

Los primeros estudios sobre la geología de Almadén

Por OCTAVIO PUCHE RIART (*)

RESUMEN

Se analiza la evolución de los conocimientos geológicos sobre Almadén, de acuerdo con el desarrollo histórico de las ciencias de la Tierra, hasta mediados del siglo XIX.

ABSTRACT

The evolution of the geological knowledge about Almadén is analyzed according to the historical development of the Sciences of Earth up to the middle of the nineteenth century.

La mina de Almadén tiene una existencia que probablemente llegue a los 2500 años, por eso no nos extraña que haya llamado la atención a viajeros y naturalistas desde antiguo.

La mayor parte de las revelaciones escritas que poseemos sobre ella guardan relación con las labores de minería, procesos metalúrgicos para la obtención del mercurio, datos relativos al mineral, tales como la descripción de sus aplicaciones o referencias a su comercialización, así como indicaciones sobre la nocividad del azogue, sin que nadie hasta principios del siglo XVIII planteara ningún problema o vicisitud en relación a la composición, distribución, posición, características y demás datos relativos a los terrenos del lugar.

Existen numerosos trabajos históricos, algunos de cierta importancia, tales como los de ESCOSURA (1896), ZARRALUQUI, J. (1934) y MATILLAS, A. (1958), así como otros de mucha menor envergadura, tales como los de HERNÁNDEZ, A. (1984) y PUCHE, O., con MANSILLA, L. (1985), sin que ninguno profundice en el tema geológico.

Probablemente, el primero en describir la morfología de la mineralización y rocas presentes, en la vieja explotación de Almadén, fuese el científico francés JUSSIEU, A. (1719), enviado a España por su Alteza Real el Duque de Orleans, para la recolección de especies vegetales destinadas a los jardines botánicos parisinos.

Según JUSSIEU, A.: «Las vetas que aparecen en el fondo del pozo, donde trabajan los mineros, son de tres clases:

La más común es roca pura de color grisáceo, en su

(*) Profesor Titular Prospec. e Invest. Minera. E. U. Ing. Téc. Minera de Almadén.

aspecto externo, entevetada de rojo y blanco, con cristales en su interior.

Esta primera puede contener inclusiones de una segunda, que es muy roja, acercándose su color al del plomo rojo.

El tercer tipo es denso, muy pesado, salpicado con intensidad de pequeños destellos plateados.

Entre estas tres clases de veta, en la mina, que son las únicas aprovechables, se encuentran otras rocas de color grisáceo o pizarroso y dos clases de tierras que son grasiensas y untuosass, las blancas y las grises, que se rechazan».

Hasta cerca de medio siglo después no volvemos a encontrar ninguna cita geológica; éstas provendrían de BOWLES, G. (1775), científico irlandés contratado por el ministro ULLOA, A., el cual recorrería España inspeccionando las principales comarcas mineras, visitando Almadén en 1752.

BOWLES, G., describió el yacimiento estableciendo cuatro modalidades de mineralización: «veta arreglada perpendicularmente, veta que atraviesa, mina en capas y mina en trozos, como unidos con las peñas en estado de disolución o blandura, donde la coagulación anticipada de una de las materias es causa de la igualdad con que se presentan las vetas».

Por otro lado, a nuestro autor le preocupaba racionalizar la explotación, ya que éste era uno de sus principales encargos. Las observaciones realizadas le llevaron a la conclusión que para realizar un buen laboreo era necesario sustentar criterios geológicos: «los mineros de Almadén nunca hicieron los socavones siguiendo la inclinación de las vetas, sino perpendiculares», proponiendo: «que se hiciera una mina más abajo, con sólo abrir un

socavón general y profundizar oblicuamente, siguiendo siempre la dirección natural de la veta».

BOWLES, G., no sólo aportó importantes datos sobre la mineralogía, petrografía y disposición de las masas cinabrerías, sino que introdujo consideraciones sobre la explotación, metalurgia, salubridad y demás temas mineros, asesorando al gobierno para que vinieran los maestros alemanes a llevar la dirección facultativa de la mina.

Fue de gran importancia la labor desarrollada por KÖELER, C. (1755-57), STORR, H. C. (1757-84) y HOPPENSACK, J. M. (1784-92), de acuerdo a los criterios establecidos por el maestro irlandés y a los principios teóricos de la escuela sajona, aunque según CASIANO PRADO (1855): «estos directores, entre los que se encontraba HOPPENSACK, conocían muy poco la geología y los que los reemplazaron posteriormente no tenían ningún interés por merecer el calificativo de geólogos».

Pese a todo, STORR, H. C., y su colaborador ESTEMBUCH, J. J., intentaron, en 1771, crear un aula para la enseñanza de la mineralogía, en un intento de formar profesionales para España y sus reinos del Nuevo Continente, pero el propósito no llegó a cuajar por efecto del fallecimiento de este último.

Pocos años después, tras gestiones de STORR, H. C., con el ministro GÁLVEZ, se crea la Escuela de Minas de Almadén, en 1777, cuyo fin sería: «enseñar a los jóvenes profesores de matemáticas que se remitan de estos reinos, y los de América, para que se instruyan en la teoría y la práctica de la Geometría Subterránea y Mineralogía».

Además, ante la falta de textos docentes, STORR, H. C., escribiría un libro en alemán, cuya traducción nunca se terminó, titulado «Curso de Mineralogía y Geometría Subterránea».

No se puede considerar extraño que hasta la fecha nadie hubiese desarrollado trabajo geológico alguno, ya que esta ciencia no existía como tal. Al respecto, escribía LYELL, Ch. (1827): «Mientras que en la infancia de la civilización los límites de la historia, poesía y mitología quedan indeterminados, ocurre lo mismo con la geología; su naturaleza distinta y su carácter positivo no fueron reconocidos hasta mucho más tarde, siendo confundida durante mucho tiempo con otras ciencias. En la misma época de WERNER, es decir, a finales del siglo XVIII, no era considerada más que como una rama secundaria de la mineralogía; de igual forma, DESMAREST la sitúa en el dominio de la geografía física. La causa más probable y más general de esta confusión residía en que se quería imponer como objetivos de la geología el descubrimiento de los orígenes de la Tierra o, como imaginaba otro, el estudio de las fuerzas cosmológicas puestas en marcha por el Creador de la naturaleza para retirar a este planeta del caos, así como para llevarlo al punto de habitabilidad y perfección en que se encuentra hoy. HUTTON fue el primero en intentar trazar una línea de demarcación, fuertemente pronunciada, entre su ciencia favorita y la cosmología. Este declaraba que la geología es por completo ajena al origen de las cosas».

El primero en utilizar el término geología fue el suizo SAUSSURE, H. B. (1770), en sus trabajos sobre los Alpes

y el Jura. Pero el empleo universal del mismo no ocurriría hasta bastante después.

Según nuestra opinión, la geología aparece como evolución de la geognosia, materia definida por WERNER (1776), profesor de mineralogía de la Escuela de Minas de Freiberg, como: «la ciencia que estudiaba la distribución natural de los minerales en cada especie de rocas, las relaciones entre estas rocas, su distribución geográfica y su forma de yacer». Como es sabido, WERNER fue el primero en aplicar las ciencias de la Tierra al arte minero y probablemente este sentido utilitario de la geología fuese el que forjara las condiciones óptimas para su desarrollo.

Es precisamente en esta época cuando acontece el nacimiento de las primeras Escuelas de Minas: Freiberg (1766), Schemnitz (1769), San Petersburgo (1772) y Almadén (1777). La importancia que en ellas se dio a la geología y los variados estudios geognósticos realizados por sus alumnos confirman lo anterior.

En 1829, PRADO, C., llegaba becado a Almadén para estudiar la carrera de ingeniero. El Superintendente de las Reales Minas, ELHUYAR, F., dio las instrucciones a los pensionados: «En los días y huecos que permitan sus principales distribuciones, se dedicarán a recorrer los cerros de las inmediaciones para observar su respectiva constitución geognóstica, la naturaleza y variedad de rocas que la compongan, su estratificación, criaderos minerales y demás peculiaridades que presenten, recogiendo muestras para su propia instrucción y remisión a la Dirección de las que juzguen puedan interesarle».

Al poco tiempo de ingresar en la Academia, PRADO, C., comenzaría a realizar sus primeros estudios geológicos. Años más tarde diría: «Yo fui el primero, en 1830, en hacer un plan petrográfico de la mina principal, que se encuentra bajo la misma ciudad de Almadén, a la profundidad de 234 m., allí observé los planos de estratificación, que en este nivel están bastante deformados, y constaté que cada roca presenta un color diferente».

El primer estudio geológico, realmente serio, sobre la zona corresponde a LE PLAY, F. (1834). En primavera de 1833, tras la lectura de la obra de BOWLES, W., «Introducción a la Historia Natural y Geografía Física de España», y probablemente previo conocimiento de los trabajos de HUMBOLDT, A., y HAUSSMAN, este último autor de la primera síntesis geológica del suelo español, nuestro hombre recorrería parte de Castilla-La Mancha, Extremadura y Andalucía, visitando la comarca de Almadén.

Este ingeniero de minas francés no andaba muy equivocado cuando nos narraba: «Espero que las recientes observaciones que he realizado, durante un período de dos meses, centraran próximamente, sobre ellas, las investigaciones de los geólogos y ayudará algo al interés que, después de tanto tiempo, han supuesto los nombres de Almadén y Guadalcanal en los mineros y en los mineralogistas».

El trabajo de LE PLAY, F., queda dividido en tres partes, cuyos contenidos enumeramos a continuación:

a) Configuración del terreno.

- b) Caracteres de las rocas y minerales útiles diseminados en ellas, junto a la exposición gráfica de algunos acontecimientos geológicos.
- c) Conclusiones deducidas de los hechos observados, comparando los lugares investigados con otras zonas del resto de Europa. Finalizando la obra con un estudio sobre la formación de las cadenas montañosas descritas.

Veamos, a continuación, un resumen de las aportaciones geológicas contenidas en cada una de estas tres partes:

a) En cuanto al análisis del relieve, observamos una descripción de las escasas fuentes cartográficas existentes: SAINT VICENT, LÓPEZ, etc., añadiendo una serie de perfiles que vendrán a suponer una idea mucho más exacta de la topografía hasta el momento conocida. En el apartado siguiente, incluso se indica una hipótesis sobre el origen de ésta.

Por otro lado, describe la ubicación de las cuatro cadenas cuarcíticas que marcan el relieve apalachino del lugar, pese a creer de forma inexacta que constituyen los flancos muy inclinados de un pliegue vertical: «como las dos partes de un tejado», cuestión que pudiera haber incidido en la génesis de algunos errores tectónicos cometidos por investigadores posteriores, tal como el realizado por HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P. (1926), el cual situaría el núcleo central de un anticlinal en pleno Almadén.

También sería conveniente resaltar la observación efectuada en la zona de Guadalmez, del paralelismo existente entre los contactos estratigráficos, la dirección general de las cadenas montañosas, cursos de agua y la cuenca granítica de los Pedroches, situada más al sur.

b) En 1834, ni MURCHISON, L. I., ni SEDWICK, A., habían descrito aún los sistemas siluriano y cambriano; por eso no es de extrañar que LE PLAY, F., estableciera la siguiente tabla cronoestratigráfica, de acuerdo con los criterios de la época:

Terrenos terciarios.
Terrenos secundarios.
Terreno hullero.
Terrenos de transición.
Terrenos estratificados cristalinos.
Rocas ígneas.

Respecto a la descripción de las rocas ígneas, tendremos que tener en cuenta las variaciones experimentadas en cuanto a su clasificación, así como algunas inexactitudes efectuadas durante el reconocimiento «de visu», que llevaron a LE PLAY, F., a presentar como granitos los granitoides de Garlitos o como eufótidos las doleritas del nordeste de Almadén. También enumeraría la presencia de trapps.

Para nuestro autor, en los terrenos de transición ocurre que: «Las rocas presentan una gran analogía con las que se observan en otras provincias de Europa, circunstancia que aporta un nuevo dato sobre la uniformidad de las causas que, en las edades reconocidas en nuestro Globo, presidieron la formación de los terrenos»; apre-

ciándose una neta influencia de la escuela actualista o uniformista en sus razonamientos.

No es improbable que LE PLAY, F., conociese parte de la obra, en versión inglesa de LYELL, Ch. (1830-34), denominada «Principios de Geología», para algunos primer texto universal de esta materia y que posteriormente sería traducida al francés por MEULIN, T., bajo los auspicios de ARAGO, F., en 1843.

LE PLAY, F. no conseguiría establecer la serie estratigráfica local, indicando el orden de superposición de los diversos grupos de rocas. Tal vez por eso integre dentro de un mismo paquete los terrenos paleozoicos de Almadén con los de la serie esquistoso-grauváquica precambriana del valle de Alcudia. Aunque, por otro lado, determina la existencia de los dos pisos constitutivos de los terrenos de transición, mediante criterios paleontológicos: «La alta cadena que se extiende al sur de esta ciudad (Almadén), en dirección de E-40° N a O-40° S, está compuesta principalmente por capas de cuarcita compacta, en las que no he podido descubrir la menor traza de cuerpos orgánicos fosilizados: al pie de esta cadena, en colinas donde la estratificación media se dirige de E a O, y donde las rocas compuestas de areniscas y filadíos pasan a samitas, se encuentran, al contrario, bastante frecuentemente, restos de animales, idénticos a los que presenta el segundo piso de transición de la Bretaña, en donde se encuentra de forma particular una *Terebrátula*, a pequeñas cotas y en anchos pliegues, así como un *Spirifer*, casi idéntico o totalmente idéntico al *Spirifer attenatus* que figura en la obra de SOWERBY.» Las rocas sin fósiles, existentes sobre las montañas descritas, son consideradas como pertenecientes al piso inferior.

Respecto a los terrenos secundarios, LE PLAY, F., anuncia de forma clara su ausencia: «no existe en Extremadura nada que se parezca a las formaciones secundarias, en capas horizontales o poco inclinadas, que recubren gran parte de Francia, Inglaterra y Alemania. La identidad, de la mayor parte de las rocas del país y de los fósiles que en ellas están contenidos, con la de otros entornos de transición y, lo que es aún más cierto, las consideraciones sobre la superposición de las cuencas hulleras que antes describí, no pueden dejar ninguna duda sobre la naturaleza de la mayor parte del terreno del entorno.»

Esta negación a la existencia, en dichos lugares, de la era mesozoica viene a desmentir una serie de aseveraciones realizadas posteriormente por BEUDANT, F. S., que a los pocos años enmarcaría los terrenos de Almadén en el Triás, tal vez buscando analogías cronológicas con el yacimiento de Idria (Yugoeslavia).

Los terrenos terciarios son mencionados en otras zonas, principalmente al sur de Sierra Morena.

Se realiza una detallada descripción de las rocas sedimentarias presentes de acuerdo con los criterios clasificatorios de la época; aunque en casos se recogen terminologías propias del lugar, tal y como ocurre con una roca vulcano-sedimentaria, la piedra fraileasca, que no hace mucho tiempo sería definida como toba piroclástica por FEBREL, T. Según nuestro autor, esta roca: «a causa de su color grisáceo, adquiere semejanza al del hábito de ciertas órdenes religiosas (frailes)», de ahí su nombre.

También se describe la mineralización, enunciando la presencia de cinabrio, mercurio nativo y piritita, indicándose la situación de los filones existentes, así como su potencia, determinando, por primera vez, la presencia de la roca fraileasca como metalotecto: «los depósitos de fraileasca están aislados en el extremo sudoeste del yacimiento de Almadén: sus límites se desconocen, pero son ciertamente distintos de las rocas de transición, ... y es probable que haya una conexión entre su origen y el de los filones». A deducciones similares llegaría SAUPE, F., en 1973.

De todas formas, no todos los autores han desarrollado idénticos razonamientos, las reflexiones apuntadas, respecto a la conexión entre la fraileasca y la mineralización, han servido de punto de discusión y polémica, por ello hemos decidido recoger, como elemento de comparación, la versión de ALMELA, A., y FEBREL, T. (1960): «Podría suponerse, ya que las minas de cinabrio se encuentran generalmente en lugares en que existen mayores espesores de rocas tobáceas, Almadén, Valdeazogues y Las Cuevas, que pudiera existir una relación genética, ya que también la existe entre mineralización cinabrifera y tobas. Negamos tal relación, ya que para nosotros la mineralización cinabrifera ha sido muy posterior a la formación de las tobas.»

c) En las conclusiones, se aprecia la ejecución de algunos errores y bastantes ciertos:

— Establece una discordancia inexistente entre la cadena cuarcítica, que discurre al sur de Almadén, y los terrenos más plásticos del fondo del valle, situados al norte de los anteriores, los cuales aparecen replegados y con rumbos aparentemente diferentes.

— Describe la existencia de una segunda discordancia, anterior a la deposición del terreno hullero, e indica la presencia de un proceso tectónico causante del fin de la sedimentación carbonífera.

— Insiste en la ausencia de referencias para una posible definición de revoluciones posteriores, basándose en la existencia de una laguna estratigráfica entre el terreno hullero y el segundo piso del cenozoico, pero le asigna la génesis de los estratos levantados, la formación de las depresiones, generalmente acompañadas por la aparición de masas cristalinas, y la existencia de fallas de desgarramiento, causantes de las dislocaciones presentes en los terrenos sedimentarios.

— Aparentemente verifica las leyes que, según BEAMONT, E., se habían dado en la génesis de los sistemas montañosos del resto de Europa.

— Reconoce los terrenos terciarios, describiendo la presencia de ofitas, al igual que lo hiciera DUFFRENOY en los Pirineos.

— Y determina para los yacimientos de cinabrio un origen reciente, al asignar al criadero un carácter filoniano, en función de la presencia de algunas fisuras mineralizadas paralelas a la estratificación, y por la existencia de bolos ofíticos, supuestamente terciarios, dentro de las masas de cinabrio.

Queda claro que, pese a sus errores, LE PLAY, F., fue el primero en tratar de ordenar los estratos del lugar, iden-

tificándolos mediante los fósiles, en una época en que los conocimientos eran bastante precarios.

Recordemos que apenas hacía unos años desde que SMITH, W. (1799) estableciera la existencia de diversos pisos en el sistema liásico, mediante el auxilio de la paleontología, como primer paso para el desarrollo de la estratigrafía, ante la conversión de los fósiles en elementos de datación relativa de los terrenos.

LE PLAY, F., también fue pionero en la definición de los procesos tectónicos acontecidos, así como de la historia geológica.

De igual manera, nos aporta la primera versión sobre la génesis del criadero asociándole a procesos epigenéticos.

En definitiva, LE PLAY, F., configura un gran trabajo en una zona virgen, geológicamente hablando, llegando a unas conclusiones verdaderamente revolucionarias.

En 1838, EZQUERRA DEL BAYO, J., ex-alumno de Almadén y Freiberg, tras visitar numerosas localidades españolas y estudiar en detalle algunos de los más importantes yacimientos mineros, publica una buena parte de los datos recopilados bajo la denominación de Apuntes geognósticos y mineros de una parte del mediodía de España. La edición se realizaría en el primer tomo de los Anales de Minas, revista que trata de emular a su homónima francesa Anales des Mines y en cuyas páginas se aprecia una febril actividad encaminada al desarrollo de los trabajos geológicos. En este número y en los siguientes aparecerían magníficos estudios mineralógicos, geognósticos, paleontológicos y de cualquier otra rama de las ciencias de la Tierra, firmados por ingenieros formados en las aulas de la Academia de Almadén.

EZQUERRA DEL BAYO, J., se queja ante la ausencia de una cartografía precisa que sirva como base para el levantamiento del mapa geológico, explicando que: «mientras no tengamos un buen mapa topográfico de la Península, no podremos siquiera pensar en formar una carta geognóstica, porque ésta se funda en aquel».

El que como yo haya ensayado a trazar en el mapa de LÓPEZ las observaciones recogidas en el itinerario de un viaje, se habrá encontrado con resultados enteramente contrarios a los fenómenos observados: y ¿cómo no ha de suceder así, cuando los pueblos están situados siete, ocho o doce leguas fuera de su verdadera posición, y cuando hasta el curso de muchos ríos se halla cambiado? No solamente no tenemos un buen mapa general de España; pero ni tampoco de una sola provincia; por lo tanto debemos renunciar por ahora a marcar sobre el papel los límites de las diferentes formaciones geognósticas que constituyen el terreno de nuestro país: lo más que podremos hacer es, indicar las localidades en las que se encuentra tal o cual formación, sin detenernos en detallar por donde corren sus límites de separación con las formaciones inmediatas».

Desde que LÓPEZ, T., a finales del siglo XVIII, realizara el genuino atlas hispánico, donde aparecía un compendio de mapas detallados de todas las provincias españolas, hasta que IBÁÑEZ DE IBERO, C. (1859), Director del Instituto Geográfico y Estadístico, estableciese las reglas para la medida de la base central de la red geodésica española, no

hubo progresos importantes en cuanto a las posibilidades de adquirir buenos mapas topográficos. Pese a todo, en 1850, EZQUERRA DEL BAYO, J., realizaría el primer mapa geológico nacional, a escala 1:2.500.000. Recordemos que hacía, aproximadamente, veinte años de la publicación de la cartografía geológica del resto de Europa, en la obra de LYELL, CH., pero debemos asumir que la ejecución de la parte ibérica era, y sigue siendo, mucho más compleja.

EZQUERRA DEL BAYO, J., considera una secuencia estratigráfica similar a la de LE PLAY, F., de acuerdo con la clasificación werneriana:

- Terrenos terciarios.
- Terrenos secundarios.
- Terrenos hulleros.

(1)	(2)	(3)
Grupo moderno	} Aluvial	} Orden superior
Grupo de los bloques erráticos		
	} Aluviales antiguos	
Grupo supercretáceo	} Terciario	
Grupo cretáceo	} Secundario	} Orden supermedio
Grupo oolítico		
Grupo de la arenisca roja		
Grupo carbonífero		
Grupo de la grauvaca	} Terrenos de transición	} Orden submedio
Grupo de los primeros fósiles		
Sin orden de sucesión determinado	} Terrenos primitivos	} Orden inferior
Rocas volcánicas, trapps, serpentinas, granitos y otras rocas ígneas	} Organizaciones ígneas en medio de las rocas estratificadas, dispuestas de acuerdo al orden en que aconteció el suceso.	} Lo mismo que en la clasificación werneriana reformada

Refiriéndose al yacimiento de cinabrio de Almadén, EZQUERRA DEL BAYO, J., nos describe su posición estratigráfica, indicando que: «no está todavía bastante estudiado geognósticamente para poderlo describir bien detalladamente. Sin embargo, podemos decir que el terreno en que se halla este criadero corresponde al grupo de la grauvaca, alternando en él las capas de arcilla, de arenica, de grauvaca propiamente dicha y de caliza. Las capas más antiguas, esto es, las procedentes de la primera sedimentación, no presentan absolutamente ningún resto orgánico; en las más modernas abundan extraordinariamente los restos orgánicos característicos de esta formación, particularmente de la familia de las *Terebratullas*. De los ejemplares que han llegado a mis manos he creído poder distinguir: *Strigoccephalus urtinii* (DEFRANCE), *Cyrtia trapezoidalis* (DALMAN) *Conocardium elongatum* (BRONN) y dos o tres especies de *Terebratullas*.

También se encuentran ejemplares muy completos de *Calymene blumenbachi* y *Calymene macophthalma* (BRONGNIART).

- Terrenos de la grauvaca (o segundo piso de transición).
- Terrenos primitivos.

Se aprecia la ausencia de los terrenos pertenecientes al grupo de los primeros fósiles (o primer piso de transición), pero recordemos que, hasta el momento, nadie había encontrado y clasificado ningún vestigio orgánico petrificado perteneciente a la que BARRANDE, J., denominaría fauna primordial.

Recogemos a continuación las clasificaciones estratigráficas más comúnmente utilizadas en aquella época: (1) DE LA BECHE, (2) Clasificación werneriana reformada, de la que existen numerosas variantes, y (3) CONYBEARE, W. D. y PHILLIP'S, W.

En las capas de caliza abundan mucho las petrificaciones, pero es muy difícil obtenerlas separadamente porque forman con la roca una masa íntima y compacta. Se ven en ella además de las *Terebratullas*, algunos restos de *Calamopora polymorpha* (GOLDFUSS) y *Radiarias* cuyo género no he podido determinar».

Para EZQUERRA DEL BAYO, J., el modelo tectónico observado es muy simple: las erupciones y la aparición en superficie de masas plutónicas, acontecidas en diferentes épocas geognósticas, serían las culpables de la sublevación de las capas, llevándolas a posiciones próximas a la vertical, según direcciones e inclinaciones opuestas, pero entre las que se podrían fijar dos rumbos más generales: E-O y E-25°S.

Asocia la mineralización con las erupciones, indicando que los pliegues o dobleces que afectan a las capas son una consecuencia de ellas: «fenómeno que parece estar en cierta relación con la inyección del mineral de cinabrio que constituye aquellos criaderos».

Describe las rocas de la zona, indicando las que contienen el mineral y se asombra ante la corpulencia de las vetas.

EZQUERRA DEL BAYO, J., al igual que numerosos ingenieros de minas y otros científicos de su época, es un hombre netamente preocupado por la prospección e investigación minera, labor que surge ante la necesidad de encontrar nuevos recursos cuando éstos escasean.

Existen numerosos antecedentes al respecto, BOWLES, G. (1775), en su obra, decía: «debían buscarse nuevas minas de azogue en este distrito, ya por la profundidad que iban tomando, ya por que no podían ser eternas, y, sobre todo, por la práctica que se tiene de esterilizarse toda mina a cierta profundidad, y más las de esta especie».

Poco tiempo después, en 1802, el Mariscal de Campo SAMPER, A., Director del establecimiento, explicaba: «existe la urgente necesidad de aumentar o consignar alguna mayor dotación para registrar y disfrutar en un todo uno las actuales minas, y para buscar otras que ofrezcan algunos disfrutes, a la par de las actuales, y repongan éstas al esterilizarse enteramente».

No son, pues, de extrañar las aseveraciones de EZQUERRA DEL BAYO, J., cuando indicaba: «es de esperar que llegue alguna vez el día en que veamos figurar en el presupuesto del Ministerio de Gobernación, un artículo que diga: tantos miles de duros para investigaciones mineras por parte del cuerpo nacional de ingenieros de minas».

CABANILLAS, R. (1838), Director General de Minas del Reino y organizador de la Escuela de Minas de Madrid, de 1833 a 1836, también andaba preocupado por la carencia de documentación e investigación: «Por la particular atención con que siempre fueron miradas las minas de Almadén, debía esperarse que nuestros mayores nos hubieran transmitido noticias de ellas capaces de manifestar el orden de sus labores, respectivo estado de sus frutos, calidad de ellos y demás que podía dirigirnos al conocimiento de los filones que antiguamente se disfrutaron, mas por desgracia no tenemos aún la más mínima idea de estas interesantes particularidades, que nos conducirían al hallazgo de los minerales que ellos dejaron».

CABANILLAS, R. no era partidario de quedarse con los brazos cruzados, estableciendo unos criterios lógicos para la prospección de nuevos yacimientos, indicando que: «si generalmente son convenientes los registros en los terrenos y puntos donde se presentan indicios metalíferos, mucho más deben serlo en Almadén y en Almadenejos, en donde alguno de los establecidos hasta ahora, al paso que se nos han presentado trabajos antiguos, prueban haberse sacado de ellos grandes cantidades de cinabrio».

Por otro lado, CABANILLAS, R., como dirigente de la minería española, estaba preocupado por el laboreo, pero él sabía muy bien que la explotación depende de la disposición y características del terreno, por eso comprobaba el estado de las minas en la época de BOWLES, G., donde esto no se tenía en cuenta, con la época en que vivía; explicando que: «siguen en su laboreo el sistema más acomodado a la formación de sus minerales».

Por último indicaremos que nuestro autor considera algunas otras circunstancias geológicas, por ejemplo, des-

cribe las características y composición del filón: «con la potencia o grueso de 14 pies; y si bien, en el día, es de mediana cantidad, apareciendo el cinabrio diseminado en masa en una roca arenisca impregnada en azogue vivo, va mejorando a medida que se gana profundidad».

En aquellos tiempos la Escuela de Almadén estaba en pleno apogeo, recibiendo en su biblioteca las principales obras científicas europeas que eran traducidas al castellano, incrementándose así los conocimientos del profesorado.

En 1841 la Escuela de Almadén se transforma en Escuela Práctica de Capataces de Minas, correspondiendo el discurso de inauguración a PRADO, C., del que recogemos la siguiente frase: «Por lo que respecta a la geología, de la que el minero puede sacar tanto fruto, bien fuera de desear que a su enseñanza se diera un gran ensanche.»

De todas formas, la enseñanza de la Geología siempre se tuvo en consideración en la Escuela de Almadén; del énfasis puesto en su enseñanza son buena prueba de ello los nombres de AMAR DE LA TORRE, R.; EZQUERRA DEL BAYO, J.; LUXAN, F.; NARANJO, F.; MAESTRE, A.; PELLICO, R., y PRADO, C., así como el de muchos otros de menor importancia.

Retornando al año 1838, encontramos un nuevo trabajo de EZQUERRA DEL BAYO, J., enviado al Boletín de la Sociedad Geológica de Francia, en el que se realiza un estudio sobre las minas de cinc de Riopar, cerca de Alcazar, comparándolas con las de Almadén. A continuación recogemos algunas consideraciones al respecto:

Las rocas que LE PLAY, F., denominara brechas frailecas son llamadas en este artículo grauvacas brechiformes.

El modelo tectónico propuesto es muy simple: «las capas originalmente horizontales han sido levantadas tempranamente por erupciones de rocas graníticas y pórfido negro que consolidó en diversos períodos. Estas erupciones se muestran en Almadén y por diversos lugares hasta el Tajo. La erupción de granito discurre paralela a Sierra Morena de E-N.E a O-N.O, de suerte que resultan dos líneas que se cortan en ángulo muy obtuso».

Se describe también el posicionamiento de la mineralización.

Y, por último, se aporta la novedad de relacionar la mineralización con el emplazamiento de las masas intrusivas, generándose así la precipitación por sublimación: «Estas erupciones han formado numerosas cavidades que fueran rellenadas por exhalaciones de mercurio y azufre combinados para dar cinabrio, o bien han quedado aislados. En este último caso el mercurio libre se reparte por cualquier sitio que haya podido encontrar un pasaje a través de las rocas impermeables hasta las capas arcillosas que lo detuvieron. El azufre es llevado al hierro con el que ha formado las piritas».

Como vemos, EZQUERRA DEL BAYO, J., como la mayor parte de los estudiosos de la época establece para los criaderos de cinabrio un modelo epigenético. Hasta 1926 no surgirían hipótesis contrapuestas, al asignarles FÁBRICA, P., un origen sinsedimentario. Esta última teoría sería

recogida mucho después por SAUPE, F. (1973), sentando las bases para un auténtico debate.

En 1850, NARANJO Y GARZA, F., profesor de la Escuela Especial de Minas, es requerido por el Ministerio de Comercio para realizar el reconocimiento geológico de la cuenca del Guadiana, dándole las instrucciones siguientes:

- 1.º Reconocer la citada cuenca en toda su extensión.
- 2.º Designar los grupos de rocas que la constituyen.
- 3.º Determinar el límite de formaciones diferentes y el espesor e inclinación de las capas en los terrenos de sedimento.
- 4.º Marcar los puntos más notables que tengan relación con la minería y principalmente aquellos en que para beneficio de la agricultura puedan adquirirse aguas de riego ya sea por la perforación de pozos artesianos o por otros medios.
- 5.º Ilustrar este trabajo con los cortes geológicos necesarios para examinar la estructura y disposición de las rocas y puntos de más interés de la cuenca.
- 6.º Recoger en cuanto sea posible una colección de minerales, rocas y fósiles del terreno, con destino a la colección geográfica del Reino.

El trabajo de NARANJO, F., abarca la comarca de Almadén, pero no presenta gran interés, porque sus descripciones son poco importantes y carecen, prácticamente, de innovaciones.

Considera un modelo tectónico similar al de EZQUERRA DEL BAYO, J., asignando el origen de los plegamientos y de la mineralización a los pórfidos, los cuales: «debieron dar origen a los célebres criaderos de Almadén en cuyas cercanías (Peñabarriga, Montejecar, Puerto del Ciervo y Fuente del Lintero), se descubren los primeros focos de erupción».

Y asigna al criadero una edad siluriana, por la presencia de fósiles, tales como *Trilobites*, *Spirifers* y *Terebratulles*, características del grupo de la grauvaca. Por otro lado a la denominada por LE PLAY, F., caliza de Llerena, roca consistente de color azul oscuro y ligeramente efervescente con los ácidos, le asigna edad devoniana. Se aprecia, pues, un cambio en la nomenclatura estratigráfica, ya que hasta el momento nadie había nominado a los sistemas geológicos descritos.

En los tiempos de LE PLAY, F., la geología no había adquirido aún el contenido doctrinal suficiente para que el ingeniero de minas francés llegara a conclusiones concordantes con los conocimientos actuales. Por eso hemos de esperar la vuelta a Almadén de PRADO, C., como vocal y miembro activo de la recién creada Comisión del Mapa Geológico de la provincia de Madrid y General del Reino, institución dirigida por el general LUXÁN, F., desde sus inicios, en 1849. El estudio realizado por este científico se desarrolla desde 1852 a 1855, presentando gran interés y marcando las pautas de numerosos trabajos posteriores. Según ALMELA, A.; ALVARADO, M.; COMA, I.; FELGUEROSO, C., y QUINTERO, I. (1962) es algo excepcional: «Para nosotros, y permítasenos consignarlo así, es una satis-

facción haber trabajado en una parte de la zona donde él lo hiciera y podido comprobar la finura de sus observaciones.»

Por aquella época se había avanzado bastante en cuanto a la clasificación de los terrenos, recogiendo a continuación, a modo de síntesis las eras, periodos, pisos, autores que los describen por primera vez y fecha en que lo hicieron.

PRADO, C., al finalizar sus trabajos en la Cornisa Cantábrica, acude a Almadén, tras recoger los datos paleontológicos y estratigráficos aportados por VERNEUIL, M. (1850). El naturalista francés acababa de confirmar, mediante la presencia de fósiles, la existencia en nuestra región del Siluriano Inferior y Devoniano.

Esta situación pudo influir en el hecho del establecimiento, por parte de PRADO, C., de una discordancia entre ambos sistemas. Nuestro autor dató de forma errónea los graptolites, situándolos en el Siluriano Inferior, pese a que al año siguiente les daría su verdadera edad, como puede apreciarse en un comunicado enviado a la Sociedad Geológica de Francia. Por otro lado, la presencia de una abundante fauna del Siluriano Inferior (Ordoviciense), frente a la escasez de ésta en el Siluriano Superior (Siluriano propiamente dicho), pudo haber contribuido a este equívoco.

De todas formas, la distribución de áreas silurianas y devonianas queda bastante bien confirmada en su mapa, identificando a este último sistema por su carácter ferruginoso.

En la obra de PRADO, C., se realizan descripciones litológicas detalladas, enumerando las características de esquistos, cuarcitas, areniscas y calizas, así como de numerosas rocas ígneas.

Los datos fosilíferos aportados por PRADO, C., con el asesoramiento del equipo paleontológico constituido por VERNEUIL, M., y BARRANDE, J., constituyen una información de suma importancia. Destacamos la descripción de la primera fauna primordial encontrada en la Península, en una zona próxima a nuestra región, el hallazgo de algunos de los primeros trilobites y braquiópodos del Ordoviciense y Siluriano español, así como una de las primeras observaciones de la fauna devoniana ibérica.

El modelo tectónico propuesto es muy sencillo, mencionándose la existencia de una fase compresiva en la que se plegaron los terrenos silurianos, con anterioridad a la deposición devoniana, y de una segunda fase, antetriásica, en la que se revolucionaría el conjunto.

Los datos considerados se conjugan en el primer mapa geológico de la comarca de Almadén, donde podemos apreciar la integración del Precambriano en el Siluriano, así como la presencia del Devoniano en los sinclinales de Almadén y Guadalmez.

Este mapa puede que sustentara como base el plano topográfico elaborado por EZQUERRA DEL BAYO, J., en 1838.

Podemos asignar a PRADO, C., la ejecución del primer corte geológico del lugar, si no consideramos como tal el realizado por LE PLAY, F. Según ALMELA, A.; ALVARADO,

ERAS	PERIODOS	PISOS	AUTORES	FECHAS
Cenozoico	Antrópico	Actual Cuaternario		
	Molásico	Plioceno Mioceno	LYELL, CH. LYELL, CH.	1832 1832
	Nummulítico	Tóngrico Parisiense Suesoniense	DUMONT, A. D'ORBIGNY, C.	1839 1852
Mesozoico	Cretácico	Senoniense Cenomaniense Albiense (Gault) Aptense (Tenencico) Neocomiense	D'ORBIGNY, C. D'ORBIGNY, C. D'ORBIGNY, C. D'ORBIGNY, C. THURMAN, J.	1842 1847 1842 1840 1835
		Jurásico	Portlándico Kimmeridgiense (Coralino) Oxfordiense Batoniense	D'ORBIGNY, C. D'ORBIGNY, C. D'ORBIGNY, C. D'HALLOY, O.
	Liásico	Toarciense Sinemuriense	D'ORBIGNY, C. D'ORBIGNY, C.	1849 1849
	Triásico	Keuper Muschelkalk (Conchífero)	ALBERTI, F. ALBERTI, F.	1834 1834
Paleozoico	Carbónico	Pérmico Carbonífero Devoniano	MURCHISON, R. CONYBEARE, W. SEDGWICK, A.	1841 1822 1832
	Silúrico	Siluriano Superior (Murchisónico) Siluriano Inferior Cambriano	MURCHISON, R. MURCHISON, R. SEDGWICK, A.	1845 1835 1835
Pizarras cristalinas				
Rocas de la primera consolidación				

M.; COMA, V.; FELGUEROSO, C., y QUINTERO, I. (1962): «Que diferencia con otros cortes que después se han trazado en el mismo sitio.»

Por último, indicaremos que asigna a los yacimientos de mercurio un carácter epigenético, asociándolos con el magmatismo: «Indiscutiblemente no son contemporáneos con la deposición de las capas silurianas y devonianas. Todo lo que se conoce se opone. Por otro lado no será muy extraordinario que allí tengamos mercurio siluriano y devoniano solamente en un pequeño territorio.» ... «El mercurio, lo mismo que otros metales, es una materia que procede del interior de la Tierra. En la zona de Almadén se encuentran muchas rocas que tienen el mismo origen, como hemos visto. Estas rocas han aparecido en super-

ficie en épocas diversas.» ... «¿La aparición de estas rocas es concomitante con el mercurio?» También describe el proceso de formación del cinabrio ante la acción reductora de la materia orgánica: «Si el mercurio en sus yacimientos deja apercibir alguna afinidad es hacia las materias carbonosas o bituminosas.»

En definitiva, podemos decir que PRADO, C. marca las pautas estratigráficas, paleontológicas, litológicas, cartográficas y genéticas de gran parte de los trabajos realizados con posterioridad.

Terminamos este trabajo resaltando una de las ideas básicas de PRADO, C., la importancia de la geología, así empieza su obra: «Siempre pensé que el estudio de los

terrenos de Almadén debía ofrecer mucho interés, principalmente por la aplicación que puede tener en la explotación de las minas de mercurio que allí se encuentran.»

Gracias a estos pioneros hoy sabemos que la geología es una gran herramienta para el minero, que mediante el apoyo de la prospección e investigación minera se han obtenido frutos importantes y que del análisis histórico se deduce la existencia de un largo camino hasta llegar al conocimiento de los secretos que encierran los terrenos del lugar, particularmente los de la mina de Almadén, que según BOWLES, G. era: «La más rica del Estado, la más instructiva en su labor, la más curiosa para la historia natural y la más antigua que se conoce en el mundo.»

NOTA DEL AUTOR:

En las obras de LE PLAY, F.; EZQUERRA DEL BAYO, J., y PRADO, C., se recogen, entre otras láminas y dibujos, los primeros cortes geológicos, así como mapas topográfico y geológico, elaborados por los mismos, cuya reproducción no acompañamos debido al estado de su conservación.

BIBLIOGRAFIA

JUSSIEU, A. (1719): *Observaciones sobre las prácticas en las minas de Almadén, en España, para la explotación del mercurio y sobre el tipo de enfermedad de los que trabajan allí*. Mem. Ac. R. Sc., núm. 15, París (traducido al castellano de una versión inglesa por AVILERO, C., Rev. Geol. y Min., núm. 0, 1985).

BOWLES, G. (1775): *Introducción a la Historia Natural y a la Geografía Física de España*. Imprenta Real. Madrid.

LE PLAY, F. (1834): *Itinerarie d'un voyage en Espagne, précede d'un aperçu sur l'état actuel et sur l'avenir de l'industrie minière dans ce pays*. Ann. des Mines, 3ème. sér., t. V, pp. 175-236. París.

LE PLAY, F. (1834): *Observations: sur l'Extremadure et le nord d'Andalouse et essai d'une carte géologique de cette contrée*. Ann. des Mines, t. VI, pp. 297-380 y 475-522.

CABANILLAS, R. (1838): *Memoria sobre la mina de Almadén*. An. de Minas, t. I, pp. 399. Madrid.

EZQUERRA DEL BAYO, J. (1838): *Apuntes geognósticos y mineros sobre una parte del mediodía de España*. An. de Minas, t. I, pp. 322-359. Madrid.

EZQUERRA DEL BAYO, J. (1838): *Detaills géologiques sur Almadén*. B. S. G. F., 1ér. sér., t. X, pp. 106-108. París.

LARRAÑAGA, D. (1839): *De las minas de cinabrio*. An. de Minas, t. II, pp. 285-310. Madrid.

NARANJO Y GARZA, F. (1853): *Reconocimiento geológico de la cuenca del Guadiana*. Rev. Min., t. I, pp. 65-82. Madrid.

YEGROS, S. (1851): *Departamento de minas de Almadenejos*. Rev. Min., t. V, pp. 548-561. Madrid.

PRADO, C. (1855): *Memoria sobre la geología de Almadén, de una parte de la Sierra Morena y de los Montes de Toledo*. B. S. G. F., 2ème. sér., t. XII, pp. 182-204 (traducido al castellano por PUCHE RIART, O., Ed. E. U. P. A., 1985. Almadén).

VERNEUILLE, M., y BARRANDE, J. (1855): *Description des fossiles trouvés dans les terrains siluriens et devoniens d'Almadén, d'une partie de la Sierra Morena et des Montagnes de Toledo*. B. S. G. F., 2ème. sér., t. XII, pp. 964-1025. París.

Noticias

2.º CURSO DE RIESGOS GEOLOGICOS (Madrid, 13 al 17 de junio de 1988)

PRESENTACION: Aunque a menudo se considera la Tierra como símbolo mismo de estabilidad y permanencia, existen procesos activos en ella que generan un tipo especial de riesgos para las comunidades: los Riesgos Geológicos. Basta recordar el deslizamiento del pueblo granadino de Olivares en 1986, las inundaciones catastróficas del Levante español en 1982 y 1986 o la erupción del Nevado del Ruiz en 1985 en Colombia. En España, los Riesgos Geológicos pueden llegar a suponer en los próximos treinta años unas pérdidas superiores a los ocho billones de pesetas.

Para enfrentarse con éxito a estos Riesgos es necesario un conocimiento global de los mismos, tanto de su génesis como de los sistemas desarrollados para su prevención y predicción. Este es el objetivo del curso, de carácter introductorio, y dirigido a un público amplio de profesionales que tienen relación con estos Riesgos, preferentemente de administraciones públicas, empresas y universidades de países de habla española.

ORGANIZACION: Instituto Geológico y Minero de España. Área de Geología Ambiental y Geotecnia. Comité Científico: F. J. Ayala, J. J. Durán, E. Elizaga. Secretaría de Organización: L. Garrido, J. F. Jordá, T. Peinado.

CALENDARIO: El Curso tendrá una duración de cinco días; la inauguración será el lunes 13 de junio de 1988, a las 11 horas. El fin de Curso será el viernes, 17 de junio de 1988, a las 13,30 horas.

— La fecha límite para la petición de becas será el 15 de abril.

— La fecha límite de pago de inscripciones será el 15 de mayo.

HORARIO: Las clases tendrán lugar en sesiones de mañana y tarde; el horario detallado se encuentra en el programa.

LUGAR: Salón de Actos de la Fundación Gómez-Pardo. Calle Alenza, 1, 28003 Madrid.

MATRICULA: Los derechos de inscripción son de 20.000 pesetas, e incluyen matrícula, documentación y certificado de asistencia.

El importe se abonará por transferencia bancaria a la c/c del IGME, núm. 6.200.756-8 de la Sucursal núm. 2 de CITIBANK, sita en la calle Ríos Rosas, 31. 28003 Madrid.

Es absolutamente indispensable mandar, junto con la solicitud de inscripción, el comprobante (original o copia) de la transferencia bancaria a excepción de los solicitantes de beca. No se considerará válida ninguna inscripción cuyo resguardo de pago no esté en poder de la Organización del curso antes del 30 de abril.

El número de asistentes, dada la disponibilidad de aforo, será de 75; se realizará una selección de cursillistas, dándose preferencia a aquellas personas que solicitaron y no pudieron acceder al Primer Curso de Riesgos Geológicos.

BECAS: Se otorgarán 15 becas, 12 de ellas para titulados españoles y 3 para latinoamericanos. Las solicitudes de beca adjuntarán: Boletín de inscripción, certificado del INEM (se considerará mérito preferente la situación de desempleo) y «curriculum vitae» del candidato.

Los becados tendrán los mismos derechos que el resto de los participantes en el Curso.

SECRETARIA E INFORMACION: Instituto Geológico y Minero de España. Tel. (91) 441 65 00. Ext. 344. Télex: 48054 IGME-E. Calle Ríos Rosas, 23. 28003 Madrid. Telefax: 442 62 16.

PROGRAMA

Lunes, 13 de junio de 1988.—Sesión de mañana: Recepción de cursillistas y recogida de documentos. Inauguración del Curso. Ilmo. Sr. D. Emilio Llorente Gómez, Director General del IGME.

AREA 0: INTRODUCCION.—«Introducción a los Riesgos Geológicos, conceptos preliminares básicos». Proyección del vídeo «Tierra Viva», sobre los Riesgos Geológicos. F. J. Ayala Carcedo, IGME. «La importancia socioeconómica de los Riesgos Geológicos en España». L. González de Vallejo, Prospección e Ingeniería, S. A.

AREA I: RIESGOS LIGADOS A LA GEODINAMICA INTERNA.—Sesión de tarde: «Diapiros en España, dinámica y riesgos». J. del Valle Lersundi. «Geología y terremotos». R. Capote del Villar. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid. «Estado actual de la predicción de terremotos». A. López Arroyo. Instituto Geográfico Nacional.

Martes, 14 de junio de 1988.—Sesión de mañana: «Prevención de terremotos y diseño antisísmico». A. García Yagüe. Servicio Geológico de Obras Públicas. «Geología y vulcanismo». V. Araña Saavedra. Museo Nacional de Ciencias Naturales (C. S. I. C.). DESCANSO. «Predicción y prevención de riesgos volcánicos». J. C. Carracedo Gómez. Instituto de Recursos Naturales de Canarias. (C. S. I. C.). Tenerife. Mesa Redonda - Debate: «Geodinámica interna y riesgos asociados».

AREA II: RIESGOS LIGADOS A LA GEODINAMICA EXTERNA.—Sesión de tarde: «Geología y cambios climáticos recientes». F. López Vera. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid. «Factores que controlan los procesos de erosión-sedimentación». J. del Val Melús. IGME. «La erosión en España». F. López Cadenas del Llano. Profesor emérito. Universidad Politécnica. Madrid.

Miércoles, 15 de junio de 1988.—Sesión de mañana: «Deslizamientos, desprendimientos y avalanchas». M. Ferrer Gijón (IGME). «Corrección, instrumentación y control de movimientos del terreno». J. M. Rodríguez Ortiz. E. T. S. de Arquitectura. Universidad Politécnica Madrid.