

## DISCURSO DE CONTESTACIÓN

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

DR. D. PEDRO FERRANDO MÁS

---

EXCMOS. E ILMOS. SEÑORES:

SEÑORAS Y SEÑORES:

Al ser designado por la Academia para que en la solemnidad de hoy ocupe este lugar, prodúcense en mi espíritu dos complacencias a cual más placentera: es la primera, el dar la bienvenida en nombre de la Corporación y presentaros al nuevo compañero que en adelante, y quiera Dios sea por muchos años, ha de compartir con nosotros la labor científica de esta Institución, que por ser de fundación reciente, requiere vigorosos impulsos; y la segunda, el haber sido conducido por la índole del tema elegido por el Sr. Gimeno, a considerar uno de los problemas de Geología que paréceme encierra mayor interés, tanto desde el punto de vista meramente científico, como del de aplicación a las investigaciones mineras, por la relación que existe entre los yacimientos metalíferos y las formaciones eruptivas; me refiero al problema de la diferenciación de los magmas que han originado las distintas variedades de rocas hipogénicas.

Seguramente mejor que yo, hubiese podido cumplir el encargo de contestar al ilustre Ingeniero que tenemos hoy la satisfacción de recibir, cualquiera de mis queridos compañeros de esta Facultad de Ciencias, que con tanto acierto hacen o han hecho aplicación de sus conocimientos físico-químicos a las industrias de la región aragonesa; pues en ellos, mejor que en mí, podrían hermanarse la doble condición científica y de aplicación que integran el carácter de la ingeniería; mas las grandes conexiones que

existen entre la Litología tectónica y toda investigación minera, han hecho para mí ineludible el honroso encargo que me habéis conferido.

---

Antes de exponer los comentarios que me ha sugerido la lectura del interesante discurso del Sr. Gimeno, correspondeme, según costumbre establecida, presentar la personalidad científica del nuevo académico. Esta se manifiesta ya bien ostensiblemente en la brillante disertación que acabáis de escuchar. Ella es suficiente demostración. Además de la competencia geológica que el referido discurso acredita, tiene escritas numerosas publicaciones sobre metalografía y fabricaciones metalúrgicas, a cuyos estudios ha dedicado preferentemente el Sr. Gimeno su actividad. En la revista titulada «Ingeniería», ha publicado varias series de artículos, no ciertamente de vulgarización científica, sino muy técnicos, sobre los temas siguientes: *Fabricación y laminación de los lingotes de acero*, *Principios sobre la fabricación de piezas de maquinaria de hierro colado*, *Aprovechamiento del vapor*, *Camisas de vapor*, *Vapor recalentado* y *Reconocimiento de los generadores de vapor*. Y el contenido de estas publicaciones es el resultado, no de una superficial erudición bibliográfica, sino de los conocimientos adquiridos en la dirección de importantes fábricas metalúrgicas de Bilbao, principalmente. En los Astilleros del Nervión y en la fábrica de San Francisco del desierto, se conservará siempre grato recuerdo del inteligente Ingeniero que durante varios años dirigió su labor.

---

Dice el Sr. Gimeno en la sección de su discurso dedicada a generalidades, que según De Launay, los yacimientos metalíferos son producidos por un préstamo más o menos directo de las rocas ígneas. Así parece, en efecto, confirmarlo, no sólo la autoridad del prestigioso ingeniero fran-

cés, sino también la clasificación que de los referidos yacimientos hace el sabio profesor de la Academia Real de minas de Freiberg, Dr. Beck, en su *Tratado de yacimientos metalíferos*. En esta magistral obra empieza la descripción de los yacimientos primarios, por los que denomina *sin-genéticos*, es decir, producidos al propio tiempo que la roca en que se hallan encajados, y los divide en dos grupos: secreciones magmáticas, como la magnetita de los pórfidos de ortosa (cuyo grupo corresponde al de los criaderos formados por la acción directa del magma, descritos por el Sr. Gimeno) y el grupo de yacimientos metalíferos dispuestos como las rocas sedimentarias; ya se conserven éstos en el mismo estado en que se depositaron, como por ejemplo la limonita, o hayan sufrido intensas acciones metamórficas, como la magnetita de las pizarras cristalinas. Este grupo es el denominado por el Sr. Gimeno de formación intermedia entre los ígneos y los hidrotermales. A continuación describe Beck los que llama yacimientos *epigenéticos*, o sea formados posteriormente a la roca en que encajan, siendo éstos los filones metalíferos propiamente dichos o concrecionados (correspondientes a los de formación hidrotermal del Sr. Gimeno) y los yacimientos epigenéticos que no se presentan en forma de filones. Trata después de los yacimientos secundarios, o sea los detríticos procedentes de la erosión y arrastre de los primarios. Como se ve, esta clasificación es más detalladamente geotectónica que la seguida por el recipiario en su brillante discurso, mas ambas coinciden en atribuir primordial importancia a las rocas erúptivas o hipogénicas como generadoras de las formaciones metalíferas.

Sabido es que dichas rocas proceden de la solidificación de un magma, y es cuestión que ha preocupado mucho a los petrógrafos, la de explicarse la variedad de composición y estructura que en las referidas rocas se observa, por las variaciones que según las leyes químico-físicas ha debido experimentar el citado magma al solidificarse. Según mi distinguido compañero el Catedrático de Geología de la Universidad de Barcelona, Dr. San Miguel, que con

la competencia que tiene en estos asuntos, ha tratado de la formación de los magmas eruptivos (1), pueden referirse las distintas opiniones ideadas a dos teorías fundamentales: la de la *diferenciación* de un magma primitivo común, que por cambios importantes en sus condiciones físicas, ha originado una serie de magmas parciales de distinta composición química, los cuales, a su vez, habrían experimentado nuevas variaciones; y la teoría de las *mezclas*, de dos o más magmas primitivos independientes.

La teoría de la diferenciación ha sido sostenida principalmente por Rosenbusch, Brogger & J. H. L. Vogt y Schweig. El primero, en 1889, expresaba el fundamento de sus ideas petrogenéticas con las frases siguientes: «*Puede suponerse al magma primitivo, nacido en el interior de la tierra por progresiva oxidación de un núcleo compuesto de aleaciones metálicas; éste debemos representárnoslo homogéneo en un principio; pero los hechos conocidos, las rocas eruptivas materialmente tan distintas, nos sugieren la idea de que dicho magma primitivo se ha dividido en varios magmas parciales de composición diferente. Es de suponer que esto no se ha verificado sin sujeción a orden ni ley alguna, sino que tal división ha de estar determinada o influenciada, cuando menos, por las afinidades químicas. Así se explica que ciertos magmas sean imposibles y jamás se encontrarán rocas que los representen.*»

El año siguiente (1890) Brogger, como resultado del estudio de las rocas eruptivas de la región de Cristianía, expuso la hipótesis de que debían de existir en la corteza terrestre cavidades llenas de magma, llamadas *lacolitos*, en cuyo contenido se realizarían transformaciones químico-físicas con arreglo al principio o ley de Soret (2). Expresaba su idea diciendo: «De las relaciones químicas existentes entre las rocas de una provincia petrográfica, se deduce que proceden de un magma común encerrado en un

---

(1) Origen y formación de los magmas eruptivos. Discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona. Abril, de 1916.

(2) Si las partes de una disolución homogénea, se hallan sometidas a temperaturas diferentes, los elementos próximos al punto de saturación tienden a concentrarse en las partes más frías.

recipiente aislado y cuyo contenido es sencillamente una parte de la masa flúida que debe constituir el centro de la tierra. En la superficie fría de ese magma se reúnen primero las substancias pobres en  $SiO_2$  y serán las primeras que harán erupción; los materiales de las siguientes erupciones son siempre más ácidos, hasta que al final salen otra vez rocas básicas que corresponden a los minerales que primero cristalizaron y que se acumularon en el fondo, fundidos de nuevo.»

Los estudios de I. H. L. Vogt (1891 a 1900), tienden a explicar por las leyes físico-químicas el proceso de diferenciación magmática que ha debido dar origen a la formación de los filones metalíferos. La clasificación que de éstos hace en metales, sulfuros y óxidos, es la adoptada por el Dr. Beck al dividir el grupo primero de los yacimientos *singenéticos* a que antes nos hemos referido.

Aun temiendo abusar de vuestra atención, no puedo resistir al deseo de transcribir la conclusión de la notabilísima memoria publicada por M. Schweig (1) en 1903, pues páreceme ver en ella la clave para llegar al conocimiento completo del mecanismo formador de las rocas hipogénicas. «Me imagino, dice, la diferenciación como una sencilla cristalización producida por disminución de temperatura o por aumento de presión; si el magma no es viscoso o la solidificación se verifica rápidamente, se tendrá siempre una separación de los cristales, en el líquido madre, según su densidad; así que por este solo hecho ya se produce una diferenciación. Si la cristalización tiene lugar bajo alta presión, los cristales formados son inestables; es decir, que se disuelven o funden por disminución de la presión o por elevación de la temperatura y producen un magma diferente del magma madre. El proceso de diferenciación y el orden de cristalización no son tan sencillos como ordinariamente se indica, sino que se producen sobresaturaciones y por variación de la satu-

---

(1) Untersuchungen über die differentiation der Magmen. N. Jahrb. f. Min. Geol.

ración cambiarán las condiciones y el orden de cristalización; aquéllas serán siempre determinadas por la ley de las fases de Gibbs y un tema muy principal de la Petrogenia experimental será la aplicación de esta ley a los silicatos fundidos. Para esto pueden seguirse dos caminos: 1.º, continuar los trabajos de Vogt sobre la cristalización y de Lagorio sobre la composición de los cristales y la pasta vítrea, y 2.º, el estudio de las mezclas eutécticas. Para esto último se partirá de una mezcla de sílice y una base y después se añadirá más óxido hasta llegar a un silicato de la misma composición que un magma (roca) natural.»

La teoría de las mezclas fué ideada primeramente por Bunsen (1851) para explicar la formación de las rocas eruptivas de Islandia, las cuales creía procedentes de magmas resultantes de la mezcla en proporciones variables de dos magmas extremos independientes; uno ácido (normal traquítico) y otro básico (normal piroxénico).

Por sucesivas modificaciones de esta primitiva idea de Bunsen, llegó el ilustre petrógrafo francés A. Michel-Levy a admitir la existencia de dos magmas fundamentales (los únicos susceptibles, según él, de definición precisa y dotados de individualidad viviente): el magma *ferromagnésico* y el *alcalino*. «El contraste, dice, entre estos dos magmas, es grande; el ferromagnésico parece desempeñar el papel de escoria ígnea, mientras el alcalino es esencialmente móvil y susceptible de sutiles inyecciones entre las capas de la corteza terrestre; parece estar destinado a ser arrastrado por los disolventes y los mineralizadores».

No debo extenderme más en la exposición de esta importante teoría sustentada por los petrógrafos de la escuela francesa, por haber hecho ya el Sr. Gimeno brillantísimas referencias de la misma y porque también el profundizar en estas cuestiones petrogenéticas, sería seguramente salirme de la misión que me corresponde, convirtiendo en una disertación fundamental lo que sólo debe ser un breve discurso de contestación.

Termino, por tanto, como empecé, felicitando y agradeciendo, en nombre de la Academia, al nuevo compañero, la solicitud y brillantez con que ha correspondido a nuestro requerimiento y deseando que el Omnipotente le conceda numerosos años de actividad científica para seguir cooperando con nosotros por la cultura patria.

---