ANT-XIX-1383(6)

24 ans
R-91161

CONTRIBUCIONES

AL

ESTUDIO DE LA FOSFORITA DE BELMEZ,

POR

DON SALVADOR CALDERON Y ARANA.

(*Anal. de la Soc. Esp. de Hist. Nat.*, Tomo VII, 1878.)

I.

FOSFORITA DE BELMEZ.

En una expedicion recientemente realizada en compañía de los distinguidos catedráticos del Instituto de Ciudad-Real, los señores D. Enrique Serrano y Fatigati y D. Eduardo Boscá, he tenido ocasion de examinar el yacimiento de la notable y celebrada fosforita de Belmez, en la provincia de Córdoba. Como en esta Sociedad ha preocupado ya la cuestion del orígen de dicho mineral, habiéndose hecho muy importantes indicaciones por parte de los Sres. Vilanova y Egozcue (1), he creido la interesarian los materiales que me ha consentido aportar la observacion sobre el terreno, que uno y otro de los mencionados geólogos confesaban no haber visitado.

Por otra parte, nuestra expedicion ha sido muy feliz para las indagaciones referentes al mineral que me ocupará, por proporcionarnos abundantes ejemplares, en lo que es debida mucha gratitud á los dueños de las minas que serán citadas, y datos nuevos enteramente y del mayor interés, á mi cuenta, para la cuestion de yacimiento y orígen (2).

---

(1) AN. DE LA SOC. ESPAÑ. DE HIST. NAT., t. III, *Actas*.

(2) Los ejemplares recogidos que han servido de base y comprobacion para este ligero estudio, se hallan en las colecciones de la Institucion libre de Enseñanza.

Las minas de fosforita de Belmez fueron descubiertas recientemente, pues se remonta esto á solo unos cinco años, en que un particular, M. Houlou, conoció la naturaleza del mineral contenido en las vetas de la caliza del cerro llamado el Castillo, en dicha localidad. Antes habia pasado completamente desconocido allí, por lo cual los naturales no designan el mineral con nombre vulgar alguno, y han adoptado desde luégo el que le da la ciencia. El buen resultado de las primeras inquisiciones animó despues á otros que buscaron nuevos filones, no ya sólo en aquel sitio, sino en la inmediata Sierra Palacios; pero aunque el éxito ha coronado varias veces sus esfuerzos, no en todos los casos son iguales las ventajas de la explotacion: naturalmente cambian éstas segun la profundidad y espesor de las vetas de fosfato incrustadas en una roca tan dura, que sólo por medio de barrenos puede desprenderse. De todas suertes, es siempre muy incierta la eleccion de los puntos de arranque, y será efímera la duracion de esta industria minera en la localidad.

Las fosforitas en cuestion son trasportadas por la vía ferrea inmediata á Sevilla, y de allí á los mercados de Inglaterra y Alemania, especialmente de la primera, donde son vendidos sin que en España nos preocupemos cuánto convendria de aplicarlos á nuestros campos, ni de que vendemos nuestras fuerzas productoras. ¡Nosotros, sin embargo, decimos ser un país eminentemente agrícola y productor de cereales! Sin que esto sea abonar medidas represivas ó violentas, creo cabe preguntar si nuestro atraso actual en este ramo legitima hechos de la trascendencia de la exportacion irreflexiva de todos nuestros fosfatos. ¿Hay derecho para deshacerse en un momento de los huesos diseminados en los campos de Castilla y de los fosfatos minerales de Extremadura y Córdoba, legando á nuestros sucesores tierras estériles y sin medio de enriquecerlas?

Prescindiendo de consideraciones tan vitales para el país y que reclaman la atencion de los gobiernos, de los científicos y de los cultivadores, me limitaré á tratar de la fosforita en cuestion bajo el punto de vista teórico.

Razones que serán expuestas al finalizar este ligero estudio, me indujeron desde luégo á suponer que la existencia de la fosforita en Belmez no podia constituir un hecho aislado, y, en efecto, averiguaciones posteriores, en que debo mucha gra-

titud al Sr. Boscá, ántes citado, han afirmado la existencia del mineral á pocas leguas de la estacion de Almaden, ya en la provincia de Córdoba, donde se presenta con caractéres muy análogos, si bien la coloracion de las variedades litoídeas la distingue de las de la localidad que motiva este bosquejo. Igualmente parece que en las crestas del puerto de Espiel existe la fosforita como en Belmez, si bien lo agreste del sitio y dificultades materiales para su conduccion hasta la vía ferrea han sido causas suficientes para impedir su explotacion.

Hasta aquí no se ha hecho estudio detenido alguno de la fosforita de Belmez. Sin embargo, además de las indicaciones hechas en esta Sociedad, de que hice mérito, hay una nota de M. Reydellet, inserta en el *Boletin de la Sociedad geológica de Francia* (1), que ha sido traducida por el Sr. D. Daniel Cortázar, y publicada en el tomo II del *Boletin de la Comision del Mapa geológico*. Desgraciadamente es tan somera y compendiosa la nota en cuestion, que apénas apunta sin razonar los problemas del orígen y yacimiento de tan singular sustancia, que, por otra parte, no pueden ser abordados con las indicaciones allí expuestas, circunscritas al modo como arman las fosforitas concrecionadas.

II.

CARACTÉRES.

Por lo que toca al aspecto del mineral, recordaré que M. Reydellet termina su nota ántes citada, celebrando la oportunidad del nombre con que en Cáceres vulgarmente se le designa, el de *piedra engañosa*, que, por cierto, es enteramente equivalente al técnico de apatita. En efecto; es muy árdua empresa la de asignar caractéres exteriores ni físicos á la fosforita, y en lo que se refiere á la localidad en cuestion, aún aumenta la dificultad notoriamente: mil cambios de estructura que pasan de uno á otro por matices insensibles, variadas coloraciones uniforme ó irregularmente distribuidas y diferencias innumerables de

(1) *Bull. de la Soc. geól. de France;* 3ème *série*, v. I.

brillo y fractura imposibilitan dar una nocion precisa de la facies del mineral. Felizmente son conocidos ya por esta Sociedad los ejemplares más característicos de la fosforita del castillo de Belmez, merced á los presentados por el Sr. Vilanova, que llamó á la par la atencion hácia el aspecto opalino de ellos, hácia su estructura testácea y sílice que les penetra, así como hácia los núcleos térreos y cavernosos á cuyo alrededor parece se depositaron las capas. Accidentalmente ofrece la masa muchas dendritas de manganeso y cristales de caliza entre las láminas y rellenando las cavidades. La estructura compacta y palmeada, tan general en las fosforitas de Cáceres, es en cambio muy rara en las de la localidad que me ocupa.

Pero si abandonando el yacimiento del Castillo vamos al de las cavernas explotadas en Sierra Palacios, del que nadie ha hecho mencion hasta aquí, distantes uno de otro una media legua, nos encontraremos con que la fosforita de éstas tiene otro aspecto y otra naturaleza completamente distintas. Es una masa roja pétrea, que tratada por los ácidos deja un abundante resíduo de arcilla y da efervescencia y que contiene tambien gran cantidad de fosfato: en suma, una marga caliza fosfatada. En el contacto con la caliza en que yace, merece ser considerada como una especie de termántida de compacidad sorprendente; pero poco á poco se trasforma en verdadera brecha que empasta pedazos irregulares de la caliza mencionada, unas veces íntegros otras espatizados, y, sobre todo, huesos menudos completamente fracturados, que indican la intervencion de un agente turbulento en la época de su deposicion, pero no alteracion en su estructura, pues nunca descubren vestigios de patina superficial. La firmeza de la roca es siempre grande, aunque menor en el segundo caso, por ser las partes trabadas elementos de discontinuidad y hallarse en una profusion verdaderamente extraña.

Es manifiesta la imposibilidad de reunir esta roca con la fosforita ántes mencionada para describirlas, así como el fundirlas bajo una sola denominacion, por lo cual distinguiré aquélla con el dictado de fosforita verdadera, y la otra con el de marga fosforítica. Los caractéres que voy á dar del mineral son, por tanto, solo aplicables á la primera.

El color no es uniforme por lo general en ninguna de las variedades: predomina el blanco amarillento, pero cambia desde

el blanco puro hasta volverse completamente negro, siendo comun que del fondo de la coloracion ántes dicha se destaquen fajas amarillento-verdosas, amarillento-azuladas ó rojizas, como en el criadero de la mina *Jacinto*, en Cáceres. El sanguíneo, debido á la trasformacion del óxido ferroso en férrico, el violado y el azul, comunicados por el manganeso (1), adquieren á veces gran intensidad en zonas interpuestas (2). Estas zonas son ensanchadas unas veces y otras delgadas, afectando siempre el aspecto de corrientes que siguen contínuas sin mezclar sus vetas ni sus colores. La dureza es considerable, merced á la gran cantidad de sílice interpuesta, á la que se debe el que raye el vidrio, aunque débilmente. El lustre es vítreo por lo general y céreo á veces en alto grado, así es que recuerdan los ejemplares de color más oscuro el aspecto de la vesuviana ó el de la obsidiana. Ninguna de las variedades es fosforescente.

Aunque la estructura de la fosforita del Castillo cambia desde la compacta á la térrea, de la uniforme á la concrecionada, se encuentran con tal frecuencia de unas y otras en un mismo ejemplar y pasan tan insensiblemente de unas á otras en los más de los casos, que he desistido de establecer variedades con arreglo á este carácter. Los Sres. Egozcue y Mallada, en su notable trabajo sobre la provincia de Cáceres (3), han seguido el opuesto criterio tratando de la de aquella region, é indican, por ejemplo, con el nombre de estructura testácea un tipo constituido por la superposicion de estrechísimas fajas homogéneas, unas veces unidas, otras separadas como hojas de papel, que recuerda la zinconisa, en el que suelen hallarse hue-

---

(1) Examinando las fajas azules que con suma frecuencia surcan la fosforita del Castillo, pensé, como M. Dawson de la del Canadá, que fueran debidas al fosfato de hierro (vivianita) ó á un doble fosfato de hierro y manganeso. Pero el exámen microscópico de láminas delgadas de dichas zonas, ha permitido á los Sres. Quiroga y Mac-Pherson descubrir que consiste meramente tal coloracion en un efecto de luz. Pequeñísimas partículas muy oscuras de mangeneso vistas al través de las capas traslúcidas acaramela-das, engañan á quien las observa sin el auxilio de los medios amplificantes, creyendo ver una materia muy azul.

¡Cuántos errores está llamado á rectificar el microscopio!

(2) La fosforita resinoídea que existe al N. de la provincia, dicen se distingue bien de la de Belmez por su coloracion blanco-agrisada distinta de las que ésta presenta.

(3) *Mem. de la Com. del Map. geól. de España.—Mem. geól.-min. de la prov. de Cáceres*, 1870.

cos tapizados de caliza espática; constituyen otro con la resinoídea, resultante del estado concrecionado de la pasta, y caracterizado por el brillo resinoso y algo céreo ó craso. En el Castillo de Belmez una y otra son las variedades dominantes, pero, en realidad, son allí la misma cosa. Vistas en conjunto todas son concreciones y áun los trozos que en unas partes afectan la facies testácea, en el centro ofrecen la masa como en corrientes de curso desigual, siendo normal, por el contrario, que las porciones más resinoídeas participen, no obstante de una estructura laminar que cuando el color se presta, se da á conocer por las irisaciones que descubre la fractura. Tambien he recogido ejemplares en que las láminas habian adoptado la forma de esferas huecas de delgadas paredes.

Llamando la atencion á nuestro consocio, el Sr. Quiroga, todas estas particularidades de estructura, mucho ántes de comenzar yo este estudio, habia tratado de averiguar si la fosforita que tales caractéres ofrece, es ó nó coloide. Resultó de su trabajo que puestos en el dializador $0^{gr.}5$ de ésta, disuelta en la menor cantidad posible de ácido clorhídrico con 500 gramos de agua destilada pasó la fosforita en veinte dias á través de la membrana.

No es ménos interesante que la estructura macroscópica la microscópica. Ésta descubre zonas opacas; más ó ménos meladas, que suelen brillar algo entre los nicoles cruzados, y otras perfectamente trasparentes, que presentan entre éstos una ligera tinta marcadamente azulada. Dichas zonas concéntricas originan algunos riñones que manifiestan una cruz y el centro negros, vistos del modo ántes dicho, al modo de esferolitas de algunos pechstein y pórfidos feldespáticos. Hay zonas turbias, poco trasparentes y de color algo melado en que la polarizacion cromática es bastante brillante.

En cuanto á la fractura es concoídea en las variedades compactas. (1)

---

(1) El Sr. Egozcue dió mucha importancia hablando en esta Sociedad de la fosforita de Cáceres, á la analogía que con suma frecuencia tiene en sus caractéres exteriores con los minerales de zinc, pues hasta las series de sus variedades se corresponden perfectamente. Terminaba su indicacion recordando que hay ejemplares terro-cavernosos en Belmez surcados por una sustancia muy semejante á la blenda por su color, su brillo resinoso y hasta por su fractura, que no es otra cosa que un estado especial de la fosforita misma.

Las densidades halladas de las rocas enumeradas han dado el siguiente resultado:

Caliza del Castillo no trasformada en fosforita. .	2,73
Fosforita arriñonada del Castillo. . . . . (parte interior testácea...	2,89
(parte exterior resinoidea.	2,84
Fosforita resinoidea negra, del Castillo.	2,85
Marga fosforítica endurecida, de Sierra Palacios..	2,69
Marga fosforítica con fósiles, de Sierra Palacios. .	2,62

Tratada la fosforita del Castillo por los ácidos diluidos, se disuelve aún en frio con efervescencia, lenta sí, pero muy pronunciada, señaladamente en las partes opalinas y zonadas blancas. En el ácido nítrico hirviendo lo hace con prontitud, pero dejando en el líquido unos copitos blancos del aspecto de la sílice gelatinosa. No hay diferencia química entre los trozos opalinos y blancos, y los traslucientes y resinosos, pues en los ácidos de la misma dilucion dan ambos idéntica efervescencia; el molibdato amónico descubre en aquéllos igual abundancia de ácido fosfórico, y el hierro es hallado siempre en indicios mediante el sulfocianato.

Tan pura es generalmente esta fosforita que da por término medio un 70 á 75 por 100 de fosfato, y en la de primera clase bajo el punto de vista industrial, llega á 83. La que tiene ménos del 60 no es exportada, lo cual es bien notable sabiendo que en tiempo no lejano se utilizaban las que sólo daban un beneficio de 44 por 100.

III.

YACIMIENTO.

Está constituido el terreno de Belmez—localidad célebre, como es sabido, por sus minas de combustible—por materiales diversos pertenecientes todos al terreno carbonífero. Se suceden éstos, segun mis apuntes de viaje, en el órden siguiente: sirve de base un grueso conglomerado, en el que se descubren grandes impresiones de plantas si bien indeterminables; sobre él viene inmediatamente una arenisca prodigiosamente rica

en tallos, en un estado de conservacion admirable, procedentes de helechos y cicadeas, y sobre estos miembros reposa la caliza marina de Sierra Palacios. En cuanto á la capa de carbon no creo fácil resolver definitivamente si es superior ó inferior á esta roca, aunque induzco que arma constituyendo parte del grupo de los materiales lacustres y, por tanto, que se halla debajo.

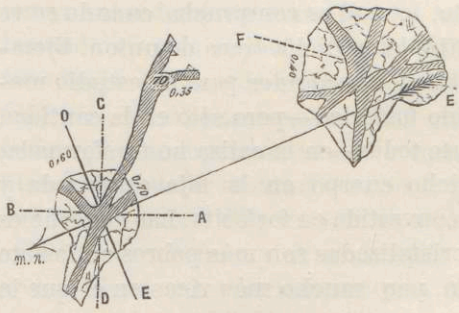
Por lo que toca á la caliza marina, que es el horizonte que interesa para el presente caso, no es necesario describirla, porque ocupa tanta extension en nuestra Península y ofrece una fisonomía tan completamente propia en todas ellas, que conocida la de una se saben los caractéres de todas las otras. Grandemente me sorprendió esto, en efecto, comparándola con la que constituye al N. de España el gran macizo de los Picos de Europa, pues no se limita el prodigioso parecido á los caractéres mineralógicos del color ceniciento, la dureza y la gran cantidad de sílice que penetra la roca, sino que se refiere tambien á la marcha de la descomposicion y forma orográfica que engendra y, por supuesto, á los fósiles que encierra, entre los que predominan los tallos de *Encrinites*. Químicamente no ofrece ninguna circunstancia de interés, ni contiene por sí más fosfato de cal que los indicios que presentan casi todas las calizas.

Todo el terreno constituido por los materiales enumerados está profundamente trastornado, siendo de notar que su correspondiente en Sierra Morena se conserva casi horizontal y por tanto se inclina desde luégo el expedicionario á relacionar el movimiento que hizo bascular las capas de Belmez con el que acusan más al N. las cuarcitas y pizarras silúricas y devónicas. Como quiera que sea, la caliza marina—notablemente levantada—constituye el principal material de Sierra Palacios, y una porcion de ella destacada, aislada por denudacion en medio de una gran planicie, es la que origina la eminencia de forma cónica llamada el Castillo de Belmez. Levántase unos cien metros sobre el nivel del suelo, originando un accidente singularmente pintoresco, que está constituido en totalidad por la mencionada roca, cuyos estratos buzan bajo el mismo ángulo que en la Sierra.

La fosforita se encuentra en una superficie bastante limitada de una ladera del Castillo, recubriendo las caras de fractura de

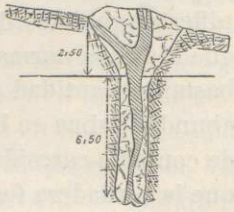
las grietas irregulares en su distribucion y espesor que surcan de abajo arriba los estratos calizos, sin guardar ninguna relacion con la estratificacion de éstos. Los planos y cortes adjuntos de la nota de Reydellet, cuyas planchas han puesto á nuestra disposicion con su nunca desmentida amabilidad el señor Presidente é individuos de la Comision del Mapa geológico de España, en cuyo importante *Boletin* aparecieron ilustrando la nota antedicha, muestran la citada irregularidad mejor que toda descripcion.

Figura 1.ª



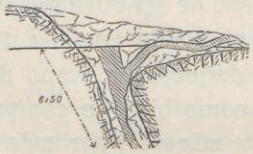
Plano de la zanja y pozo.

Figura 2.ª



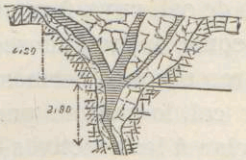
Corte segun la línea *AB*.

Figura 3.ª



Corte segun la línea *CD*.

Figura 4.ª



Corte segun la línea *EF*.

El Sr. Egozcue hizo en esta Sociedad (1), un interesante resúmen de los yacimientos de la fosforita de la provincia de Cáceres, que recordaré por su aplicacion á los de la que me ocupa. A tres clases son reductibles segun él: filones que atraviesan el granito; filones que siguen la direccion de las pizarras en que arman, y masas irregulares en las cavernosidades

(1) ANALES DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE HISTORIA NATURAL, tomo II, *Actas*, página 60.

de los bancos calizos, que en cierta extension aparecen impregnados de dicho mineral. Este último es, segun la descripcion, de igual naturaleza que los del Castillo. Añadia el distinguido geólogo ahora citado, que la caliza se halla allí como corroida y llena de pequeñas oquedades que desde luégo indican un agente de disolucion; que despues las depresiones se van rellenando de fosfato, el cual acaba por último por sustituir á la caliza. Una cosa enteramente análoga he podido observar en el contacto de dichas dos rocas en la mina *Corina* del Castillo; el límite de la caliza aparece áspero, no hay superficie limpia de contacto entre las dos sustancias, como indicando fué disuelta parte del carbonato, lo cual se comprueba cuando se ve una irregular cinta espatizada en dicha línea de union. Ejemplares con tales circunstancias recogidos para su estudio manifiestan indicios de ácido fosfórico—pero sólo en la cantidad que lo hacen normalmente todos—en la caliza no trasformada; bastante cantidad de dicho cuerpo en la faja espatizada y abundantísima en la ya convertida en fosforita. Las superficies de contacto corroidas ó cristalizadas son más pobres en fosfato que la verdadera fosforita, pero mucho más ricas en él que la caliza.

En las caras descubiertas de las grietas naturales de la fosforita suelen hallarse bellas agrupaciones de cristales de carbonato de cal, cuya formacion no deja de ser curiosa, aunque es ya conocida tratándose de la provincia de Cáceres. Se nos regalaron algunos hermosos trozos dandósenos como de fosfato de cal, lo cual no puede ser—como bien se comprende, sin apelar á los reactivos—pues este mineral, por más variedades de forma que adopte en sus concreciones, jamás es estalactítico ni estalacmítico.

La fosforita termina en cuña en las minas del Castillo en todos sentidos, perdiéndose en el seno de la caliza carbonífera, de suerte que no constituye sino criaderos superficiales.

Ninguna analogía existe entre este yacimiento y los de la Sierra Palacios, en los que se trata de un depósito cuaternario empotrado en la caliza carbonífera. Despues de haber examinado el de la mina *Providencia*, no vacilé en afirmar—áun sin auxilio de los datos que arroja el estudio de la roca—que se presencia allí una trasformacion *in situ*, que nada tiene que ver con las formaciones coprolíticas de Inglaterra. Mr. Kee-

ping (1)—en la discusion sobre los fosfatos del Canadá, de que se hará mérito—observaba que éstas no han sido formadas donde ahora aparecen, sino que la accion de las aguas ha cernido y trasportado de los depósitos antiguos los materiales que hoy las constituyen; tomaba como ejemplo las del gault en Cambridge y las de la arcilla de Lóndres. Mas para los yacimientos de Sierra Palacios es inaplicable tal explicacion, entre otras cosas porque la marga fosforítica y la fosforita verdadera son dos cosas totalmente distintas.

El yacimiento que tiene completa analogía con el nuestro, y cuyo estudio le es completamente adaptable, es el de Tarn-et-Garonne y Lot en Quercy, del cual sólo diré dos palabras por ser ya sobradamente conocido. Se sabe que este criadero se extiende en una superficie de 40 kilómetros de N. á S. sobre mesetas jurásicas. Ofrece una acumulacion de huesos preexistentes á la fosforita—empotrados en una arcilla cargada de fosfato (2)—independiente de la formacion en grande de los filones de aquella sustancia; es decir que hay en dicha localidad las dos clases de yacimientos señalados en esta nota como existentes en Belmez y naturalmente los fosfatos ricos son los de los filones y los térreos los más pobres. Allí se hallaron, segun se fué profundizando, huesos cuaternarios primero, otros de especies miocenas y, en fin, abajo otras eocenas, de modo que no hay lugar á pensar en trasportes de una anterior roca, como se creyó al principio, sino en una evolucion local posterior á la disposicion de las capas de diversa antigüedad. Y aunque sea esto prejuzgar un punto de vista que se ha de dilucidar despues, indicaré que con toda probabilidad se encontraria de igual suerte en Sierra Palacios la fosforita—procedente de la trasformacion de la caliza—debajo de la marga fosforítica.

---

(1) *Quart. Journ. Geol. Soc.*, 1876.

(2) El Sr. Vilanova, que ha tenido ocasion de visitar estos célebres yacimientos franceses, fué sorprendido á la vista de nuestra marga fosforítica roja por su completa identidad con la que se extrae y explota en aquéllos. Tal confirmacion por parte de un geólogo conocedor de aquella region y de tan reputada experiencia, he creido merecia indicarse como el mejor comprobante de estas inducciones.

IV.

ORÍGEN.

Toca ahora abordar el poblema del orígen de las fosforitas en cuestion, y para ello empezaré por notar que las opiniones emitidas hasta aquí sobre este punto, no ya de las de la localidad, sino en general, son reductibles á dos: la que explica la génesis de este fosfato por la intervencion de la vida, de cualquiera de las diferentes maneras que esto pueda suceder, y el hidrotermalismo.

Es sabido que ántes de los trabajos de Lecoq, la tendencia dominante en esta importante materia era siempre la de considerar la presencia de la fosforita como resíduo fósil, y así para Dufrenoy no habia riñon ni nódulo fosfático que no fuera un coprolito. En la actualidad la naturaleza animal de ciertos depósitos de tal sustancia preocupa vivamente con ocasion de los contenidos en el cámbrico y silúrico y, sobre todo, por los del laurentino del Canadá, merced á relacionarse íntimamente esta cuestion con las tan trascendentales que tocan al *Eozoon*. Dicha localidad es muy rica en formaciones apatíticas, unas de poca extension, y otras, en cambio, hasta de importancia industrial, que se presentan unas veces bajo la forma de nódulos en las formaciones de Chazy entre otras, considerados como coprolitos por Mr. W. Logan y el Dr. Hunter (1), otras bajo la de una sustancia caliza con materia fosfática, la cual se reduce en el campo del microscopio á porciones de *Lingula*, segun Mr. Bailey y Mr. Matthew (2); otras, en fin, remedando tubos que aparecen en los conglomerados calizos, segun Mr. Hunter y Mr. W. Dawson (3). En Inglaterra los miembros inferiores del paleozóico han suministrado yacimientos como el primero (4). Mr. Dawson, que se decide por el orígen orgánico de todos estos depósitos, termina con esta reserva su notable trabajo ahora citado: «Yo no quiero extremar la importancia de las precedentes consideraciones, pero relacionando el hecho

(1) *Geology of Canada, Chem. and Geol Essays*, 1875.

(2) *Geology New Brunswick*, Geol. Surv. Rep., 1876.

(3) *Note on the Phos. of the Laurent. and Cambr. rocks of Canada.* Quart. Journ. of the Geol. Soc., 1876.

(4) Davies, *Quart. Journ. of the Geol. Soc.*, 1875.

de la presencia del apatito en el cámbrico y silúrico, se desprende una probabilidad, por lo ménos, para la idea de que el fosfato laurentino haya sido separado del agua del mar y su acumulacion en capas particulares sea debida á la influencia de la vida. Una prueba positiva de esto sólo puede obtenerse mediante el reconocimiento de la forma y estructura orgánicas, y por ello me limito por ahora á esperar el hallazgo de series del laurentino inferior en menor estado de alteracion que los que se presentan en los distritos apatíticos del Canadá. Los casos de estructura hallados indican como probable el que pertenezcan á formas de vida que distan cronológicamente de las língulas y trilobites del cámbrico, tanto como éstos de los peces y reptiles del período secundario.»

De lo dicho al tratar de los célebres yacimientos franceses se deduce que la idea apuntada con respecto á los ahora citados, no debe generalizarse á los de Belmez. Los fosfatos laurentinos pueden muy bien, como piensa Mr. Dawson, ser el resultado de la accion concrecionaria y del metamorfismo de los restos esqueléticos de la forma contemporánea al *Eozoon*, pero en nuestros ejemplares de la Sierra los restos óseos conservan su independencia con respecto al magma fosforítico que les traba. No cabe pensar de uno ni otro de los yacimientos de Belmez en la intervencion de restos animales metamorfizados, lo cual, aparte de ser explicacion insuficiente para ambos, es inadmisible porque tales despojos hubieran dado por resultado cristales de apatito, pero no fosforita en masa; en la marga de Sierra Palacios no sólo no están metamorfizados los huesos sino que la roca aparece perfectamente igual en el contacto con estos que en el resto. Para las fosforitas mencionadas ántes del departamento de Tarn, que son abundantes como la nuestra de la Sierra en restos de vertebrados y moluscos terrestres, se apeló al principio á la misma explicacion dada despues con más acierto por Mr. Dawson para los apatitos del Canadá. MM. Peron, Delfortrie y Malinowski atribuyeron la presencia del mineral á los escrementos de los mamíferos que contiene, metamorfizados posteriormente, pero los luminosos trabajos de M. Daubrée (1) han abierto nuevos horizontes, mostrando que

(1) Gissement de la chaux phosphatée decouverte dans les departements de Tarn-et-Garonne.—*Compte rendue de l'Acad. des Sciences;* t. LXXIII.

no se trata de depósitos superficiales, ni de trasportes de materiales preexistentes, lo cual lucha además con la dificultad de explicar la sedimentacion química del fosfato de cal.

Felizmente hoy dominan ya las ideas de Lecoq sobre el orígen hidrotermal de las fosforitas en filon ó en masa, á que él fué conducido por el hallazgo de tal especie en concreciones formadas por las aguas de una porcion de localidades y por su presencia en varias fuentes minerales; de otro lado, MM. Forchammer, Daubrée, Debray, H. Deville y Caron, han obtenido por vía húmeda el apatito y otros fosfatos. No es, pues, mucho que M. Leymerie (1), y luégo M. Rey-Lescure (2) y otros, hayan aplicado con éxito la teoría á los de Quency. Con mucha anterioridad á estos trabajos ya los Sres. Naranjo y Peñuelas (3), al ocuparse por vez primera del renombrado mineral de Logrosan, suponian pudiera ser debida su presencia á un metamorfismo de la caliza é imaginaban que la inmediata erupcion eurítica, segun ellos, desprendiendo el ácido carbónico del carbonato de cal, le preparó para que se combinara con el fosfórico. En el reciente estudio, varias veces mencionado de los Sres. Egozcue y Mallada, se admite sin reserva la doctrina de Lecoq y se hace notar la estructura cavernosa de la caliza adyacente como de corrosion, suponiendo que fué atravesada por agua caliente cargada de ácido carbónico, á cuyas circunstancias pienso importa agregar la presion á que el fenómeno se verificaria.

Tal punto de vista es enteramente aplicable á la fosforita del Castillo que, á mayor abundamiento, es tan pobre en ácido fluorhídrico, que suele abundar en las formadas á expensas de restos esqueléticos (4), como rica en sílice interpuesta, tan característica de la accion geiseriana; ésta, sin embargo, puede ser la misma que contiene la caliza carbonífera primitiva. Pero

---

(1) *Note sur les phosphorites de Quency.* Toulouse, 1872.

(2) Note sur les phosphotières de Tarn-et-Garonne.—*Bull. de la Soc. géol. de France;* 3ème série, t. III.

(3) *Bull. de la Soc. géol. de France;* 2e série, t. XVII.

(4) Es sabido que para Haüy la fosforita es sencillamente un fosfato de cal, en tanto que para Rosse el fluocloruro de calcio es un elemento constitutivo normalmente de ella. Con todo, Mr. Dawson hace valer la presencia de una corta cantidad de dicha sal en favor del orígen animal del apatito laurentino, recordando su presencia en los huesos, sobre todo fósiles.

no es esto todo: por si alguna duda cupiera de que lo que hoy es fosforita era ántes dicha caliza, se hallan en la superficie y en el interior de aquélla *Encrinites* bien claramente determinables, como lo ha indicado M. Reydellet y se puede comprobar con mis ejemplares. De éstos, unos están convertidos en fosfato y otros parecen no haber sufrido tal trasformacion, á juzgar por los reflejos anacarados que conservan.

En cuanto á la marga fosforítica de Sierra Palacios es, como queda dicho, de muy distinta edad—bajo el punto de vista de su sedimentacion—que la caliza sobre que descansa. Por más que los restos y huesos que contiene con tan extraña profusion estén tan desmenuzados que su determinacion genérica y específica sea por lo comun imposible, un exámen atento descubre individuos de *Helix*, mandíbulas y dientes de roedores, huesos largos de pequeñas aves (1) y, aunque con ménos frecuencia, algunos trozos de huesos largos pertenecientes á animales corpulentos. Un particular de Ciudad-Real me enseñó una muela de *Equus*, procedente, segun dijo, de esta localidad. Hay algunos huesos desprendidos, que tienen el aspecto normal de la fosforita.

La cuestion que surge ahora, en presencia de todos los datos expuestos, es la siguiente: ¿se formaron en dos épocas distintas las fosforitas del Castillo y la de Sierra Palacios? ¿Se halla ésta constituida á expensas de aquélla?

El exámen de la marga fosforítica dice bien claramente que estaba blanda cuando cementó los huesos tan tenazmente trabados despues, pero lo que no dice es que fuera fosforítica en aquella época. Desde luégo se comprende que directamente no ha podido formarse la marga por destruccion de los materiales de la fosforita verdadera, pues á expensas de ésta se hubiera engendrado una brecha, nunca una roca de sedimento. Pero—despues de admitir la independencia de la formacion de las dos rocas y el que la marga no fuera fosforítica en el tiempo de su deposicion—quedan en pié estas dos hipótesis: 1.ª, que durante el trascurso del tiempo aguas cargadas de ácido carbó-

(1) Alguna vez se han encontrado en Cáceres huesos de ave convertidos en fosfato, y en las colecciones del Mapa geológico se halla un tarso de una, procedente de la mina *Confianza*.

nico hayan paulatinamente trasportado fosfato desde filones inmediatos, y resedimentado las margas; 2.ª, que la misma accion geiseriana que trasformó la caliza carbonífera en fosforita, trasformó tambien la marga en su elemento calizo cuando la encontró á su paso.

Aunque no he podido hallar suficientemente claro el contacto de la marga con la caliza, me inclino sin reserva á la segunda opinion, fundado en inducciones que recibirian su definitiva sancion si pudiese comprobarse la continuidad de buenos y claros filones de fosforita verdadera con los rellenos de la marga ó cruce de éstos entre sí. Pero á falta de datos tan terminantes, haré notar que, aunque pobres, he visto filoncitos en Sierra Palacios que llevan la direccion normal de los del Castillo y entre ellos alguno que abarca las dos formaciones aludidas; poseo un ejemplar constituido en el centro por la marga fosforítica que está acribillada de tubos de conduccion, al parecer, que van á parar á una concrecion de fosforita zonada, como la del Castillo, y de caliza cristalina tubulífera abundante tambien en fosfato. Por otra parte existen huesos rellenos de caliza en cantos rodados, pizarra, marga fosforítica y otras rocas entre las grietas de la fosforita del Castillo, entre cuyos fragmentos muchos aparecen rodeados de capas superpuestas de fosfato de cal, teniendo por tanto en la industria que hacerlos experimentar una limpia para separar la parte útil de la estéril. En fin, valga por lo que valiere, añadiré que la extremada compacidad de la marga y la conversion de ésta en arcilla endurecida, indican la intervencion de un agente más enérgico que los manantiales termales actuales. Los ejemplares de esta especie de termántida fosforítica sacados con el contacto de la roca en que arma, son bastante elocuentes para probar que dicha conversion no se ha verificado partiendo de dicho contacto, pues lo está en él de una caliza que no da otros indicios de fosfatos que los que cualquier otra (1).

---

(1) Naturalmente las rocas más porosas son las que se prestan más á este género de trasformaciones, como se ha dicho ya de otras, y he tenido ocasion de indicar de ciertas traquitas de Canarias. Así es que una debilitada accion geiseriana incapaz de fosfatizar la caliza empastada en la brecha ó la del filon, pudo ser suficiente para metamorfosear la marga, que además en aquella época era mucho más incoherente que hoy.

Por consiguiente, dentro de nuestra suposicion, toda la fosforita de Belmez es de la edad moderna, posterior á la de los huesos que contiene la marga fosforítica. Dicho se está que las fracturas, los movimientos locales del terreno carbonífero en que arma, no son obra del dinamismo compañero á los fenómenos geiserianos, ántes bien éstos han utilizado para su manifestacion exterior las grietas preexistentes en la caliza; por tanto, el terreno presentaba en aquella época su configuracion actual.

No es posible, con mis datos al ménos, precisar cuál fuera el punto principal de la accion geiseriana; pero desde luégo parece que el Castillo y los sitios conocidos de Sierra Palacios no constituirian sinó un accidente ó una derivacion al ménos. Se opone á indagacion de tanto interés la configuracion del terreno denudado en torno del altozano del Castillo. Acaso las emisiones hematíticas que han perturbado por última vez la horizontalidad de las cuarcitas silúricas hasta Puerto-Llano, correspondan á idéntica causa y edad; en apoyo de tal idea recordaré que es admitido el orígen hidrotermal de las pisolitas ferruginosas que M. Rey-Lescure, aplica á las de Quency.

Por otra parte, la existencia de igual fosforita al N. de la provincia y en el puerto de Espiel comprueban la extension de la zona en que el geiseriano nos ha dejado su huella.

La importancia industrial de los yacimientos de Belmez, lo hemos dicho, á más de variable en tan alto grado que el punto que hoy es de arranque tiene que ser abandonado al dia siguiente, es tambien harto efímera por el próximo límite que se ve en los criaderos á los catorce metros, no más, á que se ha llegado, y porque profundizando, el coste de la extraccion no es compensado con el precio del producto en el mercado. No así el valor científico de tales criaderos que nadie dudará es inmenso, con solo saber lo que han preocupado los franceses de Tarn-et-Garonne y Lot tan análogos á los nuestros.

Por otra parte, la trasformacion de la caliza en yeso, en el contacto de las ofitas en la region pirenáica, en dolomía en las provincias de Santander y Guipúzcoa, y en fosforita en Cáceres y en Belmez, ofrece un hermoso campo de investigacion dentro de la Península para el estudio de las evoluciones y diferenciaciones de que son susceptibles las llamadas especies del mundo inorgánico.