

# **Rocas, minerales y fósiles: las colecciones geológicas de museos públicos**

## **Rocks, minerals and fossils: the geological collections of public museums**

**Rafael Pablo Lozano y Silvia Menéndez**

*Museo Geominero. Instituto Geológico y Minero de España*

*Ríos Rosas, 23, 28003, Madrid*

*r.lozano@igme.es; s.menendez@igme.es*

**PALABRAS CLAVE: Museos geológicos, Patrimonio geológico mueble, Conservación, Documentación, Investigación de colecciones geológicas**

**KEY WORDS: Geological museums, Geological heritage movable, Conservation, documentation, Research of geological collections**

### RESUMEN

Las colecciones geológicas conservadas en museos públicos están formadas por rocas, minerales y fósiles e incluyen también elementos geológicos modificados por el hombre y productos antrópicos relacionados con la geología. Las instituciones que conservan estas colecciones son museos de Ciencias Naturales (colecciones geológicas y biológicas) o museos temáticos (colecciones geológicas). En España existen varios museos públicos de Ciencias Naturales, tanto de carácter nacional como provincial o municipal, aunque los más numerosos son los museos temáticos dedicados sólo a colecciones geológicas o a sectores más concretos de esta ciencia como la paleontología, la mineralogía y la petrología. La mayoría de las universidades españolas vinculadas con la geología incorporan en sus instalaciones museos temáticos orientados a la enseñanza. Las funciones que desarrollan los museos en el tratamiento de las colecciones geológicas son conservación (preventiva e interventiva), gestión y documentación (siglado, inventariado y catalogado), enseñanza (exposición y actividades didácticas) e investigación (científica e histórica).

### ABSTRACT

Geological collections preserved in public museums consist of rocks, minerals and fossils and they also include geological elements modified by men and some anthropic products related with geology. Institutions holding these collections are Natural History and Natural Science museums (geological and biological collections) and thematic museums (geological collections). In Spain there are several public Natural History museums both nationally and provincially, although more numerous are geological museums or specifically museums dedicated to palaeontology, mineralogy and petrology. Most Spanish universities linked to geology have thematic museums focused on education. The functions of museums related with the treatment of geological collections are conservation (preventive and interventional), management and documentation (label, inventory and catalogue), education (exhibition and educational activities) and research (scientific and historical).

## 1. INTRODUCCIÓN

Las colecciones de elementos vinculados a las Ciencias de la Tierra, que se conservan en museos públicos, se entienden como el conjunto de objetos que dan cuerpo al patrimonio geológico mueble.

El grueso de las colecciones geológicas o, lo que es lo mismo, del patrimonio geológico mueble, está constituido por rocas, minerales y fósiles. DURÁN (1999) fue el primer autor en considerar el contenido de los museos relacionados con las Ciencias de la Tierra, y en general las colecciones geológicas reunidas con criterios científicos, como parte integrante del patrimonio geológico mueble. ROCHA *et al.* (2007) definen este patrimonio como colecciones museísticas de rocas, minerales y fósiles, y DÍAZ-MARTÍNEZ *et al.* (2010) completan los contenidos añadiendo las colecciones de meteoritos. Por último, DÍAZ MARTÍNEZ *et al.* (2012) consideran que el patrimonio geológico mueble es “el conjunto de elementos geológicos no renovables, extraídos de su contexto y con un cierto valor (científico, didáctico, estético, histórico, etc.), que los convierte en un bien patrimonial colectivo”.

No obstante, rocas, minerales y fósiles no son los únicos elementos que integran las colecciones geológicas. La intervención humana sobre estos elementos naturales genera una serie de objetos, que engrosan y enriquecen las colecciones geológicas. Es el caso de las preparaciones utilizadas en estudios geológicos (láminas delgadas, probetas pulidas, *peels*, etc.), disponibles para revisiones y reinterpretaciones de toda índole. Otros interesantes elementos manufacturados son los testigos de sondeos, de indudable valor científico y técnico ya que atesoran información de sectores poco accesibles de la corteza terrestre. No hay que olvidar tampoco los productos geológicos tallados y pulidos, confeccionados con fines prácticos (por ejemplo: antiguos mazos mineros tallados en piedra), didácticos (por ejemplo: placas pulidas de rocas) u ornamentales (por ejemplo: gemas).

Además de estos elementos manipulados, las colecciones geológicas también abarcan productos puramente antropogénicos. Quizás los más significativos son los libros, documentos, mapas y fotografías, inestimable fuente de conocimiento geológico. Aunque estos elementos ya han sido citados como parte del patrimonio paleontológico mueble (MELÉNDEZ & SORIA-LLOP, 1999; ROMERO, 2004), generalmente reciben una consideración secundaria. Los aparatos científicos vinculados a la geología son otro grupo con entidad propia, formado por todos aquellos artefactos que han contribuido al progreso de la geología. Los microscopios petrográficos de diferentes épocas son un buen ejemplo de patrimonio geológico mueble porque ilustran el avance del conocimiento textural de rocas, minerales y fósiles (KILE, 2003). Las réplicas de fósiles, minerales y meteoritos son otros elementos integrados en las colecciones geológicas, que contienen una valiosa información al mostrar de forma precisa las características superficiales de las piezas originales (LOZANO *et al.*, 2013). Las maquetas y dioramas completan las colecciones ofreciendo al público aspectos relacionados con los procesos geológicos, difíciles de entender sólo con los objetos naturales (GIL *et al.*, 1997; LIESA *et al.*, 1997; MURCIA & CRESPO-BLANC, 2008). Por último, los modelos cristalográficos que muestran la variedad de morfologías cristalinas constituyen también un interesante patrimonio geológico mueble (LÓPEZ-ACEVEDO, 2006).

La importancia de las colecciones en el avance de la geología es innegable, basta con repasar el progreso en el estudio de la historia de la vida, fundamentado en la información que aportan los fósiles. Si los restos paleontológicos no se

conservaran en instituciones públicas, no sería posible contrastar y revisar los fósiles y sería muy difícil avanzar en el conocimiento de esta rama de la geología (COTTERILL, 2002). Pero no sólo el material paleontológico aporta información: las rocas y los minerales conservados en instituciones públicas son muy útiles -y a veces indispensables- para realizar estudios petrológicos y mineralógicos de diferente índole.

## 2. LAS COLECCIONES GEOLÓGICAS EN EL MUSEO

El museo es la institución más apropiada y legitimada para albergar las colecciones geológicas de carácter público, pues garantiza su preservación en el tiempo y el disfrute de las mismas por la ciudadanía.

No obstante, las primeras colecciones geológicas tenían un carácter claramente elitista y sólo estaban disponibles para los altos mandatarios y clases pudientes. Las más antiguas se remontan a la época romana, como las *dactyliothecas* o colecciones de gemas que el propio Julio César consagró a Venus Genetrix, diosa de la maternidad y del hogar (CARLOS, 1869). Tras el Medievo, las colecciones geológicas seguían siendo accesibles sólo para la élite de la sociedad: los nobles exponían antes sus invitados, en lo que denominaban cámara de maravillas o gabinete de curiosidades, objetos muy diversos, entre los que ocupaban un lugar principal las colecciones de minerales, de fósiles, de insectos, las botánicas o las arqueológicas (RÁBANO, 2002; VARELA, 2008). La concepción moderna de museo, donde el material geológico estaba disponible para el público, no comienza su andadura hasta el XIX, cuando miembros de la nobleza y el clero comenzaron a ceder sus colecciones privadas a instituciones que crearían los primeros museos públicos (BALBI, 1836).

Los museos que conservan colecciones geológicas hoy en día tienen diferente carácter en función del tipo específico de patrimonio mueble que albergan. Los museos de Ciencias Naturales o de Historia Natural son los más generales porque conservan todo tipo de colecciones de origen natural, tanto biológicas como geológicas, además de otros elementos antrópicos vinculados directamente con las Ciencias Naturales (AGUIRRE, 2002). Otro tipo de instituciones son los museos temáticos, que no abarcan todo el espectro de las Ciencias Naturales y se enfocan únicamente en las colecciones geológicas (CALVO, 2002a). Los museos temáticos pueden ser aún más específicos y albergar únicamente colecciones paleontológicas, mineralógicas o petrológicas. También es posible encontrar colecciones geológicas en museos temáticos dedicados a determinadas actividades humanas, como las colecciones mineralógicas ubicadas en museos mineros, farmacéuticos o militares.

La responsabilidad de los museos respecto a las colecciones se centra en cuatro aspectos fundamentales: conservación, gestión y documentación, enseñanza e investigación. A continuación se tratarán someramente cada una de estas facetas.

## 3. CONSERVACIÓN DE LAS COLECCIONES GEOLÓGICAS

La conservación es uno de los pilares fundamentales que todo museo debe tener en lo que concierne a las colecciones. Si los elementos geológicos no perduran en el tiempo, las generaciones venideras no tendrán acceso al material

y se perderán irremediablemente los ejemplares y con ellos toda la información geológica que contienen (HOWIE, 1992; WADDINGTON, 1993).

El interés por la conservación de las colecciones geológicas es relativamente reciente. La preocupación por la preservación de los ejemplares paleontológicos comenzó en el siglo XIX, motivada por el habitual mal estado de los fósiles en el propio yacimiento (sobre todo vertebrados). En esta época se utilizaban consolidantes, endurecedores y adhesivos, con procedimientos heredados de la conservación de obras de arte y antigüedades. En la primera mitad del siglo XX, el desarrollo de numerosas resinas sintéticas y la aparición de polímeros produjo un gran avance en la conservación paleontológica. Aun así, no fue hasta la década de 1960 cuando se realizaron los primeros ensayos de envejecimiento y compatibilidad entre los materiales, con los consecuentes estudios analíticos de los productos.

Por otra parte, los minerales y las rocas se han considerado tradicionalmente como objetos claramente inalterables, tal vez debido al aspecto inerte que presentan a primera vista. No obstante, ya desde el siglo XIX se conocía la facilidad con que se alteraban algunos minerales como el rejalgam o la proustita en los museos, aunque no se conocían las causas del deterioro. Los primeros estudios científicos relacionados con la estabilidad de los minerales en los museos se realizaron a principios del siglo XX, éstos establecieron las pautas para la conservación museística de ejemplares minerales (PARSON, 1922; BANNISTER, 1933).

La conservación de las colecciones geológicas de origen antrópico resulta complicada dada la variabilidad de los materiales que integran este peculiar patrimonio geológico mueble. Los materiales son papel (libros, documentos, mapas, etiquetas, fotografías), vidrio (placas fotográficas), metales (instrumentos científicos), morteros o resinas (réplicas, maquetas, dioramas), cerámica o madera (modelos cristalográficos), lo que implica estudios interdisciplinarios de conservación.

La preservación de colecciones geológicas, al igual que la preservación de otros tipos de patrimonio, incluye dos tipos de conservación: la preventiva y la interventiva (estabilización + restauración). La definición de estos tipos de conservación, extraída de las publicadas por las principales organizaciones dedicadas a la conservación de bienes públicos (ICOM: International Council of Museums; AIC: American Institute for Conservation y ECCO: European Confederation of Conservator-Restorers Organizations), es la siguiente: la conservación preventiva es el conjunto de operaciones cuya finalidad es prolongar y mantener el mayor tiempo posible los materiales. No se actúa sobre la estructura física del objeto pero se controlan las condiciones ambientales (humedad, temperatura e iluminación) y biogénicas, utilizando materiales adecuados. La conservación interventiva incluye tanto las acciones conducentes a estabilizar el material (consolidación y limpieza) como la restauración, es decir, la intervención física sobre el material geológico con el objeto de mejorar su lectura y comprensión.

#### 4. DOCUMENTACIÓN Y GESTIÓN DE LAS COLECCIONES GEOLÓGICAS

La documentación es la ciencia que tiene como fin hacer accesible al público la información relacionada con conjuntos de objetos, incluyendo los elementos geológicos. La documentación es, por tanto, la herramienta básica para la gestión de cualquier tipo de colección, siempre apoyada en una serie de técnicas como ordenar, clasificar, seleccionar, recuperar y difundir (BRAVO JUEGA, 1997).

Si la documentación se entiende como conjunto, no sólo incluye una serie de documentos sino que abarca también los propios fondos o colecciones geológicas de un museo. La documentación, entendida como proceso, afecta al tratamiento documental de esos fondos a lo largo de diferentes etapas, desde que se tiene noticia de su posible incorporación al museo hasta su baja, en el caso de que se produzca.

En efecto, el proceso documental se desarrolla en fases sucesivas y comienza cuando un elemento ingresa en las colecciones. El primer paso comprende el control del ejemplar mediante su registro y siglado. Después, se analiza la información directa que ofrece el espécimen, lo que se traduce en una descripción detallada, disponible para realizar inventarios y catálogos. Esta información, junto con los datos indirectos del ejemplar, se vuelca en una base de datos que permita su búsqueda y recuperación en el futuro (RAMOS FAJARDO, 2000).

La fijación del número de registro al ejemplar es muy importante pues es el vínculo de unión entre el espécimen y su correspondiente información. Los modos físicos de vincular este número al espécimen son el etiquetado y el siglado. El primero consiste en anexar una etiqueta a la muestra e introducir ambos en un contenedor (bolsa, caja, cajón, etc.). No obstante, como apoyo a la etiqueta, los ejemplares se suelen siglar, es decir, se marca el número de registro sobre la pieza. El siglado de muestras geológicas se puede realizar de varias maneras: grabando con herramientas punzantes (método utilizado en láminas delgadas) o escribiendo con varios tipos de tinta sobre el mismo ejemplar o sobre una aplicación de pintura blanca, que facilite su lectura. Este último método se ha utilizado mucho pero actualmente está perfectamente establecido un protocolo de siglado mucho más efectivo y respetuoso con los ejemplares (JAMES MUNYER, 1997; ALTEN, 1998; [PAÍS VASCO], 1999; COLLECTIONS TRUST, 2008). El proceso comienza por decidir el sector de la pieza más apropiado para fijar la sigla. En las rocas, minerales y fósiles, debe elegirse el que sea invisible en el caso de que el ejemplar se esponga. Después se limpia esta zona utilizando disolventes adecuados y posteriormente se aplica una capa base de un material sintético reversible (generalmente Mowital® 60 HH o Paraloid® B-72), en previsión de un futuro cambio de sigla. Una vez curado el producto, se cubre con una capa soporte de acuarela o témpera blanca sobre la que se rotula el número de inventario. Para ello suele utilizarse tinta china negra u otras tintas negras con base de carbón. Por último, se aplica una capa protectora del mismo producto reversible utilizado para la base.

El inventariado conlleva la identificación de cada ejemplar mediante un número de registro e incluye también su descripción y la información indirecta como los datos geográficos, las fechas de incorporación y recolección, la forma de ingreso, etc. La catalogación da un paso más allá y no solo incorpora esta información sino todos aquellos datos vinculados a este ejemplar o a otros similares. Se trata pues de contenidos más elaborados, de índole científica, histórica o técnica basados en estudios del propio museo o en trabajos publicados en medios especializados. La catalogación puede ser sistemática, donde el ejemplar se incluye en un conjunto de objetos que se clasifican siguiendo los mismos criterios científicos, o puede ser una catalogación monográfica donde se aúna toda la información específica de cada objeto (RAMOS FAJARDO, 2000).

Tanto el inventariado como la catalogación deben cumplir una serie de requisitos para que el proceso documental sea efectivo. De forma resumida, son los siguientes: a) el inventario y el catálogo deben incluir toda la información disponible, tanto la derivada del ejemplar como la que proviene de fuentes

externas, b) la información debe actualizarse regularmente para conservar su valor, c) tanto los inventarios como los catálogos deben ser sencillos y flexibles y d) el uso y disfrute de la información expuesta de esta manera debe ser accesible al público (CABALLERO ZOREDA, 1988).

## 5. LAS COLECCIONES COMO SOPORTE DE ENSEÑANZA

Las colecciones geológicas albergadas en centros de enseñanza oficiales tienen un carácter puramente didáctico. Algunos colegios, institutos y facultades universitarias disponen de colecciones de rocas, minerales y fósiles, extremadamente útiles para facilitar la asimilación de los conceptos geológicos que se imparten en la enseñanza reglada. No obstante, los museos también ofrecen una amplia gama de enseñanzas geológicas (RODRIGO, 2008).

En efecto, una de las funciones más interesantes de los museos que conservan colecciones geológicas es la de utilizar este patrimonio mueble para transmitir al público -escolar o no- contenidos relacionados con la petrología, mineralogía y paleontología.

La exposición permanente es una estupenda herramienta de transmisión de conocimiento geológico. El proceso de enseñanza comienza con la propia disposición de las colecciones. Por ejemplo, la distribución de rocas en función de sus principales tipos (ígneas, sedimentarias y metamórficas) proporciona una interesante información acerca del origen y los modos de formación del material lítico. Lo mismo sucede con los minerales, donde el orden sistemático orienta acerca de la complejidad química y estructural de estos materiales. Los fósiles distribuidos por edades geológicas muestran trazas de la evolución de la vida y de los organismos más comunes en cada periodo geológico. Los criterios geográficos de ordenamiento acercan al público a los territorios donde se encuentran originalmente las rocas, minerales o fósiles.

El contenido de las cartelas vinculadas a cada ejemplar de la exposición permanente también aporta contenidos interesantes al visitante: geográficos (localidad, provincia o país), químicos en los ejemplares minerales (fórmula estructural) o geocronológicos en los fósiles (edad expresada en millones de años o unidades cronoestratigráficas).

Las exposiciones temporales, generalmente itinerantes, tienen estos mismos rasgos didácticos, con la ventaja de poderse trasladar a diferentes poblaciones y, así, aproximar las colecciones -y con ellas los contenidos geológicos- a sectores con carencias expositivas de rocas, minerales y fósiles.

Aparte de los contenidos que ofrece la exposición, la realización de actividades didácticas basadas en las colecciones, facilitan lúdicamente la adquisición de conocimientos geológicos. Por ejemplo, la edición de hojas de salas proporciona al visitante una valiosa orientación acerca de los ejemplares más relevantes de cada colección. Los cuadernos de trabajo y las guías didácticas proponen al público ciertas actividades basadas en las colecciones, tanto individuales como en grupo. Además, estos recursos didácticos permiten adaptar el aprendizaje a los diferentes niveles educativos, lo que rentabiliza en gran medida la visita al museo.

En algunos museos, además de las exposiciones permanentes y temporales, se crean colecciones de rocas, minerales y fósiles con objetivos puramente didácticos. El desarrollo de actividades basadas en las colecciones didácticas permite la transmisión eficaz de conocimientos, generalmente en forma de juegos o talleres, que permiten manipular directamente los elementos geológicos.

No obstante, algunos ejemplares son demasiado valiosos para someterlos a este tipo de actividades, por lo que la realización de réplicas es una estupenda herramienta didáctica, sobre todo en el caso de los fósiles más preciados.

Otra vertiente didáctica muy en boga últimamente es la realización de colecciones geológicas virtuales, que permiten el aprendizaje *on line*, visualizando magníficos ejemplares geológicos que permanecen expuestos en las vitrinas de los museos.

## 6. INVESTIGACIÓN DE COLECCIONES GEOLÓGICAS

Cuando se realiza un trabajo sobre algún aspecto de la geología de un determinado lugar, se muestrean elementos geológicos que contienen la información que interpretará el científico. Estos ejemplares, una vez concluida la investigación, pueden pasar a engrosar las colecciones públicas de los museos y suelen ser muy valiosos ya que el propio estudio ha generado un cierto volumen de información alrededor de los especímenes.

Sin duda, los elementos más relevantes desde el punto de vista de la investigación son los ejemplares tipo. Existen holotipos petrológicos, mineralógicos y paleontológicos, y son las muestras ‘patrón’ que sustentan la validez científica de los nuevos hallazgos. En las rocas comunes no se utilizan holotipos ya que presentan sustanciales variaciones químicas y texturales. Sólo en las rocas extraterrestres, es decir en los meteoritos, se estipula el material tipo, dado el carácter excepcional de estos elementos. Para la definición de nuevos minerales es imprescindible estipular el material tipo, que es el mismo que se ha usado en la caracterización de la nueva especie. Al igual que en las especies biológicas actuales, los holotipos paleontológicos son ejemplares que incluyen todos los rasgos texturales y morfológicos típicos del nuevo organismo.

En efecto, la investigación aporta colecciones a los museos, pero también suceden situaciones inversas, donde el objeto inicial de la investigación son los fondos geológicos conservados en museos. La investigación de estas colecciones permite profundizar en el conocimiento de estos fondos (BRAVO JUEGA, 1997) y también proporcionan al investigador una excelente ‘base de datos’ material, disponible para el desarrollo de nuevos trabajos. En los procesos de investigación es necesario recurrir reiteradamente al examen de las muestras: las técnicas analíticas evolucionan, las clasificaciones se modifican y muchas veces los afloramientos rocosos originales se agotan y se reduce drásticamente la posibilidad de muestrear nuevo material. Por esto, las colecciones geológicas constituyen un buen soporte para la investigación geológica.

En el caso de los fósiles, la investigación se centra en la revisión taxonómica de determinados grupos de organismos. Muchas veces los nuevos hallazgos conducen al investigador a las colecciones de los museos en busca de nuevas claves evolutivas o de reinterpretaciones de clasificaciones establecidas con terminologías antiguas. Con las rocas y, sobre todo con los minerales, son muchos los casos en que la clausura de un distrito minero no permite la nueva toma de muestras. Si se han conservado ejemplares en los museos, es viable la obtención de pequeñas porciones materiales necesarias para la obtención de nuevos datos petrográficos o geoquímicos.

Otra faceta de la investigación de colecciones es la vertiente histórica. Se trata de una línea de trabajo dirigida a la documentación e interpretación histórica de ejemplares geológicos, carentes muchas veces de esta información. Estas labores conllevan el análisis de los antiguos documentos y publicaciones de la

época y de todos aquellos elementos vinculados a los ejemplares que puedan dar pistas acerca de las circunstancias de su recolección y selección, como pueden ser antiguas etiquetas, inscripciones o embalajes.

## 7. COLECCIONES GEOLÓGICAS EN ESPAÑA

Las colecciones geológicas públicas de España son numerosas y se encuentran tanto en museos de Ciencias Naturales como en diferentes tipos de museos temáticos. Los principales museos de Historia Natural españoles son instituciones con una gran tradición ya que se gestaron en el siglo XVIII o XIX (AGUIRRE, 2009; RÁBANO, 2010).

Dentro de este tipo de museos, el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), es el más antiguo e importante en lo que a colecciones petrológicas, mineralógicas y paleontológicas se refiere. Los ejemplares, tanto extranjeros como nacionales, comenzaron a recolectarse en el siglo XVIII e incluyen magníficas muestras de oro nativo brasileño, esmeraldas colombianas junto al famoso megaterio de Luján, Argentina (RÁBANO *et al.*, 1998; ALCALÁ, 2002). Son muy relevantes las colecciones de invertebrados (SÁNCHEZ ALMAZÁN, 2010) y vertebrados fósiles (FRAILE *et al.*, 2004). Además, en este museo se conserva la colección más completa de meteoritos españoles (GARCÍA GUINEA *et al.*, 2006).

Desde el año 2000, el Museo de Ciencias Naturales de Barcelona o Museo Blau, ha integrado numerosas colecciones geológicas (rocas, minerales y fósiles), anteriormente ubicadas en el Museo de la Ciudadela (CURTO, 2008), heredero del Museo Martorell, que tiene una larga historia desde la fecha de su fundación hace 132 años (GÓMEZ-ALBA, 1992).

El Museo de Ciencias Naturales de Valencia es otro museo histórico inaugurado en 1907. Aunque se trata de un museo de Historia Natural, conserva muy pocas colecciones de rocas y minerales pero las colecciones de fósiles son muy relevantes, sobre todo las de mamíferos fósiles sudamericanos (BELINCHÓN *et al.*, 2009).

Además de éstos, existen otros museos públicos de Ciencias Naturales en España, de menor entidad, inaugurados en épocas más recientes (AGUIRRE, 2009). De carácter provincial, el Museo de Ciencias Naturales de Álava abrió sus puertas en 1986; dentro de sus colecciones geológicas destacan las de ámbar alavés con inclusiones biológicas procedentes de Peñacerrada y Salinillas de Buradón (ALONSO, 1998) y la colección de minerales españoles. De carácter municipal, el Museo de Ciencias Naturales de Arnedo (La Rioja), inaugurado en 1975, se trata en realidad de un museo temático pues no conserva colecciones biológicas, aunque exhibe diferentes colecciones de rocas, minerales y fósiles y una buena representación de réplicas de fósiles de dinosaurios.

Los museos temáticos, es decir aquellos que albergan sólo colecciones geológicas, se distribuyen profusamente por toda la geografía española (AGUIRRE, 2009). El Museo Geominero de Madrid es el más representativo de todos ellos, en lo que se refiere a volumen y calidad de las colecciones geológicas (RÁBANO, 2002; RÁBANO, 2010). Es éste un museo con mucha tradición, cuya sala fue inaugurada en 1926 por el rey Alfonso XIII durante los actos del XIV Congreso Geológico Internacional y puesto en marcha por su primer director, el ingeniero de minas Primitivo Hernández Sampelayo (1880-1959). Pero las colecciones son más antiguas, como lo es la institución, creada en 1849 como Comisión del Mapa Geológico de España por un real decreto de la reina Isabel II (RÁBANO &



ARAGÓN, 2007). De esta época datan las colecciones históricas de rocas (LOZANO & RÁBANO, 2001; LOZANO & RÁBANO, 2004; LOZANO *et al.*, 2005a; GONZÁLEZ LAGUNA *et al.*, 2007) y fósiles (RÁBANO, 2000; RÁBANO & DELVENE, 2003; LOZANO *et al.*, 2005b; MENÉNDEZ & RÁBANO, 2010).

Otros museos temáticos, de menor entidad, conservan colecciones geológicas directamente relacionadas con la enseñanza universitaria, muchas de ellas recolectadas hace más de un siglo. Un buen ejemplo es el Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza, que fue inaugurado en 1902 y conserva colecciones de fósiles y rocas (LIÑÁN, 2010). Otro ejemplo de museo universitario es el Museo Histórico Minero ‘Don Felipe de Borbón y Grecia’, de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Las colecciones, en muchos casos formadas en los siglos XVIII y XIX, son de rocas, minerales y fósiles, con la particularidad de incluir también un gran número de artefactos relacionados con la minería (CALVO, 2002b).

Algunos museos mineralógicos universitarios, que conservan un número moderado de ejemplares, ofrecen la posibilidad de observar los especímenes *on line*, como es el caso del Museo de Mineralogía de la Universidad Autónoma de Madrid. Otras veces no existe un museo con soporte físico pero se genera un espacio virtual que muestra las colecciones; esta estrategia museística se ha desarrollado recientemente en la Universidad de Huelva y el resultado es su Museo Virtual de Mineralogía (FERNÁNDEZ CALIANI, 2012).

Otras muchas universidades españolas disponen de museos con colecciones geológicas, como la Complutense de Madrid (Facultades de Geología y Farmacia), la Politécnica de Cataluña (Manresa), la Universidad de Castilla-La Mancha (Ciudad Real y Almadén) y las de Murcia, Navarra, Granada, Oviedo, Salamanca, Santiago de Compostela, Sevilla, Valencia y Valladolid (LLORENTE, 1990; LIÑÁN, 2002; DELGADO BUSCALIONI, 2005, 2006; ALFAGEME & MARÍN, 2006; AGUIRRE, 2009).

## BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRRE, E. 2002. Los Museos de Ciencias Naturales. *In*: J. ALONSO, Ed. *El Patrimonio Natural en las Colecciones Públicas de España*. págs. 55-61. Diputación Foral de Álava, Vitoria.
- AGUIRRE, E. 2009. Colecciones y Museos de Ciencias Naturales. *In*: J. LOBÓN-CERVIÁ & J. MORALES, Eds. *Notas para la historia reciente del Museo Nacional de Ciencias Naturales*. págs. 127-152. Monografías del MNCN, CSIC. Madrid.
- ALCALÁ, L. 2002. El Museo Nacional de Ciencias Naturales. *In*: J. ALONSO, Ed. *El Patrimonio Natural en las Colecciones Públicas de España*. págs.181-189. Diputación Foral de Álava, Vitoria.
- ALFAGEME, B. & MARÍN, T. 2006. Uso formativo de los Museos Universitarios. *Revista de Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales*, **11**: 263-286.
- ALONSO, J. 1998. El yacimiento de ámbar cretácico de Peñacerrada (Álava). *Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, **7** (29): 142-147.
- ALTEN, H. 1998. Numbering Museum Collections. *ICOM Ethnographic Conservation Newsletter*, **17**: 18-21.
- BALBI, A. 1836. *Compendio de Geografía Universal*. 464 págs. Imprenta de Don Emilio Fernández de Angulo. Madrid.
- BANNISTER, F.A. 1933. The preservation of pyrites and marcasite. *Museums Journal*, **33**: 72-75.

- BELINCHÓN, M.; PEÑALVER, E.; MONTOYA, P. & GASCÓ, F. 2009. *Crónicas de fósiles. Las colecciones paleontológicas del Museo de Ciencias Naturales de Valencia*. 538 págs. Ayuntamiento de Valencia. Valencia.
- BRAVO JUEGA, M. I. 1997. Documentación o investigación. *Museo*, **2**: 91-94.
- CABALLERO ZOREDA, L. 1988. La documentación museológica. *Boletín de ANABAD*, **38** (4): 455-483.
- CALVO, B. 2002a. Los museos temáticos. In: J. ALONSO, Ed. *El Patrimonio Natural en las Colecciones Públicas de España*. págs. 165-168. Diputación Foral de Álava. Vitoria.
- CALVO, B. 2002b. *El Museo Histórico Minero Don Felipe de Borbón y Grecia*. 117 págs. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.
- CARLOS, A. DE. 1869. De las piedras preciosas entre los romanos. *El Museo Universal*, **10**: 75-76.
- COLLECTIONS TRUST. 2008. Labeling and Marking Museum Objects Booklet. 17 págs. Collection Trust. London.
- COTTERILL, F.P.D. 2002. El futuro de las colecciones de Historia Natural en el siglo XXI. In: J. ALONSO, Ed. *El Patrimonio Natural en las Colecciones Públicas de España*. págs. 283-331. Diputación Foral de Álava, Vitoria.
- CURTO, C. 2008. El Museo de Ciencias Naturales de la Ciudadela (Barcelona). *Macla*, **8**: 36-40.
- DELGADO BUSCALIONI, A. 2005. *Rutas por Museos y Colecciones de Paleontología: Castilla y León y Aragón*. 152 págs. Serie: Guías. Museos de Paleontología. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.
- DELGADO BUSCALIONI, A. 2006. *Rutas por Museos y Colecciones de Paleontología: La Rioja, Galicia, Asturias, Cantabria y País Vasco*. 128 págs. Serie: Guías. Museos de Paleontología. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.
- DÍAZ-MARTINEZ, E.; CARCAVILLA URQUÍ, L.; GARCÍA CORTÉS, A.; VEGAS SALAMANCA, J.; SANTISTEBAN BOVÉ, C.; GUILLÉN MONDÉJAR, F.; SALAZAR RINCÓN, A. & MATA PERELLÓ, J.M. 2010. *Patrimonio geológico: un nuevo nicho de empleo verde*. CONAMA10, Congreso Nacional de Medioambiente. págs. 1-11. Madrid. <<http://www.conama.es/conama10/download>> [Consulta: 19-06-2013].
- DÍAZ-MARTINEZ, E., MELÉNDEZ, G., LOZANO, R.P. & ARBIZU, M. 2012. La conservación del patrimonio geológico mueble. *Geotemas*, **13**: 605-608.
- DURÁN VALSERO, J.J. 1999. El patrimonio geológico de España: situación actual y perspectivas de futuro. In: J.M. MATA-PERELLÓ & J. SERRA, Eds. *Simposium Transfronterizo sobre Patrimonio Natural*. págs. 7-20. Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero. Lleida.
- FERNÁNDEZ CALIANI, J.C. 2012. Revalorización didáctica y patrimonial de la colección de minerales de la Universidad de Huelva. In: A.M. SARMIENTO, M. CANTANO, & G. R. ALMODÓVAR. Eds. *Comunicaciones del XVII Simposio sobre Enseñanza de la Geología*. págs. 289-294. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva. Huelva.
- FRAILE, S.; PESQUERO, M.D., SÁNCHEZ, B. & SALESA, M.J. 2004. Las colecciones de vertebrados fósiles del Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC): aportación del profesor Emiliano Aguirre a la paleontología española. In: E. BAQUEDANO & S. RUBIO, Eds. *Zona arqueológica. Miscelánea en homenaje a Emiliano Aguirre*. Volumen 2. págs. 526-540. Museo Arqueológico Regional. Alcalá de Henares.
- GARCÍA GUINEA, J.; MARTÍN ESCORZA, C.; FERNÁNDEZ HERNÁN, M.; SÁNCHEZ MUÑOZ, L.; CORRECHER, V.; SÁNCHEZ CHILLÓN, B. & TORMO, L. 2006. Meteoritos españoles del Museo Nacional de Ciencias Naturales. *Estudios Geológicos*, **62** (1): 11-30.
- GIL, A.; CORTÉS GRACIA, Á.L.; ARLEGUI, L.E.; ROMÁN, T. & LIESA, C.L. 1997. El uso de modelos experimentales en la enseñanza de Geología Estructural: (I) Aplicación a la deformación continua. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, **5** (3): 219-225.
- GÓMEZ-ALBA, J. 1992. La construcción del Museo Martorell (1878-1882). *Treballs del Museu de Geologia*, **2**: 5-12.

- GONZÁLEZ LAGUNA, R., LOZANO, R.P., MENÉNDEZ, S. & ABAD, A. 2007. La colección histórica de rocas de la provincia de Huesca conservada en el Museo Geominero (IGME, Madrid). *Boletín Geológico y Minero*, **118** (1): 127-140.
- HOWIE, F.M. 1992. *The Care and Conservation of Geological Material: Minerals, Rocks, Meteorites and Lunar finds*. 138 págs. Butterworth-Heinemann, Oxford.
- JAMES MUNYER, M. 1997. How to... Mark Objects in Museum Collections. Part I: Barrier Coats, Pens, Inks, Paints. *Illinois Association of Museums*, **16**: 1-6.
- KILE, D.E. 2003. The petrographic microscope: evolution of a mineralogical research instrument. *The Mineralogical Records*, **1**: 5-39.
- LIESA, C.L.; ROMÁN, T.; ARLEGUI, L.E.; CORTÉS GRACIA, Á.L. & GIL, A. 1997. El uso de modelos experimentales en la enseñanza de Geología Estructural: (II) Aplicación a la deformación discontinua. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, **5** (3): 211-218.
- LIÑAN, E. 2002. Los Museos Universitarios. In: J. ALONSO, Ed. *El Patrimonio Natural en las Colecciones Públicas de España*. págs.131-148. Diputación Foral de Álava, Vitoria.
- LIÑAN, E. 2010. El Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza. Veinticinco años después. In: J.A. GÓMEZ VINTANED, Ed. *La Paleontología en los Museos*. págs. 17-28. Institución Fernando el Católico. Zaragoza.
- LLORENTE, E. 1990. *Museos Españoles de Minerales*. 151 págs. Instituto Tecnológico Geominero de España. Madrid.
- LÓPEZ-ACEVEDO, V. 2006. Modelos cristalográficos en terracota de Jean Baptiste Romé de L'Isle (Siglo XVIII). Catálogo de la colección del Departamento de Cristalografía y Mineralogía de la Universidad Complutense de Madrid. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección Geológica*, **101** (1-4): 5-29.
- LOZANO, R.P. & RÁBANO, I. 2001. Las colecciones históricas de rocas de Barcelona del Museo Geominero (IGME, Madrid): catalogación e interpretación histórica. *Boletín Geológico y Minero*, **112** (2): 133-146.
- LOZANO, R.P. & RÁBANO, I. 2004. Revisión y catalogación de las colecciones históricas de rocas de Zaragoza del Museo Geominero (IGME, Madrid). *Boletín Geológico y Minero*, **115** (1): 85-102.
- LOZANO, R.P.; MENÉNDEZ, S. & RÁBANO, I. 2005a. La colección Schulz de rocas de Galicia del Museo Geominero (IGME, Madrid). In: I. RÁBANO & J. TRUYOLS, Eds. *Miscelánea Guillermo Schulz. Cuadernos del Museo Geominero*, **5**: 191-206.
- LOZANO, R.P., RODRIGO, A., MENÉNDEZ, S. & DE LA FUENTE, M. 2005b. Catálogo de la colección histórica de fósiles de la provincia de Barcelona conservada en el Museo Geominero (Instituto Geológico y Minero de España). *Boletín Geológico y Minero*, **116** (3): 257-272.
- LOZANO, R.P.; REYES, J.; BAEZA, E.; GONZÁLEZ LAGUNA, R.; GUTIÉRREZ-MARCO, J.C. & JIMÉNEZ MARTÍNEZ, R. 2013. Un nuevo meteorito español: Retuerta del Bullaque (Ciudad Real). Clasificación, mineralogía y preservación de la morfología. *Estudios Geológicos*, **69** (1), en prensa.
- MELÉNDEZ, G. & SORIA-LLOP, C. (eds.) 1999. *The geological and paleontological Heritage of central and Eastern Iberia (Iberian Range, Spain)*. 180 págs. Publicaciones del Seminario de Paleontología de Zaragoza. Zaragoza.
- MENÉNDEZ, S. & RÁBANO, I. 2010. Fósiles de Extremadura en la colección paleontológica histórica del Museo Geominero (Instituto Geológico y Minero de España, Madrid): catálogo y puesta en valor. *Boletín Geológico y Minero*, **121** (2): 169-178.
- MURCIA, M.A. & CRESPO-BLANC, A. 2008. La formación de océanos y cadenas de montañas a partir de modelos analógicos: maquetas y nuevos materiales. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, **16** (2): 173-177.
- [PAÍS VASCO]. 1999. Decreto 341/1999, de 5 de octubre, sobre las condiciones de traslado, entrega y depósito de los bienes de interés arqueológico y paleontológico descubiertos en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma del País Vasco. *Boletín Oficial del País Vasco*. 20-10-1999.
- PARSON, A.L. 1922. The preservation of mineral specimens. *American Mineralogist*, **7** (4): 59-63.

- RÁBANO, I. 2000. Colecciones históricas de fósiles de la provincia de Jaén en los fondos del Museo Geominero (IGME, Madrid). In: I. RÁBANO, Ed. *Patrimonio Geológico y Minero en el Marco del Desarrollo Sostenible*. Temas Geológico-Mineros ITGE, **31**: 529-535.
- 2002. Los Museos Históricos. In: J. ALONSO, Ed. *El Patrimonio Natural en las Colecciones Públicas de España*. págs. 209-220. Diputación Foral de Álava, Vitoria.
- 2010. Museos históricos en España: de los gabinetes de curiosidades a los modernos centros de investigación, conservación y comunicación. In: J.A. GÓMEZ VINTANED, Ed. *La Paleontología en los Museos*. págs. 29-39. Institución Fernando el Católico. Zaragoza.
- RÁBANO, I.; ALCALÁ, L.; LOZANO, R.P. 1998. El Patrimonio Geológico mueble de la Comunidad de Madrid. In: J.J. DURÁN, Ed. *Patrimonio Geológico de la Comunidad Autónoma de Madrid*. págs. 263-280. Asamblea de Madrid. Comisión de Patrimonio Geológico de la Sociedad Geológica de España. Madrid.
- RÁBANO, I. & ARAGÓN, S. 2007. Nuevos datos históricos sobre la Comisión del Mapa Geológico de España. *Boletín Geológico y Minero*, **118** (4): 813-826.
- RÁBANO, I. & DELVENE, G. 2003. Colecciones paleontológicas históricas de Aragón, procedentes de la Comisión del Mapa Geológico de España, en el Museo Geominero (Madrid). *Naturaleza Aragonesa*, **10**: 14-24.
- RAMOS FAJARDO, C. 2000. Técnicas documentales aplicadas en Museología. *Cuadernos de documentación multimedia*, **10**: 269-278.
- ROCHA, D.; BRILHA, J.; SÁ, A.A. & VALERIO, M. 2007. Movable geological heritage of the Geological Interpretative Centre of Canelas: role on the development of the project "Arouca Geopark". *Workshop Geomorphosites, Geoparks and Geotourism*. págs. 35-26. UNESCO. Lesvos, Greece.
- RODRIGO, A. 2008. La enseñanza de las Ciencias de la Tierra: el ejemplo del Museo Geominero (Instituto Geológico y Minero de España, IGME). *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural, 2ª Época*, **5**: 85-104.
- ROMERO, G. 2004. *El patrimonio paleontológico de la región de Murcia*. 411 págs. Tesis doctoral Universidad de Murcia. (Inédita).
- SÁNCHEZ ALMAZÁN, J. 2010. La importancia de los invertebrados en el Museo Nacional de Ciencias Naturales. *Redlife*, **28**: 4.
- VARELA, J.J. 2008. La biblioteca del Museo Martorell y los orígenes del coleccionismo zoológico en Barcelona. *Actes D'Historia de la Ciència i de la Tècnica, Nova Época*, **1** (1): 111-118.
- WADDINGTON, J. 1993. Floor loading considerations in a palaeontological collection. *Collection Forum*, **9**: 65-69.