieron observar á una distancia de 50 m. la precipitación de un cuerpo pesado que produjo un violento choque en el suelo y levantó densa nube de polvo. Repuestos del pánico, se dirigieron hacia el cuerpo y consiguieron extraerle de una profundidad de 75 cm., según su cálculo.

El objeto extraído consiste en una piedra de dos arrobas y quince libras de peso, al decir del señor cura párroco de Guareña. Posteriormente, á una distancia de 7 km. del sitio en que se sacó esta piedra meteórica, fué hallada otra de menor tamaño, de 7,200 gr. de peso, que debe ser un fragmento de la precedente, pues se dice que ofrecía una eminencia que correspondía perfectamente á una depresión que presentaba la anterior. El primer ejemplar fué regalado por el mencionado señor cura párroco al Excmo. Sr. D. Antonio Cánovas del Castillo, y

el segundo pertenece hoy á la Comisión de Monumentos de Badajoz, la cual nos ha favorecido enviándonos un pequeño fragmento y pidiéndonos un informe petrográfico sobre el meteorito; petición honrosa que ha motivado el presente estudio.

Coincidió con la caída de las piedras mencionadas la de otras en la misma provincia de Badajoz, indudablemente fragmentos desprendidos de aquellas, suposición que conviene con las detonaciones percibidas al ocurrir el fenómeno mencionado. Se sabe, en efecto, que se precipitaron dos trozos en Olivenza; otros dos en Villanueva del Fresno, uno junto á la estación de Badajoz, y se dice que otro en Mérida, sin que pueda asegurarse si caerían otros que no fueran observados.

Forma y caracteres exteriores del meteorito.—El ejemplar que existe en Badajoz es de forma irregular y ofrece aristas redondeadas, según puede verse en la lám. I, fig. 2.^a El que posee el Excmo. Sr. D. Antonio Cánovas del Castillo, que ha tenido la bondad de permitirnos examinar y fotografiar, y va representado en la fig. 1.^a de la misma lámina, afecta una forma aproximadamente tetraédrica, cuya base sumamente plana es de contorno trapezoidal. Los lados están constituidos, en primer lugar, por dos grandes caras, cóncava y rugosa la una, alabeada y más lisa la otra, y después por otras cuatro que truncan respectivamente la arista de intersección de las primeras, el vértice superior, así como uno de los de la base y una arista de ésta. Las aristas verticales son redondeadas. El ejemplar en conjunto tiene una altura de 275 mm.

Uno y otro ejemplar son exteriormente de color gris oscuro y en muchos puntos casi negros. Esta coloración la deben á una costra mate que les reviste casi en totalidad, con excepción de las aristas y vértices que son redondeados, suelen estar descortezados y no por eso dejan de ofrecer un tinte oscuro. El interior de estas piedras, por el contrario, es de color claro y grisáceo. La masa está surcada por algunas grietas brillantes, ramificadas y unidas por fuertes suturas, por las cuales se rompen las esquirlas al intentar adelgazarlas para reducirlas á láminas delgadas; sin embargo, aunque granuda, la piedra de Guareña no se rompe por planos naturales, como sucede á otros meteoritos. Ofrece además bastante resistencia al choque y da abundantes chispas con el eslabón.

La densidad de la piedra es 3,888 á 22° C., hallada por el profesor D. Laureano Calderón.

Costra.—La costra, que como hemos dicho envuelve casi totalmente los ejemplares del meteorito de Guareña, es delgada, ofreciendo en la sección un espesor de $\frac{1}{4}$ de mm., y se halla surcada de ligeras eminencias y de depresiones poco profundas. Toda ella es puramente superficial, así que puede levantarse con la uña fácilmente, sin que la hayamos visto en parte alguna penetrar en el interior de la masa. Su color varía del negruzco al negro intenso y en todos los casos es friable, mate y escoriácea.

A trechos se perciben en la costra partículas metálicas no alteradas, y hemos visto algún trocito empastado rojo y otros ocráceos con aspecto de limonita. En ciertos sitios donde la piedra se conserva poco descortezada, se advierte debajo de la parte negra una capita metálica gris acerada.

Interior.—La masa del meteorito de Guareña es claramente cristalina, homogénea y gris-azulado-verdosa. A la simple vista ó con la sola ayuda de una lente de poco aumento, se destacan de este fondo granos pétreos más claros, blanco cenicientos, repartidos con cierta regularidad y puntos metálicos brillantes.

Los granos blanquecinos parecen traslúcidos cuando se les puede observar en los bordes de las fracturas.

Las partes metálicas son granos de color gris acerado, con bordes angulosos, no siendo raros los terminados en caras cristalinas, si bien la exigüidad de sus dimensiones no permite determinar la forma á que pertenecen. Por excepción hay algunos granos mayores, los cuales ofrecen á veces un aspecto pavonado y reflejos azules. Bruñendo una superficie se ven entre las partes metálicas chispas doradas (pirrotita).

Obsérvanse, finalmente, algunos nodulitos de color verde manzana y otros generalmente brillantes, negros de hasta $\frac{1}{2}$ mm., pero con excepción del hierro, la naturaleza de ningún otro elemento puede determinarse sin ayuda del microscopio, pues los mismos condros, de que luego hablaremos, están soldados íntimamente á la materia fundamental y destacan muy poco de ella por su color.

Macro-estructura.—La masa de la piedra de Guareña es aparentemente granuda, y por tanto áspera al tacto, pudiendo desgranarse sin dificultad los pequeños trozos entre los dedos.

La atraviesan las grietas de que antes se hizo mérito, las cuales afectan una marcha irregular.

Como consecuencia de semejante estructura la roca es porosa; así es que absorbe algo de agua y en caliente se deja penetrar un tanto por el bálsamo del Canadá.

Por los caracteres macroscópicos pertenece al grupo de los meteoritos *crystalino-condriticos*, ofreciendo en su color y suturas la mayor analogía con el de Erxleben, en concepto del profesor Cohen, tan eminente en este linaje de estudios y que ha tenido la bondad de examinar pequeñas muestras de la piedra de Guareña y comunicarnos su autorizada opinión. Por otra parte, el aspecto y disposición de las partículas metálicas la hace comparable por su *facies* con las lavas anamesíticas claras y compactas.

Composición química.—No ha sido objeto aún el meteorito que nos ocupa de un análisis completo y cuantitativo. Solamente el Sr. Iglesias, profesor en el Instituto de Badajoz, ha podido realizar con medios insuficientes para un estudio más completo, algunos ensayos que le han permitido reconocer la presencia del hierro, el níquel, la alúmina, la sílice, la magnetita y el azufre.

Examen microscópico.—Reconocida la piedra de Guareña en sección delgada, con ayuda del microscopio se ven, como elementos dominantes en ella, una parte metálica y otra pétreo, constituida por el peridoto (las porciones claras) y la broncita, y como accesorios un feldespato, hierro sulfurado, probablemente cromita y piroxeno monoclinico.

Parte metálica.—Ya hemos dicho que se presenta el hierro en granillos de diverso tamaño, desde $\frac{1}{2}$ mm. hasta las menores dimensiones, y nunca en masas continuas. Está repartido con notable homogeneidad, ocupando los espacios que dejan los elementos pétreos de la roca. Sus contornos son irregulares, angulosos, sin forma cristalina, como fragmentos de una masa escoriácea.

Dentro del hierro existen inclusiones, sobre todo de peridoto, que se distinguen desde luego por su claridad y relieve, y este mineral metálico constituye á su vez inclusiones en los restantes elementos, como indicaremos á continuación.

La parte metálica afecta las tres formas siguientes:

1.^a Granos abundantes de color gris de hierro, que reducen

inmediatamente el sulfato cúprico, cubriéndose de cobre y que parecen consistir en hierro niquelífero, pues no ofrecen los caracteres de la schreibersita.

2.^a Granos abundantes, aunque menos que los anteriores, los cuales presentan en las superficies pulimentadas el aspecto y color de la pirrotita. Estos granos no reducen el cobre de la disolución de sulfato cúprico ácido, cuando este actúa pocos minutos sobre la preparación; pero si se prolonga la inmersión por más tiempo, acaban por tomar muchos de ellos un color violáceo morado especial, á la par que se produce algún desprendimiento de hidrógeno sulfurado. Semejante coloración parece debida á la existencia en el interior de la masa de granillos de hierro niquelífero, cuyo color rojo, cuando ha reducido cobre, se mezcla con el propio de la pirrotita, dando la mezcla de ambos dicho tono violado; á veces existen en el interior de este mineral y se revelan con el cobre desde el primer momento. Muchos de los granos del grupo en cuestión están rodeados total ó parcialmente de una película de hierro que reduce inmediatamente el cobre, y suelen hallarse atravesados por barras de aquel metal. Estos granos son de pirrotita. En algunos, sobre todo de los que se hallan parcialmente rodeados de una costra de hierro metálico, se reconocen ángulos que corresponden á los cristales exagonales de este mineral.

3.^a Granos redondeados ó completamente redondos, mucho más escasos que los anteriores, de un negro intenso y mate, bordeados de pardo en la sección, que parecen ser de cromita.

A veces se hallan íntimamente unidos granos de estos tres grupos, y sobre todo de dos, hierro y cromita ó hierro y pirrotita.

Sometiendo el polvo del meteorito á la acción de la barra imantada, se logra separar una gran parte de los granillos opacos, los más brillantes y de color gris ó rojizo, al paso que los negros permanecen con los minerales pétreos, demostrando esto que no son de magnetita. Con la punta de una aguja, y guiándose por el color negro que los distingue del resto, hemos separado algunos de estos últimos y reconocido en ellos el cromo por las reacciones características de dicho cuerpo. En cambio la porción magnética se disuelve rápida y fácilmente en el ácido clorhídrico, desprendiendo hidrógeno é hidrógeno sulfurado, lo que demuestra bien á las claras la presencia en

la mezcla del hierro y la pirrotita. En la disolución verde que resulta se reconocen el hierro y el níquel.

Peridoto.—Se presenta abundantemente este mineral con el aspecto que habitualmente ofrece en los meteoritos análogos al que describimos; esto es, en granos de muy diverso tamaño como producto de trituración. Los fragmentos mayores tienen un diámetro de 0,3 á 0,4 mm., y algún cristal alcanza una longitud de 1,5 mm. Unos y otros muestran contornos perfectamente regulares y un color blanco diáfano en las secciones transparentes, que otras veces empaña un producto amarillento. Ofrece vivos colores de polarización y á menudo intensas aureolas coloreadas. Fuera de los grandes individuos de ángulos limpios, sólo existen granos diseminados.

Presenta el peridoto inclusiones en cantidad muy variable, y en ocasiones está desprovisto de ellas, ofreciendo entonces una pureza ideal. En otros casos están limitadas á las partes marginales y en ellas ordenadas en series, lo que indica un pasado desarrollo zonar. Estas inclusiones son unas de hierro, otras ovóideas de vidrio, y otras más oscuras, de cromita, en opinión del profesor Cohen. También contiene el olivino poros gaseosos, tanto aislados—y entonces relativamente grandes y redondos—como compenetrados unos en otros en ciertas partes del cristal, ó repartidos en el interior de éste con homogeneidad, y en este caso muy pequeños y de formas variadas. En cuanto á las inclusiones vítreas, las hay desde transparentes hasta pardo amarillentas claras, y no rara vez contienen ampollas gaseosas y á veces también menudos granos opacos.

Broncita.—Este piroxeno rómbico existe en abundancia en cristales gruesos conglomerados y á veces en haces divergentes, distinguiéndose del olivino por su doble refracción escasa, menor relieve, exfoliación marcada y aspecto de las superficies bruñidas. Además los individuos de broncita dan secciones menores que los de olivino, y sólo por excepción alcanzan un diámetro de 0,4 mm.

Es la broncita de la piedra meteórica en cuestión pobre en inclusiones, sobre todo gaseosas. Generalmente consisten estas en granos opacos, acompañados de algunos pardos, pero transparentes; otras finas formaciones cortas, á modo de tallitos, paralelas á la exfoliación que se ven en el mineral, son de naturaleza vítrea. En la fig. 6.^a, lám. III, al lado del condro

elástico de olivino que ocupa todo el centro, se ve un cristal relativamente voluminoso de broncita, pues mide 0,9514 mm., y contiene, paralelamente á su longitud, inclusiones escoriáceas de vidrio.

Feldespato.—Aunque no como elemento esencial, el feldespato se encuentra con abundancia en el meteorito de Guareña en forma de individuos ó granos únicos, generalmente diáfanos y de una birrefringencia menor que los dos minerales anteriores. Sus dimensiones medias son de 0,02 á 0,07 mm., estando desprovistos de exfoliación, relieve y casi siempre de inclusiones.

Todos estos granos son de una plagioclasa, como lo demuestra el examen de sus maclas que no son raras. Hemos visto una polisintética, según la ley de la albita, de 0,04 mm. en su mayor longitud, constituida por individuos de anchura desigual, pero cuya sección es tan asimétrica con respecto al plano de combinación y macla de la agrupación, que mientras unos individuos se extinguen á 0° de este plano, otros lo hacen entre 42° ó 43°, siendo positivo el sentido de su alargamiento. También el profesor Cohen nos comunica haber observado un bello cristal de plagioclasa de $\frac{1}{2}$ mm. de anchura por $1\frac{1}{4}$ de largo con una raya de macla, dotado de alguna extinción oblicua y rico en inclusiones.

Tanto la perfecta insolubilidad de esta plagioclasa como su *facies*, parecen indicar que se trata de una oligoclasa, por más que no sea esta especie, sino la anortita, la que habitualmente se presenta en las piedras meteóricas del grupo á que pertenece la de Guareña.

Otros minerales.—De los demás elementos que Tschermak y otros autores citan como frecuentes en estos meteoritos, poco podemos decir. Mencionaremos ciertos cristallitos de piroxeno monoclinico que se ven junto al rómbico, alguna vez aislados, transparentes, con exfoliación clara, extinción oblicua y contorno típico.

No hemos observado esos granos isótropos (masquelinita) que suelen verse en piedras análogas á la que describimos.

Condros.—Se hallan estos repartidos en la masa de la piedra de Guareña con tal irregularidad, que al paso que en unas preparaciones no se ve ninguno, en otras se encuentran hasta seis ú ocho, y algunos de ellos sumamente completos, en

oposición á otros que están reducidos á fragmentos. Aunque sin pretender intentar una descripción de los condros, que sobre prestarse poco á ella, varían notablemente de una preparación á otra, indicaremos que se pueden distinguir tres grupos, cuya característica general señalaremos: olivínicos, broncíticos y mixtos.

1.º Los condros olivínicos son de tres clases:

a. Monosomáticos, esto es, constituídos por un solo individuo de dicho mineral, como el representado en la fig. 3.^a, lám. II, que mide $0,667 \times 0,582$ mm. Las extinciones se realizan en él paralela y normalmente á las bandas que le atraviesan, formadas por inclusiones escoriáceas de un vidrio incoloro que contiene abundantes poros gaseosos y granitos redondeados de vidrio amarillo. La sustancia del olivino encierra inclusiones de igual naturaleza.

b. Condros constituídos por dos individuos de olivino.

c. Condros olivínicos clásticos, ó sea formados por agrupaciones de fragmentos de dicho mineral, como los representados en las figuras 5.^a y 6.^a, lám. III; de ellos el de la fig. 5.^a, que es el mayor de su clase observado, mide 1,42 mm. Un vidrio escoriáceo traba los granos del olivino, los cuales contienen numerosos poros gaseosos y algunas acumulaciones de granillos negros de magnetita.

2.º Los condros broncíticos, más escasos que los del grupo anterior, se caracterizan por su estructura, birrefringencia é inatacabilidad por los ácidos. El representado en la fig. 7.^a, lám. IV, que es el más completo y regular que hemos observado, da idea del aspecto y estructura radiada de estos condros. En su interior abundan las inclusiones escoriáceas de vidrio.

3.º Los condros mixtos de olivino y broncita son los más frecuentes y curiosos. Algunos de ellos consisten en condros de condros, como el de la fig. 4.^a, lám. II, que muestra uno monosomático de olivino, cuyo eje mayor mide 0,355 mm., y prismas de broncita, hallándose el todo cementado por un magma vítreo incoloro, el cual aprisiona en su masa grandísima cantidad de fragmentos diminutos é irregulares de olivino. Pero el mayor y más interesante de todos estos condros mixtos, es el representado en la fig. 8.^a, lám. IV. Consta de una masa de olivino bien caracterizada por su rugosidad, po-

larización cromática intensa en los rojos y azules de segundo orden, é inclusiones de poros gaseosos y granitos de vidrio amarillento rojizo con burbujas gaseosas, atravesado por bandas divergentes de broncita algo escoriácea, entre las cuales se perciben unas finas estrias paralelas que, estudiadas con grandes aumentos, aparecen formadas por penetraciones de la materia enstatítica á través de la masa serpentínica; estas penetraciones corren de unas barras á otras uniéndolas entre sí.

Otras veces la estructura del condro mixto es más sencilla y consiste en un agregado de bastoncitos paralelos de enstatita rodeado de una ancha zona olivínica, la cual contiene gruesos poros gaseosos, inclusiones vítreas con grandes burbujas gaseosas, así como otras formaciones vítreas irregulares pardo claras, hierro níquelado y granos de cromita.

Estructura.—El meteorito de Guareña es una piedra tobácea y completamente clástica. Mas conviene notar que todos los cristales que la constituyen están rotos y reducidos á fragmentos que conservan sus ángulos y junto á los fragmentos yace el polvo producido por el trabajo de trituración. Los mismos condros presentan, como hemos visto, dicho carácter fragmentario. De aquí resulta que la estructura es clástica *in situ*.

Los condros, por su abundancia y disposición, comunican á la roca esa estructura marcadamente granuda de que hablamos al principio, al mismo tiempo que los componentes se limitan limpiamente unos á otros. Por eso tiende á desgarrarse la masa cuando se comprimen los bordes ó los pequeños trozos, necesitándose tomar ciertas precauciones para desgastarlos al hacer las preparaciones en lámina delgada, y sobre todo al despegar ésta si se la calienta para transportarla al porta-objetos por el método ordinario. En casos como éste conviene apelar á procedimientos especiales, y particularmente al de Percy.

Dos circunstancias se notan al hacer dichas preparaciones relacionadas con la estructura de esta piedra: una que al romperla se rompen también los condros, en vez de desgranarse ó desprenderse, como ocurre en otros meteoritos de estructura concrecionada; otra que ciertas partes toman pulimento, cosa que no sucede con las demás: el hierro, el peridoto y los cristales de broncita se alisan y ponen brillantes, aunque en dis-

tinto grado, como es natural, al paso que los condros permanecen mates y con un aspecto granudo.

Es característico en la estructura de este meteorito, como en la de los demás análogos á él, que el hierro se encuentra constituyendo granallas de débil dimensión (*oligosideros* de los franceses). Lo es también la carencia de agregados finos y hasta pulverulentos de silicatos que existen en otras piedras meteóricas análogas á las que examinamos, á lo que se debe que en ésta los individuos aislados y más voluminosos, sobre todo de olivino, se destaquen de la masa de un modo porfídico.

Clasificación.—La composición mineralógica y la estructura que hemos descrito permiten colocar el meteorito de Guareña en el grupo III de la clasificación de Tschermak (1), ó sea el de las «piedras meteóricas formadas de broncita, olivino y hierro como elemento esencial y de textura condritica», subgrupo de los tobáceos, en los que dominan los pequeños fragmentos.

Se trata, por consiguiente, de un meteorito de uno de los grupos más frecuentes. Sin embargo, la abundancia en él de un feldespató inatacable por los ácidos, le presta cierta fisonomía de individualidad, que pudiera quizás merecer una denominación especial con más derecho que algunas de las propuestas á veces por ciertos autores.

(1) *Die mikrosk. Beschr. der Meteorit.* Cuaderno 1, pág. 5.