

Nuevas contribuciones a la historia

Químico-geológica de la Glauconita (1)

En 1892, fecha en que efectuaba mis estudios universitarios, la bondad del sabio geólogo español D. Salvador Calderón y Arana, mi profesor inolvidable, me llevó a una colaboración, para mí honrosísima, en un trabajo de revisión bibliográfica y experimental que se proponía emprender acerca de la glauconita; labor en que quedaba a cargo del Sr. Calderón la parte geológica y bibliográfica, y a mi modesta cooperación, lo que a la investigación química y mineralógica se refiere.

Como resultado de esta labor, presentamos en el siguiente año de 1893 a la Real Sociedad Española de Historia Natural, una breve Memoria, que aparece publicada en el tomo XXII de dichos Anales, con el título *Contribuciones al estudio de la glauconita*.

En resumen de las conclusiones a que nuestras observaciones nos llevaron, hacíamos en la expresada memoria indicaciones acerca de la composición química de la glauconita, considerándola fundamentalmente como un silicato ferroso, y relacionando dicha composición con la de compuestos sintéticos de observación nuestra, nos mostrábamos conformes con los geólogos extranjeros que veían en las propiedades ópticas del mineral los caracteres de los agregados cristalinos y establecíamos resueltamente tratarse de un mineral perteneciente al sistema rómbico, siendo así que a aquella fecha no se había llegado a fijar aún por los observadores el sistema cristalino correspondiente a la glauconita. En confirmación de observaciones de los eminentes sabios señores Zittel, Cayeux, Murray y Renard y otros, adoptábamos de sus opiniones divergentes acerca del origen del mineral, especialmente, con otras análogas, las del paleontólogo, primeramente citado, más en consonancia con la observación de nuestras preparaciones de materiales extranjeros, y, principalmente, andaluces. Relativamente, por

(1) Por una imprevisión de su autor, este tema, presentado por D. Federico de Chaves y Pérez del Pulgar, Doctor en Ciencias y Director del Museo Regional Andaluz de Mineralogía de Córdoba a la Sección de Ciencias Naturales de la Asociación Española para el progreso de las ciencias en su Congreso de Oporto (Junio de 1921), no pudo ser reducido oportunamente a la extensión máxima de 16 páginas acordada por dicha asociación. A esta causa se debe el que no aparezca entre las publicaciones del Congreso,

último, a la génesis, también, de la glauconita, interpretábamos, en nuestras opiniones, observaciones importantes de L. Cayeux, y hallando fundadas indicaciones de Roth y de Credner, relativas a la inestabilidad de las sales ferrosas naturales, adoptábamos sin reserva la clásica opinión de Ehrenberg haciendo intervenir en la formación a la materia orgánica procedente de estos organismos, a la que se suma la acción idéntica reductora de la materia orgánica aportada al fondo de los mares, por la destrucción en general de los seres que los pueblan; opinión que basábamos en indicaciones de Gümbel y Cayeux respecto a la observación de barnices glauconosos que no podían haberse originado en el interior de las cámaras, cavidades o conchas de los organismos en cuestión.

Fueron valiosas, y, como es natural, muy placenteras para nosotros, las corteses indicaciones que, publicada nuestra Memoria, nos hicieron algunos mineralogistas y geólogos extranjeros, indicaciones que denotaban el interés que su lectura les había ofrecido, tratándose de un mineral que si bien había sido objeto de reconocimientos e hipótesis numerosas, en realidad era hasta entonces muy poco conocido. Entre estas indicaciones tuvimos en mucha estima una dirigida en carta particular al Sr. Calderón, por el eminente petrógrafo Mr. M. Lewy recomendándonos experiencias sintéticas relativas a la glauconita mediante tubos cerrados en caliente

El desenvolvimiento de las investigaciones oceanográficas, que ofreció importantes materiales pétreos obtenidos en los dragados de los fondos marinos, presentó una ocasión de estudiar la glauconita que contienen las concreciones fosfatadas de estos fondos. Las expediciones inglesas del «Challenger», alemana «La Gazelle», americana del «Blake» y alemana del «Valdivia», aportaron sucesivamente considerable material de este género dragado en el Agulhas Bank (Costas del Cabo), las costas E. del Japón, España y Australia, las costas de Chile, la costa Atlántica de América del Sur y el Estrecho de la Florida, al que se unió, por último, el obtenido por Agassiz en las costas del Pacífico del Norte.

Sabido es el alto interés geológico que ofrecen estos depósitos, cuya consideración permitió al eminente geólogo Sir John Murray demostrar una identidad de origen con los nodulos fosfatados del Terciario del Malta, aportando, como hecho trascendental, la asimilación de las condiciones geológico-biológicas de los mares de aquel periodo con las que rigen en los mares actuales.

Como resultado del estudio de sedimentos de este género, dos sabios investigadores, los Dres. L. W. Collet y G. W. Lee. publicaron en 1906 en los Proceedings of the Royal Society of Edynburgh (1) un notable trabajo titulado «Recherches sur la Glauconie» en el que, resumiendo y extendien-

(1) Vol. XXVI, part. IV. 1906.

do sus observaciones y estudios dados a conocer en notas precedentes (1) exponían los autores sus opiniones acerca de la composición, propiedades, origen y evolución de la glauconita de estos depósitos marinos actuales. Haciendo sus autores una galante apreciación de nuestra Memoria, motivaron su estudio en la siguiente forma:

«Después de haber terminado nuestro estudio de «Les concretions phosphatées de l' Agulhas Bank» fuimos invitados por Sir Jonh Murray a emprender una especie de *mise au point* de la cuestión de la glauconita. En efecto, Gümbel en 1886, Después Murray y Renard en 1891, vieron en la glauconita un silicato ferri-potásico, en tanto que para los señores Calderón y Chaves era, al contrario, un silicato ferro-potásico. ¿Quién tenía razón? Como por otra parte Mr. L. Cayeur señaló caracteres especiales en la glauconía de sus rocas sedimentarias, caracteres que se desconocían en la glauconía actual, se imponía un estudio comparativo».

Señalaban los autores como la principal manera de presentarse la glauconita en las rocas antiguas y modernas, la realizada en las cámaras de los foraminíferos, en los bancos y las arenas. Las metamórfosis que ocasiona la existencia del mineral, tienen según, dichos autores, origen en el relleno de las conchas por una materia arcillosa, constituyendo *moldes grises*, cuya materia se carga de hierro y se tiñe progresivamente de pardo desde la perifería al centro, para formar *moldes pardos*, constituidos esencialmente de silicato de hierro; estos moldes verdean, transformándose progresivamente, a partir de la superficie, en *moldes glauconosos*.

Los moldes grises contienen sólo silicato de alúmina. Una sustitución de la alúmina de la arcilla por el peróxido de hierro, origina la fase ferruginosa siguiente representada por un silicato férrico absolutamente desprovisto de potasa. Después viene la fase glauconosa, representada por un silicato férrico potásico hidratado. «La transformación en glauconía es, por consiguiente, dicen los autores, conexas de la introducción de la potasa, y también probablemente de la entrada del agua de constitución». Concebían completamente desconocidas las reacciones que permiten a la potasa combinarse con el silicato férrico.

Hacen observar los señores Collet y Lee que las investigaciones y conclusiones nuestras se basaron en un análisis de Pisani de la glauconita de Wilers-Sur-Mer cuyo hierro fué dosado enteramente como hierro *ferroso*, cual era costumbre en la época, que se creía que el color verde de la glauconita implicaba el hierro al estado *ferroso*».

(1) Les concretions phosphatées de l' Agulhas Bank, par Dr. León W. Collet, avec une note sur la glauconie qui elles contiennent, par Gabriel W. Leo, B. S. C. Proceedings R. S. of Edinburgh. Vol. XXV.. Part. X. M. D. C. C. X. C. V.—Sur la composition chimique de la glauconie, par M. M. León W. Collet Et Gabriel W. Lee. Gautier-Vilars. Paris 30 Avril 1906.

Considerando equivocadas nuestras investigaciones relativas al origen químico del mineral al basarlas sobre aquel análisis, que presenta a la glauconita como un silicato *ferroso-potásico* que exige para su formación en el seno de los mares el concurso de una sustancia reductora tal como la materia gelatinosa en suspensión que aportan al mar los seres organizados y de otra parte la misma materia organizada encerrada en las cámaras de los foraminíferos y otros organismos, estiman que las investigaciones sintéticas, emprendidas respecto a los silicatos ferrosos de que damos cuenta en nuestra expresada Memoria, no tienen aplicación al caso de la glauconita de los mares actuales, puesto que según creen, ésta no es un silicato ferroso, si no un silicato férrico.

Al conocer el trabajo de estos sabios investigadores en 1907, a instancias del Sr. Calderón, presenté a la Real Sociedad española de Historia Natural, una nota titulada «*Nota sobre el origen de la glauconia:*» (1) en la que expresaba que, aun aceptando sin reservas la opinión de los Sres. Collet y Lee, el problema del origen de la glauconita no podía aún darse por totalmente resuelto, y al señalar el interés que ofrecen los resultados de sus análisis de este mineral de las colecciones del «Challenger Office», análisis efectuado sobre muestras de una gran pureza, recordaba la discrepancia que existe entre sus resultados y los de otras glauconitas de épocas anteriores, entre los que alguno de ellos presenta al mineral como un silicato exclusivamente ferroso, al contrario de lo que opinan los autores, que le consideran como férrico. Indiqué además la anomalía que de aceptar su hipótesis sobre la evolución del mineral presentan aquellos granos de glauconita de las rocas sedimentarias, en que el núcleo verde se halla envuelto por una porción periférica parda. Por último, hice también en esta breve nota la consideración relativa a las fases que los minerales representan como seres sujetos a las condiciones del medio en que se desenvuelven, con el que cambian constantemente elementos químicos, y al que se adaptan en el ciclo de su evolución en el fondo de los mares. Finalmente, rectificaba el concepto que a los autores merecían nuestros intentos de síntesis de silicatos ferrosos por vía húmeda, experiencias que sin pretender en modo alguno dar *la clave* de la génesis de la glauconita, considerábamos en nuestro repetido trabajo de interés para la explicación de las reacciones que pueden dar origen a la formación del mineral en el fondo de los mares, en los que a primera vista parece paradójica la formación de silicatos ferrosos tales como el que nos ocupa, considérese en él al hierro ferroso bien como constituyente principal, o bien como subordinado.

Tiempo después, llamado el Sr. Calderón al desempeño de su misión

(1) Boletín de la Real Sociedad española de Historia Natural. Febrero de 1907.

profesional en la cátedra que ocupó de Mineralogía en la Facultad de Ciencias de la Universidad Central y dedicado con el amor que le era característico a las tareas propias de su cargo, aquejado más tarde por la enfermedad que había de conducirle al sepulcro, quedó interrumpido nuestro contacto y nuestro acuerdo de proseguir estas investigaciones no pudo realizarse.

Después del fallecimiento del sabio geólogo, ocupaciones ineludibles me apartaron algunos años de estas investigaciones. Apuntes dispersos que he reunido posteriormente, me permiten hoy reorganizar algo la cuestión en que colaboré con mi buen profesor, creyendo de oportunidad presentar a esta Asociación en el presente Congreso, bajo el epígrafe de esta Memoria, observaciones y estudios que he practicado en el Laboratorio del Museo Regional Andaluz de Mineralogía, de mi cargo. Con ellos cumplió el deber de un modesto homenaje a la Memoria del sabio español con quien he colaborado en estas opiniones relativas a un mineral tan extensamente difundido en las rocas sedimentarias y cuyo importante papel geológico de aplicación hace decir a un eminente sabio francés «que en los terrenos posteriores al Infracretáceo no se encuentran oolitas ferruginosas por que todo el hierro ha quedado en la glauconita y no ha sufrido las transformaciones necesarias para constituir verdadero yacimiento industrial. (1)

Numerosos análisis de glauconita a cuya ejecución debemos conceder toda garantía, muestran muy notorias variaciones en el contenido en hierro ferroso y en hierro férrico. Sin duda alguna, para ponerse a cubierto de un juicio erróneo acerca del estado de oxidación del hierro, es lo prudente descartar de los análisis a considerar aquellos en que, como expresan nuestros sabios contradictores recordando una observación de Gümbel, pudieran, como con otros, parece hallarse en este caso el de Pisani de la glauconita de Viller-sur-Mer, presentar todo el hierro al estado de hierro ferroso, por haberse hecho en esa forma su dosificación.

Así, pues, recurriendo una vez más a la bien documentada y clásica obra de Dana (2) de que desde un principio nos hemos servido para examen de sus datos analíticos, y fijándonos de estos en una serie debida a Hausshoffer en que separadamente se expresa el contenido en hierro ferroso y en hierro férrico, tenemos, respectivamente, para glauconitas de localidades determinadas:

(1) L. De. Launay. ¿Cu en est la Geologie? Paris, Gautier-Vilars, 1921. Pg. 23.

(2) A S y steme of Mineralogíe.

LOCALIDAD	Oxido ferroso	Oxido férrico
1—Kresseberg	6'2	22'2
2—Havre	6'02	21'03
3—Roding	3'8	20'07
4—Ortemburg	4'8	25'8
5—Roding	4'2	28'1
6—Benedictbeuern	3'0	21'6
7—Sorg ,	3'1	21'8
8—Bayreuth	3'25	23'6

Las relaciones respectivas del óxido ferroso al férrico en estos análisis, son las siguientes:

2	1 : 3'49
1	1 : 3'58
3	1 : 5'2
4	1 : 5'3
5	1 : 6'6
7	1 : 7'0
6	1 : 7'2
8	1 : 7'2

(1)

El análisis de los señores Collet y Lee ofrece aún mayor diferencia entre el contenido en óxido ferroso y óxido férrico y la relación entre ambos, de 1 : 9'94 difiere aún bastante de la realación media que arrojan aquellos análisis (1 : 5'6).

Si hacemos cuenta en que las impurezas que suelen acompañar a la glauconita, y que podrían falsear los resultados de su análisis, son el cuarzo, la calcita, la arcilla gris o blanca, tal vez el yeso, el carbonato de magnesia y el fosfato de cal y aún el zircón, y teniendo presente que dichas impurezas no pueden influir en los resultados relativos a la relación del hierro en sus dos estados ferroso y férrico, es forzoso atribuir desde este último punto de vista un valor positivo a los resultados de dichos análisis, tanto como desde este punto de vista exclusivamente tiene el ejecutado por los Sres. Collet y Lee sobre una muestra de glauconita cuidadosamente escogida y purificada al electro-imán.

Hay que convenir, ante estos documentos analíticos, en que la glau-

(1)

Si O ₂	47'46
Fe ₂ O ₃	30'83
Al ₂ O ₃	1'53
Mn O	trazas
Fe O	3'10
Na ₂ O	2'41
K ₂ O	7'76
H ₂ O	7'00

conita es un silicato ferroso-férrico. En ellos, como aún más marcadamente en el análisis de la glauconita de formación actual, el hierro férrico desempeña un papel subordinado. La literatura químico-mineralógica ostenta, sin embargo, análisis de la glauconita en que este papel se halla invertido. La glauconita de Gainesville (Ala), analizada por Mallet (1) contiene 21'06 % de ácido ferroso y sólo trazas de hierro férrico. Este análisis autoriza a considerar legítimamente a la glauconita como un silicato exclusivamente ferroso.

El hecho de que en la glauconita de formación actual domine el hierro férrico, siéndole subordinado el ferroso, define un caso particular de la composición del mineral considerado en el curso de todas épocas geológicas, como en la misma consideración al análisis anteriormente citado constituye también otro caso particular antagónico.

Es posible que en el seno de las capas sedimentarias la glauconita haya sufrido diferentes transformaciones, como dichos autores anotan, (2) y al menos nosotros hemos pretendido ver un proceso de alteración general de este mineral a través de sedimentos de épocas distintas en rocas de Andalucía (3) a cuyas observaciones he podido posteriormente unir algunas otras realizadas sobre materiales de la misma región; a pesar de ello, creo que el punto de vista en que se colocan los autores de considerar el hierro ferroso de la glauconita de los terrenos sedimentarios que le contienen en mayores proporciones que la glauconita actual, como un resultado de acciones metamórficas reductoras sufridas por aquellos sedimentos, encuentra un argumento negativo en el hecho de que la relación de la proporción de la sílice al hierro total Fe, que arroja el análisis de los señores Collet y Leo, permanecería constantemente la misma en todos los practicados sobre aquellas glauconitas. Así la relación que existe entre la proporción media de hierro Fe,—16'91, de 28 análisis de glauconita representados en la repetida obra de J. D. Dana y la proporción media de sílice de los mismos—45'66 muy aproximada al contenido en sílice de la glauconita actual que arroja al análisis de los Sres. Collet y Leo, difiere bastante de la que afecta a este último. Esto es:

Contenido medio en hierro Fe de dichas 28 glauconitas .	16'91 %
Contenido medio en sílice de las mismas.	45'66 %
Relación de Fe á Si O ₂	1:2'78.
Contenido en hierro Fe de la glauconita actual.	25'78 %
Contenido en sílice de Fe a Si O ₂	1:1'87.

(1) Dana. A System Of Mineralogía. p. g. 463.

(2) Sur ta composición chimique de la glaudonie.

(3) Contrib. al est. de la glaucomita, O p. cit.

Para una proporción media de 45'66 % de Si O_2 en aquellas glauconitas, su contenido medio en hierro Fe, si se hubiese conservado la relación 1: 1'87 de la glauconita actual sería de 24'41 % así que es mucho menor, e igual 16'91 %. No hay, pues, una razón fundada para sostener que el hierro ferroso, que en mayor proporción que en la glauconita actual se encuentra en la glauconita de los terrenos sedimentarios, se deba a una reducción del silicato férrico de aquélla merced a los agentes metamórficos.

A mi modo de ver, las transformaciones que en el lógico sentir de L. Cayeux puedan haber provocado los agentes metamórficos sobre la glauconita de las capas sedimentarias deben haber sido más complicadas de lo que supone una simple reducción del hierro férrico a ferroso en el silicato férrico que estiman los Sres. Collet y Leo ser el originario en este mineral.

Omitiendo la consideración de los cambios químicos que pudieran afectar a elementos que, como el calcio, el magnesio y el sodio, unas veces se hallan en la glauconita y otras no, y cuando existen, sus proporciones son muy variables, es posible, en cambio, juzgar sobre la modificación del contenido en alúmina de una y otra glauconita. El contenido medio en aluminio. Al que acusan los expresados 28 análisis presentados en la obra de Dana es próximamente el triplo de la cifra correspondiente a la glauconita de las colecciones del «Challenger Office» e igual a 2'65. Esto, que parece confirmar una observación interesante de Dana (1) de que la glauconita del siluriano analizada por Hunt contiene más alúmina que la de la formación caliza, puede también apreciarse, si comparamos las dichas cifras que expresan el contenido en aluminio, deduciendo en consecuencia que las acciones metamórficas aumentaron el contenido en aluminio que ofrece la glauconita actual. Y volviendo a considerar la diferencia entre las relaciones del hierro ferroso al férrico entre esta última y aquéllas, entiendo que no cabe suponer que el mayor contenido en hierro ferroso de aquéllas sea debido a una disminución del hierro férrico de la glauconita actual por la sustitución de Al a Fe regida por el isomorfismo de ambos, (2) por que el aumento medio en hierro ferroso es bastante mayor de lo que en virtud de la ley de sustitución correspondería a 0'81 de aluminio que ofrece la glauconita actual. En cuanto a la potasa, tenemos 7'76 de K_2O para ésta, y 5'43 (media del contenido de los 28 análisis) para las glauconitas sedimentarias. Ha habido disminución de potasa. En cuanto al agua, la diferencia, que no es grande, parece indicar que las glauconitas sedimentarias son algo más hidratadas. Así es que, resumiendo

(1) Ib., página 463.

(2) L. W. Collet et Gabriel W. Lee. *Recherches sur la glauconie*.

desde este punto de vista, y tomando como punto de partida la composición de la glauconita de los mares actuales, las modificaciones que en su composición pudiera haber sufrido este mineral en el seno de los terrenos sedimentarios mediante los agentes metamórficos, estarían representadas por una disminución de la proporción del hierro total, una introducción de alúmina en proporción mucho menor de la equivalente a la disminución de hierro, pérdida de potasa e indicios de deshidratación (1).

Consignados estos hechos y observaciones, veamos cómo puede entenderse el proceso químico de la formación de la glauconita en el fondo de los mares actuales. Creo que la arcilla es el eje sobre el cual giran las metamorfosis químicas que originan este mineral, y así lo entienden también los Sres. Collet y Lee como resultado de sus observaciones. En su opinión, (2) la transformación de la arcilla en un silicato férrico absolutamente desprovisto de potasa, es la manifestación primera de este proceso químico. Después viene, según sus observaciones, otra fase, fase definitiva en que el silicato férrico se combina con la potasa, introducción de potasa que estiman conexa, probablemente, de la hidratación. Estiman que estas reacciones, en virtud de las cuales la potasa se combina con el silicato férrico, son actualmente desconocidas.

Como se vé, estos sabios hacen abstracción en absoluto de la consideración del papel que en estas transformaciones químicas pueda desempeñar el hierro ferroso de la glauconita, cuya relación al férrico, según hemos anotado, oscila dentro de los extensos límites de 1 a 100 de óxido ferroso y 9 a 0 de óxido férrico, como se desprende del examen del conjunto de los análisis considerados. A mi juicio es, no obstante, de capital importancia la consideración del hierro ferroso que existe siempre en la glauconita de todas épocas, como en la actual.

Yo no he creído que el color verde de la glauconita se deba al silicato ferroso de esta, suposición, que no expresamos tampoco en el trabajo en colaboración que con esta memoria se relaciona. El color verde de la glauconita parece ser accidental e independiente de la composición química de este silicato. La acción del calor sobre la glauconita me confirma en esta creencia.

He calentado la glauconita de Viller-sur-Mer en el tubo cerrado a unos 250°. En estas condiciones, el mineral, primitivamente de un color verde intenso, se descolora por completo, dejando un residuo fijo gris que, triturado en el mortero de ágata, aparece al exámen microscópico con una substancia finamente porosa constituida por granos amorfos, casi opacos,

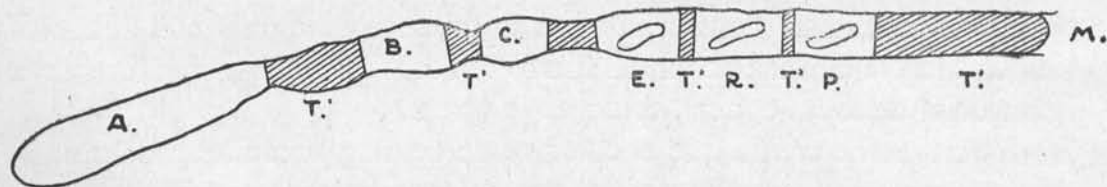
(1) Los pesos atómicos que he adoptado para estos cálculos, son los internacionales H.—1; O—15.88; Al—26.9; Si—28.03 K—38.79; Fe—55.40.

(2) *Recherches, sur la Glaunonie.*

grises, de un matiz muy ligeramente rosado. Esta coloración subsiste aun elevando la temperatura hasta el reblandecimiento del vidrio. No se observa separación de óxido férrico pardo.

El hecho es general para muchas coloraciones accidentales de los minerales, que desaparecen por la acción del calor. Yo he tratado de comprobarlo en las glauconitas contenidas en diversas rocas sedimentarias. En la caliza arenosa del Helveciense, que constituye el mampuesto empleado en las construcciones de Córdoba, y que contiene grandes placas y zonas pigmentarias glauconosas verdes, esta coloración ha desaparecido en las secciones talladas en el interior de un fragmento previamente calentado unos minutos a 250-300°. Una arenisca fina y compacta de Coripe (Sevilla), que contiene granos de un verde intenso, relleno de globigerinas y otros organismos, ofrece el mismo fenómeno: ausencia del color verde después de la calefacción. El mismo resultado de la calefacción se extiende en general a la caliza de *Hetereostegina constata*, d'Orb, cuya glauconita fué estudiada por nosotros, y a todas las rocas glauconosas, entre ellas una caliza algo arenácea bastante interesante del Oligoceno (?) de Monturque, cuyas preparaciones he examinado. (1)

La desaparición del color verde de la glauconita por la acción del calor está indudablemente ligada a fenómenos químicos importantes para el conocimiento de su constitución, génesis y evolución químico-geológica. Sobre la misma glauconita de Viller-sur-Mer he practicado la siguiente experiencia:



En un tubo de vidrio, cerrado por un extremo, practiqué tres ensanchamientos en A, B y C y una extrangulación en D. Coloqué en A una cierta porción de glauconita de Viller-sur-Mer, y en D y T tapones de lana de vidrio. En los espacios E, R y P, encerré, respectivamente, una banda de papel tornasol rojo, otra de papel tornasol azul y otra de papel impregnado de una disolución de etanoato básico de plomo (subacetato). Calentando A a la llama de la lámpara de alcohol con la precaución necesaria, a fin de evitar las proyecciones que de otro modo tienen lugar con la glauconita, observé en B la condensación de gotitas límpidas e incoloras, circunstancia la primera que demuestra que las finas partículas del mineral que pudieran haber sido proyectadas fueron completamente retenidas por el

(1) Ejemplares recogidos por el señor Carbonell T. F. (D. Antonio).

primer tapón T. Al mismo tiempo, y a una temperatura que estimo no debió ser superior a 300°, la glauconita había perdido su color verde, que quedó sustituido por la coloración gris, antes indicada, que adquiere en el tubo cerrado. Calentando con igual precaución el punto B, provoqué la volatilización del líquido allí condensado, cuyos vapores ascendieron por el resto de las distintas partes del aparato, condensándose en gotitas en las sucesivas cámaras limitadas por los tapones de lana de vidrio. Durante la expresada experiencia percibí al extremo M un olor algo empirreumático y francamente sulfhídrico. El papel rojo de tornasol se había vuelto azul; el azul, de tinta débil sensible, ofrecía un color azul más intenso. El papel de etenoato de plomo, se había ennegrecido fuertemente. Los vapores desprendidos por la calefacción de la glauconita, mostraban, pues, una reacción alcalina y una reacción sulfhídrica. La presencia de estos productos de descomposición, coincide con la desaparición de la coloración verde.

He practicado repetidamente esta experiencia, obteniendo constantemente el mismo resultado. Tratando de interpretar el hecho, me he preguntado si una pequeña porción de sulfato cálcico que pudiese contener la glauconita de Viller-sur-Mer, podría haber sido reducido por el hierro ferroso, dando gas sulfhídrico en presencia del agua. Tratando por el cloruro bórico el agua destilada débilmente asidulada por el Cl H en la que se ha puesto en digestión esta glauconita, no se ha observado un enturbiamiento previo de la formación del sulfato bórico. No hay sulfato cálcico en la glauconita. Por otra parte, he investigado la presencia de otros elementos en la glauconita de Viller-sur-Mer. Sólo he encontrado indicios de manganeso. No existe el oromo. La investigación del fluor por la sal de fósforo, siguiendo las indicaciones de Berzelins, me ha dado resultado negativo; no he creído necesario investigar trazas de este elemento por los procedimientos más precisos de A. Gautier. También he obtenido resultados negativos en la investigación del boro y del litio por el procedimiento de Turner (1).

Pero aunque existiese el sulfato cálcico, dándonos quizá la explicación de la presencia del gas sulfhídrico entre los productos de la descomposición de la glauconita por el calor, ¿y el nitrógeno?

Estos resultados de la acción del calor sobre la glauconita me hacen creer que la coloración verde es accidental y debida a un pigmentum nitrogenado y probablemente también sulfurado, pigmentum que ha quedado destruido antes de que la deshidratación debida a la calefacción, haya sido completa. Este pigmentum no tiene, a mi juicio, relación alguna con la composición ni la constitución química del silicato ferroso-férrico.

(1) Cornwall Thoulet. *Traite d'analyse qualitative et quantitative au chalumeau*,

Extendiendo estos conceptos a la consideración de las alteraciones de la glauconita que nos ocupan en el expresado trabajo en colaboración con el Sr. Calderón, y que constituyen fundamento de nuestras opiniones, sobre la composición y constitución del mineral, he dirigido mis observaciones a las alteraciones químicas que ofrecen las distintas rocas examinadas por nosotros y algunas otras que con posteridad he estudiado, sirviéndome, al objeto, de las siguientes:

Caliza con foraminíferos de Estepa (Sevilla) n.º 342 de la Colección del Gabinete de Historia Natural de la Universidad de Sevilla.—Arenisca con foraminíferos (*Martelilla*) de Jerez, n.º 562.—Caliza Oolítica con foraminíferos del Eoceno, de Cabra (Córdoba), n.º 103.—Caliza Oolítica con foraminíferos del Eoceno de Puente Jenil, (Córdoba) n.º 602.—Caliza con foraminíferos, de Cabra, (Córdoba), n.º 861.—Caliza nummulítica de Los Charcos, Morón, (Sevilla) n.º 909.—Caliza de globigerinas del Nummulítico de Coripe (Sevilla) n.º 88.—Caliza Arenácea del Helveciense (*Mampuesto*), Córdoba.—La misma, muy alterada por los agentes atmosféricos, Palacio de Gerónimo Páez (Córdoba).—Caliza fosilífera del Oligoceno (?) de Monturque (Córdoba).

En todas mis preparaciones microscópicas de estas rocas, las observaciones coinciden: Todas ellas, a excepción de la que se ha empleado en la construcción de la portada del histórico palacio de Gerónimo Páez, edificio del siglo XVI, ofrecen glauconita verde, ya en placas, ya en granos aislados o rellenando cavidades o cámaras de los numerosos organismos fósiles que contienen: glauconita amarilla o amarillo-verdoso y glauconita parda, en la misma forma, y manchas pigmentarias verdes, verde-amarillentas y pardas de contornos más o menos circunscriptos. La del palacio de Gerónimo Páez, obtenida de la costra externa de los sillares que forman la portada, no contiene glauconita verde.

Los granos de glauconita ofrecen especialmente intensa tinta verde en la roca de Coripe. Allí se presentan con su refringencia y limpieza de costumbre. Alternan a veces con granos amarillos, limpios, o amarillo-verdosos. Algunos granos suelen presentar porciones más o menos amarillentas o pardas. Entonces esta porción amarillenta o parduzca, principalmente cuando es de este último color, es menos límpida; parece como una ténue nubecilla que se ha condensado en aquella región del grano o placa de glauconita verde. La refringencia me parece en estas regiones algo menor. En las placas verdes, estas zonas o regiones amarillentas o parduzcas no ofrecen contornos bien limitados, pero el espacio determinado en la masa de glauconita verde, por la diferencia de coloración, puede circunscribirse combinando el movimiento de aproximación del condensador con el del tornillo nicométrico de enfoque. Son espacios terminados por superficies irregulares más o menos discontinuas, y más o menos difumadas, que

hacen recordar el aspecto macroscópico semejante de las manchas pigmentarias de ciertos ejemplares coloreados, especialmente azules, de sal gema. Cuando en una misma preparación, como sucede en la caliza de globigerinas del Numulitito de Coripe, coexisten granos verdes, amarillo-limón y pardos, se observan entre éstos algunas diferencias de caracteres ópticos y estructurales. Mientras los granos verdes, que a veces llenan por completo las cámaras y en ocasiones envuelven granos de cuarzo relativamente bastante voluminosos y de formas subangulosas, conservan los caracteres que se asignan y hemos reconocido en la glauconita, los amarillos y pardos parecen ser algo menos refringentes, y en ellos, principalmente en los pardos, se acusa más el carácter de agregado cristalino, cuyos elementos, observados, a gran aumento, parecen más desarrollados. Un corte que presenta una cámara donde se ven juntos granos verdes y amarillo-limón, y exteriormente a ella una masa globular parda, permite apreciar bastante bien estas diferencias.

Me parece observar que el pigmentum verde colorea a veces un material que por su menor relieve y estructura más cristalina difiere de la glauconita. Alguna vez me parece ser la calcita este mineral. Fijándome principalmente en las manchas pigmentarias exteriores a las cámaras, observo debilitado el carácter de la refringencia en la segunda, que se suele presentar más opaca, y en unas y otras, especialmente en las segundas, encuentro cierta discontinuidad en la distribución del pigmentum, que con aumento suficiente dá la idea de un ejambre de pequeños núcleos nubosos irregularmente espaciados de ordinario en el seno de la calcita. Las placas verdes, como las pardas, me parecen, con mucha generalidad, muy débilmente anisotropas, si no son completamente isotropas.

La naturaleza orgánica de las sustancias que pudieran producir tan diversas coloraciones en muchos minerales, sin embargo de haber sido bastante admitida, no ha dejado de ser muy discutida también (1). Semejante naturaleza de las bellas y variadas coloraciones accidentales que observamos en minerales que por razón de su origen no han podido albergar sin descomposición sustancias orgánicas fácilmente destructibles, no encuentra realmente una seria y satisfactoria explicación que no puede quedar encomendada al análisis químico en la generalidad de los casos en que la excesivamente pequeña proporción de materia olorante, escapa a los más delicados medios de investigación química. Experiencias realizadas primero mediante los rayos X, y después mediante las emanaciones radioactivas, han venido a modificar fundamentalmente el concepto que daba abrigo a la creencia de que la desaparición de ciertas de estas colo-

(1) E. Weinschenck. *Ueber die Färbung der Mineralien*. Zeitschr. d. Deutsch. Geolog. Gesellschaft, Jahrg. 1896.

raciones, por el calor fuese debida a la destrucción de las materias colorantes orgánicas que se suponían la causa de aquel color. La coloración violeta de los vidrios mediante la emanación radioactiva, y la interpretación que hoy se propone del desenvolvimiento de las aureolas pleocroicas desarrolladas alrededor de los granos de zircón y otras inclusiones minerales en ciertos silicatos como la mica, turmalina, anfíbol etc., ponen, por otra parte, fuera de duda la incompatibilidad de las materias colorantes con la interpretación de los hechos, cuya exposición y explicación no hace a los propósitos de esta Memoria.

Pero relativamente a un limitado número de minerales cuya formación es debida a procesos en que interviene resueltamente el agua, la presencia de materias colorantes de un origen orgánico, es bastante probable. En la sal gema y la tenardita la cuestión me parece aún por resolver y entiendo, como he expuesto en algunas notas presentadas a la Real Sociedad Española de Historia Natural (1), que al menos la coloración azul de algunas variedades de estos dos minerales puede ser atribuida legítimamente a la presencia de dichas substancias orgánicas. En ciertos cristales de cuarzo ahumado a los que se atribuye asimismo un origen acueo o hidrotermal, como los dispersos en las rocas epigénicas de Andalucía, que también han sido objeto en otra ocasión de reconocimientos por mi parte (2) cabe sospechar la presencia de las mismas. La glauconita, mineral de formación marina actual, cuya materia pigmentaria verde ofrece los caracteres anotados en las experiencias que he expuesto, puede, más legítimamente que mineral otro alguno, encontrarse en este caso.

He practicado algunas experiencias encaminadas al reconocimiento de los productos de la alteración de la glauconita. Calentada la glauconita de Viller-sur-Mer en el tubo abierto, toma un color ocráceo. He dispuesto la experiencia de otro modo: sobre una placa de hierro calentada mediante un mechero de Bunsen he colocado un pequeño disco grueso de plomo, y sobre él unos granos de glauconita. Primeramente, empieza ésta a perder el color verde, que pasa completamente a gris, antes de la temperatura de fusión del plomo. Ya a ésta se percibe el color ocráceo del residuo, cuyo color se acentúa sensiblemente, para terminar en una coloración ama-

(1) F. de Chaves: *Notas mineralógicas Sobre la materia colorante de la sal azul de Villarrubia de Santiago*. Act. de la S. esp. de Hút nat., t. XXVII, pgs. 69-74. *Sobre las inclusiones de un ejemplar de sal azul y otro de thenardita teñido al parecer con el mismo pigmento*. Ib. E. XXVIII, pags. 261-265. *Investigaciones acerca de la materia colorante azul de algunos ejemplares de sal gema*. Ib. t. XXIX pgs. 77-80.

F. de Chaves y F. Relimpio *Estudio del espectro de absorción de la sal azul de Villarrubia de Santiago*. Ib. t. XXVIII, pg. 102.

(2) *Sobre las inclusiones de materias orgánicas en los cristales de cuarzo coloreados de las rocas eocénicas de Andalucía y sobre la cubierta o envuelta de Jacinto de Compostela, que ofrece un cristal de cuarzo de localidad dudosa*. Ib. XXV, pgs. 94-98.

rilla parduzca El residuo pulverizado se muestra poco transparente e isotropo.

Cuando una roca glauconosa tal como la caliza de globigerinas de Coripe, que ofrece al examen exterior un color gris verdoso ha sido calentado, adquiere una coloración pardo-violácea o pardo-rosada muy perceptible. La modificación se traduce en la sección delgada en el campo del microscopio por una mayor opacidad y la transformación general de los granos, placas o regiones pigmentarias verdes, en los correspondientes elemencos opacos, de un color pardo de café más o menos intenso. La refringencia la coloración y el estado cristalino todo se ha modificado. En este caso no sería prudente pensar en una oxidación, porque el corte se obtuvo del interior de la roca donde no tuvo acceso el oxígeno del aire. Pero el efecto es el mismo cuando se calienta directamente al aire la lámina delgada. Esta materia parda, me parece que debe ser un óxido o un hidróxido férrico. Indudablemente procede del desdoblamiento del silicato de la glauconita, porque, como se ha demostrado por las experiencias anteriormente descritas, el pigmentum verde se destruye por el calor, sin dar productos ocráceos. Y por otra parte, la alteración afecta también a la glauconita amarilla y parda.

La intervención del oxígeno atmosférico en la descomposición de la glauconita, dando un óxido férrico que señalábamos como término final de esta alteración en nuestra repetida Memoria, se traduce en las preparaciones obtenidas de la portada del Palacio de Jerónimo Páez, por la presencia de un óxido o hidróxido férrico pulverulento alojado en las cavidades de los restos fósiles microscópicos, que ocupa sólo parte de estas cavidades por virtud de las sustracciones de otros elementos del mineral por la acción aérea. En este resultado deben desempeñar un papel importante la humedad y el anhídrido carbónico. A esta alteración obedece el color amarillento que adquieren en el transcurso del tiempo las construcciones edificadas con este como con otros materiales calizos que deben a la glauconita su coloración más o menos verdosa.

Yo creo que estas experiencias y observaciones tienen una aplicación inmediata si tratamos de inquirir sobre el proceso químico originario de la glauconita, proceso que, a mi juicio, cuenta con fundamentos bastantes a su explicación.

El estudio de los sedimentos marinos actuales, no deja lugar a duda alguna sobre la formación de la glauconita de este origen y de la evidente intervención de los seres organizados o más efectivamente, de las materias orgánicas, en el proceso de su formación. En tesis general no puede negarse la posible formación de glauconita en toda la serie de los terrenos

(1) *Traite de Geologie*. Pg. 117 Paris 1907,

sedimentarios precedentes a la época actual. La excepción señalada por Mr. L. Cateux y acogida por F. Haug (1) de la presencia de la glauconita en las rocas siliciosas secundarias y terciarias de la cuenca de París, rocas que carecen de foraminíferos y cuyas circunstancias excluyen la idea de toda intervención de materia orgánica, presenta una delicada cuestión a resolver íntegramente con el mayor detenimiento. En cuanto al yacimiento de la glauconita en las rocas eruptivas muchas veces señalado, no creo susceptible de armonía el concepto de una temperatura originaria elevada con la inestabilidad del pigmentum verde, cuya destrucción concurre con la deshidratación del mineral a temperatura relativamente baja.

Los estudios de biología oceanográfica muestran que afluye al fondo de los mares en puntos donde se encuentran corrientes frías y calientes, un depósito constante de restos de animales que no han podido resistir una súbita diferencia de temperatura impropia a su existencia en una y otra corriente. Estos fondos son el asiento de una acumulación continua de materiales organizados, de conchas, caparazones o testas, piezas del esqueleto, etc., de aquellos seres juntos con la materia orgánica que los constituían.

De otro lado, un depósito extraordinariamente fino arcilloso de origen terrígeno viene a sedimentarse junto con todos aquellos restos. Este conjunto se deposita en el seno de una disolución que debemos considerar integrada por todos los elementos químicos terrestres en general, cual es el agua de los mares y donde dominan los cloruros alcalinos y alcalino-terreos, sulfatos y bicarbonatos. Por otra parte, con materiales detríticos, fragmentos finamente triturados de cuarzo, de zircon, de mica, turmalina, etcétera, se une a aquella arcilla una cierta porción de material ferruginoso, óxido o hidróxido férrico, material que puede atribuirse ya a una acumulación de origen terrígeno, ya a una precipitación mecánica, que tuviese su origen en el hierro meteórico atmosférico, ya, por último, a una precipitación química efectuada tal vez por el carbonato cálcico sobre las sales férricas disueltas. Sea esto de un modo o de otro, el hecho subsiste en el concurso de un material alumino-silicatado, el óxido férrico o las soluciones férricas, soluciones alcalinas y, finalmente, materias orgánicas, complejas susceptibles de descomposición, o más expresamente, materias proteicas y albuminóideas, capaces de una destrucción posible en las condiciones de humedad y temperatura a que se hallan sometidas en el seno de la solución salina compleja que las contiene.

Mecánicamente considerado en sí el fenómeno, se concibe cómo la arcilla puede penetrar en las cavidades o espacios donde se alojan las sustancias organizadas de aquellos seres, y cómo por estos mismos restos, puede considerarse alojada una masa arcillosa y ferruginosa mezclada a la materia orgánica interpuesta.

Débase a Ch. Sainte-Claire-Deville la demostración experimental de la transformación de las arcillas en silicatos aluminosos alcalinos de los caracteres de los feldspatos mediante la acción de los cloruros alcalinos, disueltos. Friedel y Sarasin obtuvieron cristales verde-pálido de un mineral del grupo de los piroxenos, granos cristalinos de otro mineral zeolítico y cristales rómbicos de un mineral del grupo de los feldspatos que tenía los caracteres de la ortosa, operando con una solución acuosa de sílice, hidrato aluminico, e hidrato férrico obtenidos por dialisis, hidratos cálcico y magnésico y solución alcalina de potasa y sosa e hidrato ferroso obtenido con las precauciones necesarias para evitar la peroxidación. Mis experiencias sintéticas sobre silicatos de hierro, alcalinos mediante la acción de disoluciones acuosas de silicato alcalino (1) sobre combinaciones ferrosas, durante veinte meses a la temperatura ordinaria, y las que permiten obtener así mismo por vía húmeda un silicato ferroso potásico en que la sílice y el óxido ferroso se hallan en proporciones relativas análogas a las que muestran los análisis de la glauconita, y he dado a conocer con el Sr. Calderón (2), demuestran también la posibilidad química de la formación de este mineral en el seno de los mares.

Por otra parte, L. Cayeux (3) ha sostenido la opinión emitida por Ehremberg, de una intervención necesaria de los seres organizados en la formación de la glauconita. Th. Sterry Hunt (4), conceptúa que las sales ferrosas de ácido orgánico, resultado de la descomposición de las materias orgánicas en presencia de las sales de hierro, son el principal manantial de las disoluciones ferrosas naturales, y abundando también en estas ideas, de la intervención reductora encomendada en los procesos naturales a las materias orgánicas, A. Gautier (5) opina que la formación de los fosfatos de los terrenos sedimentarios, debida a la concentración del fósforo orgánico, ofrece dos fases, una primera de reducción debida a la descomposición espontánea de estos seres orgánicos, y otra de oxidación, en cuya virtud, y merced al aire, y a los fermentos atrobios, la totalidad del fósforo, se transforma en ácido fosfórico. Sobre el desarrollo de esta opinión de A. Gautier como aplicación a las reacciones químicas originarias de la glauconita y en relación con la descomposición química de la glauconita

(1) F. de Chaves. *Contribuciones a la síntesis de los silicatos ferrosos por vía húmeda*. An. de la Soc. Esp. de Hist. nat., T. XXIII, Actas

(2) S. Calderón y F. de Chaves. *Contribuciones al estudio de la glauconita*. Op. cir.

(3) *Notes sur la glauconie*. Ann. de la Soc. geol. du Nord, 1892.

(4) T. Sterry Hunt. *Mineral Physiology and physiography*, New York. 2.^a edit. 1889. er.

(5) A. Gautier. *Sur quelques phosphates minéraux nouveaux ou très rares et sur la genése des phosphates de chaux naturelles*. Bul. de la Soc. chim. de París, T. IX y X. n.º 23, pg. 884.

actual, cuestión que extendería esta Memoria fuera de los límites propuestos, me ocuparé en otra ocasión a propósito de experiencias que actualmente efectúo.

Sentados estos hechos experimentales y establecidos estos conceptos teóricos, creo que el proceso genético de la glauconita, no se presenta como una cuestión inabordable. Creo, por el contrario, que la cuestión señala la necesidad de una comprobación experimental.

Para dar a estas ideas una mayor amplitud, concretándonos siempre al proceso minerogénico que aquí me ocupa, imaginemos un punto del fondo submarino donde concurren las circunstancias oceanográficas que anteriormente hemos indicado como idóneas para la formación de la glauconita.

Actuado por la gravedad el fino lodo arcilloso, que con los fragmentos detríticos minerales y los restos organizados integra el sedimento, tiende sin cesar a ocupar los espacios, cavidades, cámaras o conductos llenos de la sustancia organizada animal y a obturar, por lo pronto, los orificios que presentan estas distintas piezas. y una acción epigénica de la arcilla sobre la sustancia organizada, que ocupa esos espacios, se inicia. Una capa o tabique finamente poroso de arcilla separa el contenido de estos del medio líquido salino donde los restos se encuentran sumergidos, y un proceso osmótico se desenvuelve. Mecánicamente, una disminución de volumen de la masa organizada allí confinada, disminución debida a la descomposición, trae inmediatamente consigo la introducción de nueva porción de arcilla. Progresivamente la epigenia llega a ser completa.

Simultáneamente concurren las acciones químicas sintéticas que originan el mineral. Una corriente endosmótica aporta los cloruros y los bicarbonatos alcalinos que verosimilmente han de iniciar las transformaciones que va a sufrir la arcilla, eje del mecanismo químico de estas alteraciones. Las sales férricas ingresan así en aquel espacio limitado a medida que se solubiliza y se contrae la sustancia organizada que lo llenaba. Verosimilmente una hidratación del silicato aluminoso concurre con los demás cambios químicos. El gel silícico formado por la acción de la disolución salina, es retenido, quizá en su totalidad, por el diafragma arcilloso. El gel aluminoso es arrastrado al exterior por la corriente osmótica al estado de combinación soluble, mientras que el hierro férrico que ingresa en la disolución salina compleja es reducido por los productos del desdoblamiento de la sustancia organizada, entre los que figuran el azufre. Iazo débil de las materias proteicas, al estado de gas sulfídrico, con el amoniaco y alcoholaminas, productos constantes también del desdoblamiento de las mismas. Así el hierro ferroso ingresa con la potasa en el núcleo silico-aluminoso, producto hidratado fundamental, posiblemente al estado de sal doble alcalina, en cuya consideración esta sal doble viene a ser como un

vehículo del álcali. Sin que deje de ofrecer alguna excepción, no parece en desacuerdo esta hipótesis con los resultados analíticos, que tienden a mostrar una cierta proporcionalidad entre el contenido en hierro ferroso y el contenido en potasio de la glauconita:

Análisis presentados por Dana. (A. syst. of Min. Ib.)	Hierro ferroso 01°	Potasio 01°
N.º 24	2'31	1'88
» 26	2'38	1'27
» 27	2'50	2'35
» 23	2'92	2'35
» 21	3'23	2'41
» 25	3'69	2'12
» 28	5'08	2'92
» 24	5'23	3'28

Considerado cuantitativamente en su explicación este proceso, cabe también pensar entre otras causas modificadoras, en la posible variación de la capacidad reductora total de la materia orgánica alojada en la cavidad, relacionada con el estado de la descomposición de esta al desarrollarse en toda su extensión el cambio osmótico, lo que podría dar lugar a un ingreso de hierro férrico que el análisis atestigua en la glauconita, ingreso de hierro férrico que podría relacionarse con una fase de oxidación del proceso genético, del que bien podrían así ser intérpretes las envueltas pardas de ciertos granos de glauconita si no hubieran de atribuirse con más verosimilitud, a efectos de una oxidación subsiguiente a la formación del mineral. Así también las aureolas de calcedonia que se ven rodear algunos granos glauconosos en las preparaciones microscópicas, podrían considerarse originadas por un remanente de sílice coloide que no pudo combinarse al hierro y al álcali por haberse agotado ya la acción reductora de los productos del desdoblamiento de la materia organizada, causa del hierro ferroso.

La tensión osmótica constantemente ejercida centrífugamente sobre el caparazón tiende a disgregarlo. Una vez roto por esta causa secundada por la acción disolvente del medio líquido y por el resbalamiento ocasionado en el fondo por los movimientos de este, puede quedar libre, originándose granos aislados, moldes internos de las cavidades donde se formaron. Acciones mecánicas posteriores no desconocidas, pueden desgastar o disgregar estos granos, en otros más pequeños.

A veces se encuentra un grano de cuarzo recubierto en parte de un barniz glauconoso. Ese grano ingresó, como pudieron hacerlo otros elementos detríticos, dentro del caparazón o concha, o del canal de las piezas óseas en que se formó el mineral, al propio tiempo que la arcilla.

Después de destruido el albergue, el grano cuarzoso con su envuelta glauconosa queda libre más o menos regular o irregularmente desgastada su envuela. Estos son los barnices glauconosos.

Es, el mismo caso, en realidad, de los granos de glauconita con inclusiones de fragmentos detríticos de cuarzo o de algún otro mineral. No exigiría un extraordinario esfuerzo la interpretación análoga de las placas de glauconita. Respecto a las manchas o pigmentums glauconosos, una cierta incredulidad hija de las observaciones que he expuesto en esta Memoria, me asalta en mi opinión, al considerar una carencia de caracteres ópticos bien definidos.

Este conjunto de ideas que aquí expongo como una hipótesis sobre la génesis y formación de la glauconita, tendrá, posiblemente, mas de un detalle que resolver, como hipótesis preliminar que creo, sin embargo suficientemente fundada sobre observaciones experimentales aplicables a este interesante mineral, especialmente al dar cuenta de la presencia del hierro ferroso y explicar la introducción de la potasa debida a reacciones que no deben considerarse en absoluto desconocidas, como creen nuestros sabios contradictores.

Resumiendo las cuestiones que relativamente a la composición, propiedades, origen y formación de la glauconita se desenvuelven en esta Memoria, tenemos:

Que la glauconita tanto de formación actual como de otras épocas geológicas, debe considerarse a los efectos de su constitución, evoluciones y de las metamorfosis químico geológicas que la afectan, no como un silicato férrico potásico, si no como un silicato aluminoso, ferroso-férrico potásico hidratado.

Que el mayor contenido en hierro ferroso que la glauconita de otras épocas geológicas ofrece respecto a la glauconita actual, no puede atribuirse simplemente a una reducción del hierro férrico mediante los agentes atmosféricos o metamórficos en general.

Que no se explica la formación del silicato ferroso de la glauconita en el fondo de los mares, sin la intervención de sustancias reductoras, tales como la protéicas y albuminóideas que afluyen al fondo de los mares como resultado de la muerte de los seres que los pueblan.

Que el pigmentum verde de la glauconita es accidental, no relacionándose con la coloración propia del silicato aluminoso que constituye la glauconita, y que en atención a la acción del calor, naturaleza de los productos de su descomposición por este agente, y circunstancias de yacimiento del mineral entre las que figura el concurso de restos orgánicos, debe considerarse este pigmentum verde, como una substancia orgánica, sulfo-nitrogenada.

Que independientemente de esta coloración verde accidental, la glauconita es probablemente un mineral incoloro,

Que las coloraciones verde-amarillenta, amarillo de limón, parda y tonos intermedios, son debidas a una mezcla más o menos diluída de hidróxido férrico que se separa del silicato merced a reacciones deshidratantes y oxidantes.

Que la irregularidad en las propiedades ópticas determinadamente el pleocroísmo y la birrefringencia de la glauconita debe estar relacionada con la presencia del pigmentum verde.

Que este pigmentum verde se fija también, a veces, sobre elementos existentes en las láminas delgadas de las rocas glauconosas que parecen diferir bastante en sus propiedades ópticas, y difieren por su estructura, del silicato que constituye la glauconita. Así mismo los pigmentos amarillo y pardo de la glauconita, se fijan a veces sobre dichos elementos.

Que dada la acción del calor, sobre el pigmentum verde de la glauconita, las rocas de la glauconita verde, no han podido alcanzar en el curso de las alteraciones metamórficas consecutivas a su formación, una temperatura superior a 200-250° C.

Que es posible explicar la formación del silicato ferroso-potésico de la glauconita en el fondo de los mares actuales, mediante reacciones químicas experimentales.

Que el proceso químico que origina la formación de la glauconita, se desenvuelve con el concurso de un proceso osmótico que realiza un cambio de elementos entre el interior de los caparazones o conchas, etc., y el medio acuoso en que se hallan sumergidos los restos de los organismos.

Que hay probabilidad de explicar la existencia de granos, placas y barnices o zonas glauconosas, tanto dentro como fuera de las cavidades de los organismos marinos, cuyos restos se encuentran en los yacimientos de este mineral.

Que se impone una amplia comprobación de las alteraciones metamórficas de aquellas rocas glauconosas cuyo estudio parece excluir, en opinión de algún eminente geólogo, toda posibilidad de origen submarino.

Al terminar esta Memoria, debo significar desde aquí mi gratitud hacia los Sres. Hernández Pacheco y Fernández Navarro, profesores de la Universidad Central y del Museo Nacional de Ciencias Naturales; Mota y Salado y López Domínguez, de la Universidad de Sevilla; Fernández García, Director de este Instituto General y Técnico de Córdoba; Vázquez Aroca, profesor de Física y Química del mismo, y Carbonell Trillo-Figueroa, Ingeniero de Minas de este Distrito. Entusiastas todos ellos de su cometido cultural y científico han puesto a mi disposición cuantos elementos poseen para facilitarme la realización del presente estudio; libros, minerales, rocas, instrumentos de trabajo. Porque el Museo de mi fundación es extremadamente pobre en estos elementos.

Desde su fundación en 1913 y concesión del carácter oficial de la Institución, que no puede olvidar nunca el protector auxilio que le prestó la influencia del ilustre cordobés D. Antonio Barroso y Castillo, y que debe mucho también a la eficaz gestión de su hijo D. Eugenio Barroso y Sánchez-Guerra, actualmente diputado a Cortes por Córdoba, solo hasta no hace aún tres años he logrado poner en condiciones de trabajo el modesto laboratorio cuyo material he aportado yo mismo al Museo, como los libros para su biblioteca y los minerales para sus colecciones.

Para la labor que representa todo el desarrollo práctico de un programa que asume ideales de cultura científica y de utilidad industrial, cuenta el Museo con una subvención anual del Sr. Ministro de Fomento variable entre 500 y 1000 pesetas, y otra subvención de 500 pesetas del Ayuntamiento de Córdoba. Como subvención concedida por la Región, he obtenido la de 50 pesetas por una sola vez del Ayuntamiento de Huelva. Los ingresos que mi trabajo personal aportan al Museo, a causa de su lento y difícil desarrollo son sumamente reducidos. Con estos elementos pecuniarios, los medios de que, para llenar su cometido dispone la Institución, que no representa en modo alguno sueldos o gratificaciones de empleados, pues toda su labor queda virtualmente a mi cargo desde el momento en que la extensión limitada hasta hoy por la elasticidad a que individualmente puedo llevarla antes de lograr la división en secciones propuesta, no pueden ser muy profusos. Se comprende así, sin esfuerzo, el por qué me he visto obligado a recurrir a una protección siempre entusiasta de todo lo que significa un esfuerzo individual realizado en aras del culto científico y del progreso pátrio, siquiera sea tan modesto como el encomendado a mis propias energías, para poder realizar las investigaciones y practicar las experiencias que indispensablemente exige la breve Memoria que me honro en presentar hoy a este Congreso.

Y al expresar ante esta culta Asociación mi gratitud hacia las entidades y personas expresadas, que integran al mismo tiempo en esta colectividad honrosa para España, creo mi deber mostrarle un singular contraste.

Mientras que de los expresados centros docentes y cultivadores científicos recibo muestras positivas de tan edificante e incondicional protección hacia esta Institución de utilidad pública, en la misma Diputación Provincial de Córdoba—capital de una provincia de incalculable porvenir industrial y minero, de importante desenvolvimiento agrícola que las industrias químicas basadas en la explotación de su suelo, están llamadas a intensificar considerablemente—capital a donde me dirigí para desenvolver aquel programa que considero una necesidad del país, precisamente en una entidad que tiene estatuida su protección hacia toda empresa de fines análogos a los del Museo Regional Andaluz de Mineralogía, encuentro formidable obstáculo que si no esteriliza completamente mis iniciati-

vas y mi labor personal de ocho años, las amenaza con la realidad de una dilación indefinida. El acuerdo de 1913 de la Comisión Provincial de ceder local para la instalación del Museo, dentro de la limitación con que en la actualidad puede cumplirse por aquella, — lo que no se me oculta en mis legítimas pretensiones a este fin, — ha precisado alguna vez la plausible intervención de toda la energía de un Presidente, el Sr. Ortiz Molina, a quien como representante de la Institución estoy reconocido, para lograr que empleados subalternos adueñados por lo visto del régimen interior de la Corporación cumplieren los acuerdos de la misma. Solo así ha llegado a ponerse a mi disposición reducidísimo local que es hoy oficina, biblioteca, laboratorio, almacén de minerales, productos y aparatos, taller de dibujo.....; y solo de ese modo ha podido percibir el Museo la cuarta parte de la subvención de 1.000 pesetas que para sus gastos de instalación acordó la Comisión Provincial concederle hace ocho años, dándose al objeto la correspondiente orden de pago que no ha tenido efectividad hasta hoy sino en su mitad tan solo.

Así también encomendada la cuestión a estos empleados, no he dejado, a mayor abundamiento, de ser blanco más de una vez de una desconsideración personal que, si no es detalle que se encuentra al nivel de los móviles y fines de mi Institución, no deja por su parte, muy bien parada esta función obstructora de dependencias llamadas a corroborar con su conducta sumisa, designios que dirigen a las entidades que han de velar por el progreso del país hacia las iniciativas grandes o pequeñas que en este progreso laboran.

Tan inconcebibles obstáculos pongo a la consideración de esta Asociación que desarrolla y cumple una misión de cultura y de progreso, y que muy joven aún, lucha noblemente contra arraigados errores, que aún subsisten, para llevar a cabo una obra de engrandecimiento patrio.

FEDERICO DE CHAVES Y P. DEL PULGAR.

Córdoba 24 de Junio de 1921.

