

# TEMA DEL DÍA

## EL GEÓLOGO ANDALUZ JOSÉ MACPHERSON (1839-1902) Y SUS APORTACIONES A LA ENSEÑANZA Y A LA INVESTIGACIÓN DE LAS CIENCIAS DE LA TIERRA

*Andalusian geologist José Macpherson (1839-1902) and their contributions to the Earth  
Science Research and Teaching*

*Leandro Sequeiros\* y Carlos Martín Escorza\*\**

### RESUMEN:

*José Macpherson (1839-1902), andaluz y gaditano, de padre escocés y geólogo aficionado, introdujo en España las técnicas más modernas para su tiempo de estudio de rocas y minerales así como las ideas más progresistas en geología global. Su amistad en Cádiz con Giner de los Ríos desde 1875, le llevó en Madrid a contactar con la Institución Libre de Enseñanza que adoptó muchas de sus ideas geológicas. El primer centenario del fallecimiento de Macpherson, ofrece una ocasión para honrar su memoria.*

### ABSTRACT:

*José Macpherson (1839-1902), andalusian born in Cádiz, with scottish father and amateur geologist, introduced in Spain the most advanced for the study of rocks and minerals techniques, just like the most advanced in Global Geology ideas. Their friendship in Cadiz with Giner de los Ríos from 1875, conduced him later in Madrid to contact with the Teaching Free Institution, which adopted many of his geological ideas. The Macpherson death first centennial offer the opportunity for memory honour.*

**Palabras clave:** José Macpherson, Historia de la Geología, España, siglo XIX, Mineralogía, ILE

**Keywords:** José Macpherson, History of Geology, Spain, XIX century, Mineralogy, ILE

## INTRODUCCIÓN

Este año 2002 conmemoramos el centenario del fallecimiento de José Macpherson y Hemas (Cádiz, 1839 – San Ildefonso de La Granja, 1902), de padre escocés y madre gaditana. Debido a las circunstancias personales, cuales fueron el gozar de una fortuna y de la libre disposición de su tiempo, y de las generales de la España de entonces, donde se estaba produciendo el doble fenómeno de modernización pero también de gran atraso en las disponibilidades de medios de investigación, él fue quien introdujo en nuestro país las técnicas más modernas en su tiempo para el estudio científico de las rocas y los minerales así como las ideas más avanzadas en tectónica. Aunque nunca cursó formalmente la “carrera” de geología siempre fue considerado como tal por sus contemporáneos en España y fuera de ella siendo miembro de la Sociedad Geológica de Francia, de la Sociedad Española de Historia Natural y de la Sociedad Geográfica de Madrid, así como de otras instituciones científicas.

Entre sus actividades educativas cabe destacar su colaboración con los profesores de la Institución Libre de Enseñanza pero, como en otros aspectos de su actividad, todos sus biógrafos señalan que fue en sus charlas, en sus paseos con sus amigos cuando se muestra su vocación de maestro y docente. En su ca-

sa – laboratorio, abierta siempre para todos ellos, les mostraba los resultados de sus experimentos o reflexiones, impulsando con ello entre aquel grupo de intelectuales la difusión de las ideas geológicas europeas. Grupo que era el incipiente conjunto de profesores, ingenieros e investigadores de diversas ramas de la ciencia que ya ocupaban o que luego ocuparían puestos relevantes en España.

¿Qué tuvo de excepcional este hombre para que sus amigos hiciesen a su muerte tan sentidas necrológicas y que ahora, cien años después, algunos le recordemos con verdadera admiración?. En palabras de uno de sus “mejores adictos y entrañables” amigos, Salvador Calderón (1902): “nada ofrece la vida de Macpherson de aparatoso y resonante”. En efecto, nada que poder destacar y animar a hacer releer su obra y su biografía. Sin embargo quienes le conocieron y aun pasado tanto tiempo quienes indagamos sobre él, recogieron y recogemos sólo el fruto de sus trabajos y el reconfortante sentimiento de la sencillez de un hombre amante de la naturaleza que dedicó su vida a tratar de conocerla y también a darla a conocer.

En este artículo se trata de recordar un aniversario y de recuperar para la memoria algunos de los aspectos humanos, científicos e intelectuales de José Macpherson que tuvieron relación con el desarrollo de la enseñanza de las Ciencias de la Tierra en España.

(\*) Facultad de Teología. Apartado 2002. 18080 Granada. E-mail: lsequeiros@probesi.org

(\*\*) Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. José Gutiérrez Abascal. 2. 28006 Madrid. escorza@mmcn.csic.es

## SU APRENDIZAJE Y FORMACIÓN

Hizo sus primeros estudios en Gibraltar, pero no lo fueron según las normas generales ya que la posición económica y el cultivo a la libertad de los Macpherson le permitió seleccionar profesores y asignaturas del abanico de posibilidades disponibles. Según Calderón (1902), estudió así Matemáticas, Física y Química. Especialmente debió sentir afición por la última, pues en su juventud se desplazó a París para, asimismo según su criterio (Sequeiros, 2002), seleccionar los cursos de los profesores que creyó oportuno. Así, por ejemplo, para ampliar sus conocimientos sobre Química y Mineralogía se “matriculó” en las clases de uno de los mejores expertos de la época: Félix Pisani. Éste había nacido en Constantinopla en 1831. Fue químico y mineralogista y escribió, entre otros, un *Tratado elemental de Mineralogía* (París, 1875), *Tratado práctico de análisis químico cualitativo y cuantitativo* (París, 1880) y *La química de laboratorio* (1882). Sus amplios conocimientos en química aplicada a la geología fueron el acicate para que Macpherson profundizase en la geoquímica y la petrología, “llegando a adquirir notable destreza en el reconocimiento de las especies minerales” (Calderón, 1902:581). También en Francia realizó excursiones geológicas con los grandes geólogos franceses Daubrée y Meunier (*op. cit.*).

El primero de estos, Gabriel-Auguste Daubrée, nació en Metz en 1814. Entusiasta desde su niñez por las ciencias naturales, inicia sus estudios en la Politécnica de París y en 1834 pasa a la Escuela de Minas, en la que se gradúa en 1837. Realizó su tesis doctoral sobre *Los fenómenos geológicos más importantes que aparecen en relación con el calor propio de la Tierra*. Desde 1838 fue encargado de curso de mineralogía y de geología en la Facultad de Ciencias de Estrasburgo. Pero sus clases están fundamentadas en sus observaciones geológicas en Alemania, Suecia, Noruega e Italia sin olvidar muchas regiones de Francia. En 1849 centra su atención en el Bajo Rhin, del que publica el mapa geológico. Más tarde dedicará su interés al estudio de las aguas subterráneas y a los fenómenos volcánicos relacionados con ellas. Tal vez, una de las ideas que más pudo influir en la formación de Macpherson fueron sus estudios sobre geología experimental y sobre el metamorfismo de las rocas, conceptos que ya apuntaban en Marcel Bertrand (1847-1907), y a los que nos referiremos más adelante.

En 1861, Daubrée fue nombrado miembro de la Academia de Ciencias de París y posteriormente ocupó la plaza de profesor de geología en el Museo de Historia Natural y profesor de mineralogía en la Escuela de Minas. Son los años en que su fama como geólogo se extendió por Europa recibiendo numerosas distinciones honoríficas por sus valores científicos. Entre ellas, fue Presidente de la Sociedad Geológica de Francia. Cuando el emperador de Brasil quiso fundar una escuela de Minas en Ouro-Preto acudió a él en demanda de consejo en 1876. Se jubiló en 1884 y falleció en París en 1896. La lis-

ta de sus trabajos es extensa. Su obra fundamental apareció en 1879, y lleva por título *Estudios sintéticos de Geología experimental*, resumen de todos sus estudios anteriores.

El segundo de estos maestros de Macpherson fue Stanislas Meunier. Éste nació en París en 1843 y era hijo de un conocido vulgarizador científico francés, Amadeo Meunier. Después de haber realizado sólidos estudios en Ciencias en París, fue nombrado a los veinte años ayudante de Frèmy, profesor de química de la Escuela Politécnica de París. En 1867 pasó a ser ayudante naturalista de geología del Museo de Historia Natural. Y en 1892, profesor de Geología del mismo Museo, cargo en el que sucedió a su antiguo jefe, Daubrée. Fue también vicepresidente de la Sociedad Geológica de Francia. Fue el organizador de muchas expediciones científicas de carácter geológico. Publicó numerosos trabajos, como *Estudio descriptivo de los meteoritos* (1867), *Litología terrestre y comparada* (1869) y *Las causas actuales en Geología* (1879). Falleció en París en 1925.

Según cita Rodríguez Mourelo (1902) sobre nuestro autor debieron influir notablemente las investigaciones experimentales que sobre los fenómenos naturales había realizado el irlandés John Tyn-dall (1820-1893), quien es conocido sobre todo por sus estudios sobre los glaciares de los Alpes, y con quien quizá recorriera los Alpes durante una “larga estancia” en Suiza (Alastrué, 1968).

Otros contactos y enseñanzas que recibió fueron de los paleontólogos Herbert, Bayan, Etheridge y con los geólogos Delanoue, Warrington Smith y, sobre todo, Collomb. Posiblemente, el contacto con el francés Eduard Collomb (1796-1875), en sus excursiones por los Alpes, debió serle muy provechoso. Collomb trabajó durante muchos años en España al servicio del Mapa Geológico y publicó numerosos trabajos a mediados del siglo XIX (Sequeiros, 1989). No hay duda de que en las jornadas de campo intercambiarían datos sobre la geología española comparada con la los Alpes. Ignoramos las razones por las que Macpherson acudió a estos y no a otros geólogos, químicos y mineralogistas de su época. Pero sí debió acudir a aquellos que impartían una formación práctica tanto en el laboratorio como en el campo. Este deseo de aprender a “leer” las rocas como archivo donde se contiene la larga historia de la Tierra debió guiar el esfuerzo intelectual de Macpherson.

El mismo Macpherson reconoce que fue la lectura atenta y crítica de las obras de algunos geólogos y físicos contemporáneos suyos, como Robert Mallet, Charles Lyell y Eduard Suess la que le cambió su modo de entender la dinámica del globo terrestre. El primero de ellos, el irlandés Robert Mallet (1810-1881) publicó varios tratados sobre terremotos y vulcanismo con especial insistencia en sus implicaciones tectónicas. También conocía la obra de Charles Lyell (1797-1875), autor de los famosos *Principles of Geology* (1830-1833) y fundador de la moderna geología (Sequeiros, et al., 1997). Finalmente, el austríaco Eduard Suess (1831-1914) es el

autor de *Das Antlitz der Erde (La faz de la Tierra)* (1883), y su lectura influyó poderosamente en la síntesis geológica de Macpherson de modo que intercambió con él diversas cartas. Ellos fueron quienes pusieron orden en la maraña de datos e intuiciones que rondaban su mente.

Como escribe su biógrafo Calderón, “su vocación se fijó definitivamente en la hermosa y peregrina ciencia de las transformaciones que el globo ha experimentado en el transcurso de los tiempos” (Calderón, 1902:581-582). Con todas estas enseñanzas, y con lo que ya debía conocer del sur de Andalucía, publica el *Bosquejo Geológico de la provincia de Cádiz* en 1872, su primera obra geológica regional, seguida sólo un año después por la *Memoria sobre la estructura de la Serranía de Ronda*, dos obras esenciales para conocer el pensamiento transformista y tectonicista de Macpherson.

### SU LABOR DOCENTE

Como aquí ya se ha dicho Macpherson ni tuvo títulos académicos ni fue profesor oficial de ningún centro. Sin embargo, sus biógrafos más allegados nos han dejado una información muy amplia acerca de su especial aptitud hacia su labor docente que merece la pena resaltar. Y lo haremos a través de dos apartados: el de las publicaciones y el de la docencia en su casa – laboratorio.

### Las publicaciones didácticas de Macpherson

Entusiasmado con la química mineral, Macpherson publicó en Cádiz en 1870, el *Método para determinar minerales*. En él se describe como con la utilización de una serie de objetos para realizar los análisis (soplete con punta de platino, pinzas con puntas de platino, etc.) y de un conjunto de reactivos que se han de emplear (ácido nítrico, potasa cáustica, carbonato de sosa, etc.) se puede determinar un mineral de forma sistemática. Macpherson para ello ordena la información de manera que conforme se va obteniendo información se va recorriendo una estructura arborescente en cuyos nodos se hayan bifurcaciones para las cuales la decisión sobre cual de ellas tomar viene en función de las propiedades que se hallen al someter el mineral problema a las pruebas que describe. Pudiéndose con ello llegar a discriminar hasta un total de 205 elementos minerales.

El método tiene una jerarquización en la decisión que es de diseño conceptual muy moderno, y refleja el haber sido elaborado concienzudamente por parte de su autor, por todo lo cual se muestra eficaz y didáctico; y así parece que se entendió en la época pues tuvo un destacado éxito editorial. Es también, por consecuencia, un libro de difícil adquisición actual. En las bibliotecas del CSIC sólo hay registrado el ejemplar que posee el MNCN (Museo Nacional de Ciencias Naturales), el cual está sin cubiertas, y que debió pertenecer a Francisco Quiroga pues en la portada hay una firma manuscrita con su nombre.

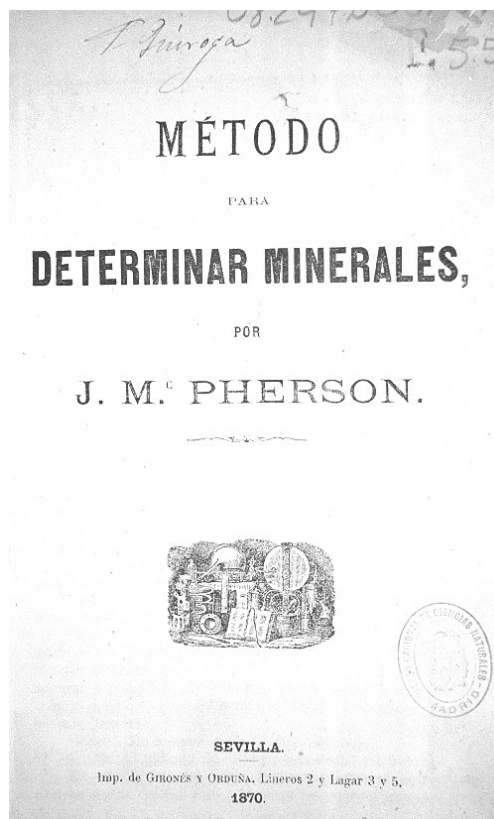


Fig. 1.- El primer trabajo que hizo Macpherson fue un libro dedicado a enseñar la identificación de minerales a través del empleo de nuevas técnicas. Aquí se reproduce al portada del ejemplar que se encuentra en el Museo nacional de Ciencias naturales. En ella llaman la atención dos anécdotas: a).- el ejemplar está firmado (como ex libris) por Francisco Quiroga, amigo de Macpherson. b).- el nombre del autor no está transliterado al castellano, tal como lo hará años después en todas sus publicaciones.

Desde este primer trabajo hasta 1901 Macpherson publicó medio centenar de artículos en distintas revistas científicas. Sin duda en este tipo de trabajos hay una carga de contribución didáctica, pero no la consideraremos aquí pues esos escritos se elaboraron principalmente para hacer públicas nuevas observaciones, teorías, etc.

Las noticias sobre los aspectos biográficos de Macpherson son escasas. Se conocen sólo algunos detalles a través de las anotaciones que nos han dejado sus amigos en las necrológicas que publicaron con motivo de su fallecimiento. En ellas recogen actividades didácticas tales como experiencias que realizó sobre diferentes aspectos y que luego comentaba o compartía con sus amigos transmitiéndoles sus deducciones. Algunas de ellas bien podrían pasar a formar parte de los actuales manuales de prácticas a desarrollar por profesores con grupos de escolares.

Por ejemplo, la que refiere Rodríguez Mourelle (1902, p: 351) en relación a la gran explosión del volcán Krakatoa ocurrida el 26 de agosto de 1883. Recor-

demos que esta erupción se produjo en el archipiélago indonésico con una detonación equivalente a 200 megatonnes dando lugar a un tsunami con olas de hasta 40 m que causó la muerte a más de 36.000 personas de los bordes del mar de las islas de Java y Sumatra; además llevó hasta alturas de hasta 25 km un volumen de cenizas que se estima entre 10 y 100 km<sup>3</sup>. Pues bien, a los pocos días de dicho suceso y estando Macpherson en su casa de verano de San Ildefonso de La Granja (Segovia), se produjo allí otro, nada dramático pero sí algo llamativo, fenómeno cual fue el hecho de caer una copiosa nevada en la Sierra de Guadarrama. Macpherson rápidamente se puso a recoger gran cantidad de nieve “antes de que llegara al suelo” y después la evaporó lentamente, obteniendo así un residuo. Examinado bajo el microscopio ese residuo se evidenciaba que en su contenido había partículas de origen volcánico, provenientes sin duda de la erupción del Krakatoa. Como así en efecto sucedió y se pudo corroborar en toda Europa, y es que el gran volumen de partículas lanzado a la atmósfera se extendió por todo el globo, lo cual explicaba los llamativos atardeceres rojizos que durante meses después de la erupción se vieron en todo el mundo, así como el descenso generalizado de las temperaturas que se manifestó durante algunos años después del fenómeno.

Cuando cuenta sesenta y dos años de edad, y después de haber visto y conocido tan diversos lugares de interés geológico y observado las rocas bajo el microscopio, en afloramientos y visto ya su distribución en mapas geológicos a niveles regionales y nacionales, es cuando Macpherson se decide a escribir un libro de Geología (Macpherson, 1901).

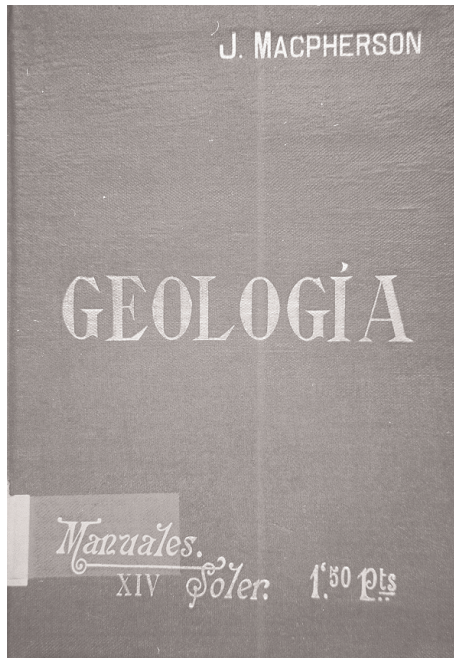


Fig. 2.- Ya con más de sesenta años Macpherson publica su última obra, y como la primera, también dedicada exclusivamente a la enseñanza de las cuestiones de las ciencias de la Tierra. Aquí se reproduce la portada del ejemplar que conserva el museo Nacional de Ciencias Naturales.

Es un libro de dimensiones reducidas (11 x 16 cm) en el cual su autor inserta algunas fotografías microscópicas realizadas por él mismo y que son una buena prueba, por su calidad, de la perfección que había llegado a alcanzar en el manejo de ambas técnicas.

En el libro se recogen sintética y también de forma amena, los grandes temas de la Geología, desde la situación del planeta en el Universo, los fenómenos dinámicos, de glaciología e hidrología, hasta acabar con un capítulo de geología histórica dedicado prácticamente a explicar la evolución geológica de la península Ibérica.

### Su casa-estudio y laboratorio en Madrid

Desde 1874 y durante un tiempo Macpherson estuvo construyendo su futuro domicilio en Madrid a donde había decidido trasladarse. Provisto con una desahogada economía personal, se permitió seleccionar el lugar y el diseño de su nueva casa, en el Paseo de la Castellana cercana al que poco después sería Museo de Ciencias Naturales, y con una terraza desde la cual podía divisar las cumbres de la Sierra de Guadarrama. Allí mantuvo y acumuló todo lo necesario para desarrollar sus aficiones y estudios, de tal manera que más que una casa era “una verdadera institución geológica llena de libros, mapas, ejemplares e instrumentos que adquiría de continuo” (Calderón, 1902).

Pues bien, es por medio de todos esos medios a través de los que Macpherson nos muestra su actividad docente más directa, en contacto con las personas, pues como sigue el relato de Calderón, todo ello “y generosamente lo ponía a disposición de todos los amigos que con él comulgaban en estudios y aficiones”. ¿Qué amigos fueron esos?. Pues el mismo Calderón nos responde citando sólo a los que en 1902 ya habían fallecido “Vilanova, Fernández de Castro, Botella, Quiroga”; a éstos habría que añadir los nombres de Calderón, Hernández-Pacheco, Orueta, Arcimis, y otros.

La casa laboratorio puede ser imaginada a través de las palabras de Eduardo Hernández-Pacheco, que la utilizó con asiduidad y que, todavía en 1927, recordaba con detalle: “con biblioteca bien surtida de obras especializadas, mapas y las revistas más importantes de Geología”, y al lado “el pequeño gabinete de trabajo, con luz adecuada para la observación microscópica”, y además el laboratorio fotográfico y el taller de petrología”. En una pequeña construcción en el jardín “las colecciones mineralógicas, litológicas y paleontológicas”. En ese “verdadero laboratorio geológico” fue donde Eduardo Hernández-Pacheco pudo realizar su Tesis Doctoral cuando por orden ministerial fueron cerrados los locales del Museo, entonces en la calle de Alcalá.

Hay veces en que uno no parece encontrar mejores palabras que las ya escritas para describir un hecho, y este es el caso para manifestar la disposición docente de Macpherson, para lo cual no habrá sin duda mejores expresiones que las utilizadas por el





Fig. 3.- Autoretrato de Macpherson en su casa – laboratorio de Madrid, rodeado de libros, atlas y objetos varios. (Foto tomada de Calderón, 1902).

mismo Eduardo Hernández-Pacheco, dichas además con el reconocimientos de alguien que ya ocupaba la Cátedra de la Universidad de Madrid y habiendo transcurrido veinticinco años de la muerte de aquel:

“Las dudas de geólogo incipiente, que no eran pocas, me las resolvía generalmente escuchando bondadosamente y con atención; buscaba después uno o varios libros en la biblioteca, y señalando o no las páginas adecuadas a la consulta, me los entregaba para que por mí mismo saliese del atasco. En otras ocasiones, una atinada observación que me hacía era la rayo de luz que me orientaba y me guiaba”.

Y ya sin más comentario dejamos a la reflexión la que es la más fervorosa expresión de lo que en docencia fue Macpherson:

“Era en suma, excelente maestro, con el que se aprendía lo que principalmente hace falta aprender: a saber estudiar e investigar y obtener el mayor fruto del esfuerzo personal” (Hernández-Pacheco, 1927, p: 81).

Conviene decir que todo este equipo y material científico parece ser que fue destruido prácticamente en su totalidad durante la Guerra Civil española (1936-1939) (Alastrué, 1968). Hoy sólo se conserva su microscopio (gracias al celo ejemplar de J. M. Ontañón), como objeto macphersoniano digno del mayor cuidado en el Laboratorio de Geología de la Fundación Giner de los Ríos, en Madrid (Martín Escorza, 1984).

## EL CONTEXTO CIENTÍFICO: LOS AVANCES DE LA GEOLOGÍA EUROPEA QUE CONOCIÓ JOSÉ MACPHERSON

¿Cómo situar la obra de José Macpherson en el contexto de las Ciencias de la Tierra en Europa? No es sencillo poder encontrar una línea clara que exprese la definición del paradigma geológico en el siglo XIX. Pero no hay duda de que los avances en física y química, así como el desarrollo industrial de esta época que necesitó de bases cartográficas para la exploración de los yacimientos minerales y de los combustibles no renovables, hicieron avanzar mucho la geología en este período. La física y la química aportaron nuevas técnicas de estudio de la materia mineral. Desde este punto de vista, el siglo XIX fue el siglo del desarrollo científico de la Cristalografía, la Mineralogía, la Petrografía, la Petrogénesis y la Geoquímica. Las exigencias del estudio de los yacimientos minerales y su explotación minera dieron lugar a la expansión de la Estratigrafía, la Cartografía geológica, la Paleontología y, sobre todo, la Tectónica gracias al gran geólogo Eduard Suess (1831-1914). La consideración de unos procesos geológicos globales hicieron posible los primeros intentos de una Geología Histórica más científica y más alejada de los viejos catastrofismos de principio de siglo (Mallada, 1897; Vermet, 1975; Furon, 1988).

### Las ciencias de la materia mineral a mediados del siglo XIX

En las universidades y Escuelas de Minas del siglo XIX, emergen lentamente las diversas disciplinas científicas que se dedican al estudio de los diversos aspectos de la materia mineral en el contexto de los movimientos de cordilleras y continentes. Este va a ser el marco del desarrollo de los estudios geológicos y de los intereses científicos de José Macpherson.

Los historiadores de la geología coinciden en afirmar que la Cristalografía como ciencia que estudia la materia mineral cristalizada nace con Romé de l'Isle (1736-1790). Pero hace poco más de dos siglos, en 1801, vio la luz el *Traité de Minéralogie* del abate René-Just Haüy (1743-1822) (Amorós, 1978) que tuvo una gran influencia sobre las investigaciones de los cristalógrafos de principio del siglo XIX. El estudio de la estructura cristalina de los minerales tiene a Auguste Bravais (1811-1863) como uno de sus adalides principales. Bravais muestra que “el fenómeno de la exfoliación y el de la aparición más o menos frecuente de tales o cuales caras están íntimamente relacionados con la *densidad del tejido reticular de las caras*”. Esta *ley de Bravais* ha resultado extraordinariamente fecunda puesto que permite explicar leyes que relacionan las propiedades físicas de los cristales con sus propiedades geométricas (Orcel, 1988; Sequeiros, 2002).

Durante el siglo XIX, la escuela francesa de mineralogía heredera de las ideas de Bravais, desarrolló en gran manera el estudio de las propiedades físi-

cas y químicas de los minerales tal como se desprendía de su estructura cristalográfica (Sequeiros, 2002). De un modo especial se elaboró el conocimiento de las relaciones íntimas que existen entre la simetría de los cristales y sus propiedades ópticas. Estos avances se deben especialmente a Étienne Luis Malus (1775-1812), que descubrió la *polarización por reflexión*. A este le siguen François Arago (1786-1853) y el escocés David Brewster (1781-1868) que descubrieron independientemente el uno del otro, la *polarización cromática* de las láminas delgadas cristalinas, dando así a la Mineralogía un sensible método de registro de la birrefringencia. Por su parte, J.B. Biot (1784-1826) y Brewster examinaron las propiedades ópticas de numerosos cristales. Biot estableció las distinciones entre los cristales de uno o dos ejes, positivos y negativos. Brewster y William Hyde Wollaston (1766-1828) descubrieron las *figuras de interferencia* que permiten caracterizar fácilmente esas distinciones. Por otra parte, las investigaciones sobre la composición química de los minerales se desarrollaron con gran celeridad durante el siglo XIX, en relación con el estudio de las combinaciones químicas y la determinación de sus fórmulas atómicas.

Pero en el siglo XIX se inicia la aplicación de una nueva técnica óptica que suministró resultados sorprendentes en sus aplicaciones. Se trataba de la observación al microscopio de láminas delgadas de objetos opacos. Estas láminas delgadas de rocas y minerales habían sido ya talladas en 1827 por William Nicol (1768-1851).

Un acontecimiento técnico revolucionó el mundo del estudio de los minerales y por extensión de las rocas: hacia la mitad del siglo XIX, Henry C. Sorby (1826-1908) aplica la técnica de la microscopía óptica a los minerales de las rocas. Hablaremos de él más adelante al tratar de la petrología. El verdadero propagador en Francia de los métodos ópticos aplicados a los minerales fue el mineralogista francés Alfred Louis Oliver Legrand Des Cloiseaux (1817-1897). Sus pacientes determinaciones, realizadas sobre secciones gruesas de orientación conocida, permitieron emprender y desarrollar de modo fructífero el estudio de rocas en secciones delgadas de orientación cualquiera. Éste perfeccionó los microscopios de d'Amici y Nörrenberg, muy primitivos e incómodos todavía, y examinó las propiedades ópticas de 468 minerales o sales.

Otra de las propiedades química estudiadas en el siglo XIX y que influyeron en el desarrollo de la moderna mineralogía es la del *isomorfismo*. El mérito esencial del descubrimiento de *isomorfismo* y del *polimorfismo* mineral se debe a Eilhard Mitscherlich (1794-1863). En Estocolmo, usando diversos cristales artificiales, descubre el *polimorfismo*, desvelando el misterio de aquellos compuestos que responden a la misma fórmula química pero que cristalizan en distintas formas. Este descubrimiento, en manos del eminente Gustav Tschermak (1836-1927), constituyó una herramienta conceptual poderosa para el conocimiento mineralógico, particularmente en el de los feldespatos del grupo de las plagioclasas. Éstas formaban una serie continua de cristales mixtos, de-

bido a la mezcla de dos términos extremos (la albita y la anortita) isomorfos. Esta concepción fue precisa para el estudio de las rocas cristalinas, puesto que los minerales de esta serie constituyen, aproximadamente, el 40% de la corteza terrestre.

Un personaje de gran importancia es M. H. Klaproth (1743-1817) que puede considerarse como fundador del análisis mineral cuantitativo. Numerosos químicos y mineralogistas siguieron sus pasos, entre ellos el ya citado Félix Pisani, uno de los primeros maestros de José Macpherson en París. Todas estas investigaciones pusieron las bases de la moderna *Geoquímica*, cuyo nombre no fue utilizado hasta comienzos del siglo XX. En el siglo XIX ya se inicia el desarrollo de algunos métodos de análisis cualitativo rápido, muy adecuados para cubrir las necesidades de los mineralogistas y del prospector de yacimientos. Los datos aportados por Mallada (1897) muestran que en España estas disciplinas tenían muy escaso desarrollo.

## LOS NUEVOS ESTUDIOS DE PETROLOGÍA A MEDIADOS DEL SIGLO XIX

A mediados del siglo XIX la química de los minerales es uno de los temas "punteros" de investigación geológica en Europa y en los que destaca Macpherson en su laboratorio. La exactitud de los análisis químicos de tipo cuantitativo llevó a Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) a proponer la necesidad de clasificar los minerales por su composición química. A mediados de siglo, Christian Schönbein (1799-1868) crea la palabra "geoquímica", especialidad que cultivan más tarde Elie de Beaumont (1798-1874), de la Béche (1796-1855), primer director del Servicio Geológico de Gran Bretaña, Karl Gustav Bischof (1792-1870) y que culminan en este siglo con Clarke, Washington y Goldschmidt. Durante el siglo XIX la mineralogía y la petrología seguían el curso que Häüy les había impreso.

El verdadero fundador de la *Petrología* moderna (que no sólo pretende describir las rocas sino estudiar científicamente su origen y transformaciones) fue Henry Clifton Sorby (1826-1908) al que se aludió más arriba. Sorby desarrolló un método de aplicación de un microscopio de polarización no sólo a fragmentos de minerales sino también a muestras muy delgadas y pulidas de rocas. En 1849 preparó la primera sección de roca para el estudio al microscopio de minerales y rocas. En 1858, Sorby da a conocer sus investigaciones en su famoso trabajo *Sobre la estructura microscópica de los minerales* que tuvo gran difusión. Estos estudios convencieron a la comunidad científica de los geólogos de mediados del siglo XIX de las insospechadas posibilidades de estas técnicas de observación y análisis. Estas técnicas fueron empleadas por Gerhard von Rath (1830-1888) en 1860; a partir de 1870, fueron desarrolladas independientemente por la escuela alemana (como Ferdinand Zirkel, en 1870) y por la escuela francesa (como Alfred Des Cloiseaux, Ernest Mallard, Ferdinand Fouqué, Auguste Michel-Lévy y Alfred Lacroix, entre otros).

Se inicia así con éstos la petrografía microscópica que llega a España de la mano de José Macpherson. Es significativo que ese mismo año, 1870, es el de la publicación del primero de los trabajos de José Macpherson (Martín Escorza, 1984, 1986): *Método para determinar minerales*, antes de volver a París para estudiar con Daubrée y Meunier.

## LA GEOLOGÍA DE GRANDES ESTRUCTURAS: EL METAMORFISMO DE LAS ROCAS Y LA GEOLOGÍA “EXPERIMENTAL”

Uno de los problemas pendientes de la geología de la segunda mitad del siglo XIX era la investigación sobre el papel del agua y del fuego, así como de la presión interior de la Tierra en las transformaciones de la corteza terrestre. Desde el final del siglo XVIII se conocían rocas que podían tener un origen doble: del agua y el fuego. El mismo Werner reconoció que se trataba de rocas de *transición*. Hutton las interpretó como rocas resultantes de la transformación bajo la acción del calor (Hallam, 1985; Furon, 1988; Pelayo, 1991).

La moderna noción de *metamorfismo*, es decir, de la transformación de las rocas sedimentarias o ígneas posterior a su consolidación debido al calor y la presión, apareció con posterioridad a Lyell. En Francia, las observaciones de Bronchant de Villiers, Leonce Élie de Beaumont (1798-1874) y Armand Dufrénoy (1792-1857) en los Alpes y en los Pirineos a mediados de siglo, confirmaron las hipótesis sobre el metamorfismo, imponiendo además la incorporación del agua en los procesos.

La explicación de los procesos de formación de las rocas llevó al desarrollo de incipientes técnicas “experimentales”. Éstas pretendían reproducir en el laboratorio los procesos de formación de minerales y rocas. Citaremos entre las síntesis más logradas la reproducción del mármol a partir de la caliza (James Hall, 1801); la síntesis del cuarzo, los carbonatos, los sulfuros y los feldespatos por la acción del agua pura o débilmente cargada de carbonatos alcalinos a alta presión (realizados por Sénarmont y Daubrée); la síntesis de la casiterita y del rutilo por la acción del vapor de agua sobre un cloruro o un fluoruro (realizada también por el maestro de Macpherson, Auguste Daubrée). Pero pronto se detectaron las limitaciones de estas técnicas. Los experimentos de Fouqué y Michel-Lévy entre 1878 y 1881 (conocidos por Macpherson) mostraron la imposibilidad de reproducir por fusión puramente ígnea las rocas con cuarzo, como el granito.

En el último tercio de siglo XIX, los conocimientos de petrología potencian en Europa la investigación sobre las cordilleras y de las estructuras montañosas de decenas de kilómetros. Contribuyeron a mejorar este tipo de estudios los geólogos Constant Prévost (1787-1856), los estadounidenses James Hall (1811-1898) y James Dana (1813-1895), autor del concepto de geosinclinal, Grove Gilbert (1843-1918), que aclara puntos sobre “orogénesis” y “epirogénesis”, y Clarence Dutton (1841-1912), recordado por sus ideas sobre la “isostasia”, concepto

que ya había esbozado George Airy (1801-1892) (Pelayo, 1991; Sequeiros, 2002).

Las teorías orogénicas referentes a los empujes verticales habían sido propuestas por Alexander von Humboldt y Leopold von Buch. Otros autores, como Robert de Mallet (1810-1881) acudían a hipótesis relacionadas con el enfriamiento, contracción y arrugamiento de la superficie de la Tierra. Un paso importante en la construcción del paradigma moderno de la geodinámica se da hacia 1829. Ese año, Leonce Elie de Beaumont da a conocer una obra importante: *Investigaciones acerca de algunas revoluciones de la superficie del Globo*, en la que, aparte de considerar la estructura de las cadenas montañosas, llama la atención sobre la edad relativa de los diversos movimientos de la corteza terrestre (Pelayo, 1991). Sus teorías, a pesar de que se sustentan sobre falsos conceptos en algunos aspectos, tuvieron gran influencia.

Pero el mérito de la presentación de una amplia síntesis geológica, de un gran paradigma, corresponde a Eduard Suess (1831-1914). Suess había enseñado Paleontología y Geología en la Universidad de Viena, en Austria. Sabemos que mantuvo correspondencia con Macpherson (Martín Escorza, 1984). En 1878, Suess emprendió la redacción de su obra más conocida: *Das Antlitz der Erde* (La Faz de la Tierra), cuyo primer volumen apareció en 1883 y el tercero en 1909. Suess se interesó por los movimientos actuales de la corteza terrestre. Para él, los accidentes de la corteza terrestre se debían a que, mientras el núcleo interno se contraía, se condensaba y, en consecuencia, disminuía de volumen a causa del enfriamiento del planeta, la corteza se mantenía en equilibrio de temperatura por hallarse bajo la doble influencia del núcleo interno y del calor del sol. Las teorías orogénicas de Suess tuvieron gran aceptación en España entre los naturalistas vinculados a la Institución Libre de Enseñanza (Pelayo, 1991; Ordóñez, 1992). Tanto José Macpherson como Francisco Quiroga (1853-1894) y Salvador Calderón (1851-1911) estaban muy interesados en investigar las causas que habían determinado el relieve actual de la corteza terrestre mediante el estudio comparado de las estructuras de sus accidentes orográficos.

## CONCLUSIONES

El geólogo gaditano José Macpherson nunca consiguió un título universitario. Nunca impartió su saber geológico en una universidad ni en un centro académico formalizado. Pero fue un “maestro” en el sentido clásico de la palabra que colaboró a la introducción en España de las técnicas de análisis de laboratorio y de microscopio petrográfico más avanzadas en la Europa del último tercio del siglo XIX. En su casa-estudio y laboratorio del Paseo de la Castellana desarrolló una ingente labor en solitario y también acompañó a Eduardo Hernández Pacheco, a Salvador Calderón y a Francisco Quiroga en sus investigaciones geológicas. Pero también aportó su saber y su visión de la geología y su didáctica a los programas educativos de la Institución Libre de En-

señanza incorporando las nuevas técnicas aprendidas en París y los saberes de geología global asimilados en los viajes por los Alpes. Desde esta perspectiva, Macpherson puede ser considerado como un verdadero geólogo y maestro de maestros en la enseñanza de las ciencias de la tierra. Los alumnos y alumnas de Secundaria y Universidad encontrarán en él el testimonio de un hombre poseído por el entusiasmo por el conocimiento geológico.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alastrue, E. (1968). La personalidad y la obra de Macpherson (1839-1902). *Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Discursos*. 44 páginas.
- Amorós, J.L. (1978) *La gran aventura del cristal. Naturaleza y evolución de la ciencia de los cristales*. Universidad Complutense, Madrid, 327 pág.
- Calderón, S. (1902). Don José Macpherson. Estudio biográfico crítico ilustrado con reproducciones de fotografías científicas de Macpherson. *Nuestro Tiempo*, Madrid, 23, 8 páginas.
- Furon, R. (1988) La Geología en el siglo XIX. En: J. Taton, edit., *Historia General de las Ciencias*. Orbis, Barcelona, tomo 9, 417-440.
- Hallam, A. (1985) *Grandes controversias geológicas*. Editorial Labor, Barcelona, 180 pág.
- Hernández- Pacheco, E. (1927). El geólogo gaditano José Macpherson y su influjo en la ciencia española. *Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Congreso de Cádiz*, Madrid, sección 4, 75-92.
- Macpherson, J. (1901). *Geología*. Colección Manuales. Madrid.
- Mallada, L. (1897) *Los progresos de la Geología en España durante el siglo XIX*. Discursos leídos ante la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales en la recepción pública del Sr. D. Lucas Mallada y Pueyo (29 de junio de 1897). Imprenta L. Aguado, Madrid, 1-66.
- Martín Escorza, C. (1984). El geólogo José Macpherson. *Tierra y Tecnología*. ICOG, Madrid, 7, 66-70.
- Martín Escorza, C. (1986). Vida, obra y cátedra del español José Macpherson. *El geólogo*, ICOG, Madrid, año IV, n1 20, páginas 14-15.
- Martín Escorza, C. (1994a). Francisco Quiroga y la exploración del Tiris (Sáhara occidental). *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, Madrid, 19, 18-32.
- Martín Escorza, C. (1994b). El geólogo José Macpherson. *Tierra y Tecnología*. ICOG, Madrid, 7, 66-70.
- Martín Escorza, C. (2001) Vida y obra de José Macpherson y Hemas (Cádiz, 1839-La Granja, 1902). *Boletín de la Comisión de Historia de la Geología de España*, SGE, 16, 3-7.
- Orcel, J. (1988) Las Ciencias Mineralógicas en el siglo XIX. En: J. Taton, edit., *Historia General de las Ciencias*. Orbis, Barcelona, tomo 9, 387-416.
- Ordóñez, S. (1992) *El nacimiento de las Ciencias Geológicas en España. Un puente tendido entre Europa y Madrid*. Ayuntamiento de Madrid, Área de Cultura, 45 pág.
- Pelayo, F. (1991) Las teorías geológicas y paleontológicas durante el siglo XIX. *Historia de la Ciencia y de la Técnica AKAL*. Edic. Akal, Madrid, n1 40, 1-55.
- Rodríguez Mourelo, J. (1902) Don José Macpherson: noticia necrológica. *Boletín de la Sociedad Española de Historia Natural*. Madrid, tomo II, 312-356.
- Sequeiros, L., Pedrinaci, E., Berjillos, P. y García de la Torre, E. (1997) El bicentenario de Charles Lyell (1797-1875): consideraciones didácticas para Educación Secundaria. *Enseñ. Ciencias de la Tierra, AEPECT*, 5.1, 21-31.
- Sequeiros, L. (1989) La Paleontología española en el siglo XIX. *Llull*, 12 (22), 151-180.
- Sequeiros, L. (2002) José Macpherson en el contexto de la geología europea en la segunda mitad del siglo XIX. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, Madrid (en prensa).
- Vernet, J. (1975) *Historia de la Ciencia española*. Instituto de España, Madrid, 312. ■