

## A. G. WERNER (1749-1817): LOS OBJETOS GEOLÓGICOS EN EL ESTUDIO CIENTÍFICO DE LA TIERRA Y SU ENSEÑANZA

*A.G. Werner (1749-1817): the geological objects in the scientific study of the Earth and its teaching*

Enrique Silván \* y Francisco A. González Redondo \*\*

### RESUMEN

*En este trabajo se tratan de forma breve y sucinta algunos aspectos de la vida, obra y trayectoria docente de A. G. Werner (1749-1817), profesor en la Academia de Minas de Freiberg.*

### ABSTRACT

*In this paper several aspects about the life, works, and teachings of the Professor at Freiberg's Academy of Mines, A. G. Werner (1749-1817), are briefly summarized.*

**Palabras clave:** A. G. Werner, minerales, rocas, formaciones geológicas, historia de la geología  
**Keyword:** A. G. Werner, minerals, rocks, geological formations, history of geology

### LOS INICIOS DE UNA CARRERA DOCENTE EN Y DESDE SAJONIA

Al hilo de dos trabajos realizados por los autores (González Redondo, 2003 y Silván, 2007), surgió la idea de publicar el presente artículo sobre Abraham Gottlob Werner, profesor de la Academia de Minas de Freiberg, en su día famoso y hoy casi olvidado.

Nació el 25 de Septiembre de 1749, en el seno de una familia relacionada con la industria del hierro. El propio Werner (Fig. 1) se recordaría a sí mismo rompiendo fragmentos de roca cuando aún era muy pequeño e interesado en las rocas que le regalaba su padre como recompensas por sus avances en la lectura, esas muestras las guardaba en una caja y le interesaba el lugar de procedencia de cada ejemplar así como el uso que se le daba a cada tipo de material. A los 6 o 7 años tenía, entre otros libros, un diccionario mineralógico cuyos capítulos de minerales y minería le interesaban especialmente.

Sorprendentemente, estudió en un internado de huérfanos en la ciudad de Buzlau en Silesia, aunque luego pasaría a trabajar junto con su padre. En esta actividad no duraría cinco años; había algo que le interesaba con gran intensidad: el estudio de minerales. Por lo tanto, abandonó las fundiciones y, sin dudar, se inscribió en la Academia de Minas de Freiberg (Sajonia) en el año 1769. Esta Academia había sido creada el 13 de Noviembre de 1765, bajo el patrocinio de Friederich Wilhelm von Opperl y Friederich Anton von Heynitz, como institución para la formación de técnicos capaces de explotar con eficiencia los yacimientos mineros así como encontrarlos y valorarlos.

La formación en la Academia contemplaba actividades teóricas (lecciones dictadas por profesores) y actividad prácticas. Gracias a estas últimas Werner recorrió una gran cantidad de minas del distrito de Freiberg implicándose incluso en el trabajo manual en el interior de los pozos. Pero su salud no era buena y a lo largo de su vida no fue mejorando; esto podría explicar su casi nulo gusto por los viajes, en su mayoría realizados en esta época juvenil y en la región minera de Sajonia.



Fig. 1. Retrato de Abraham Gottlob Werner.

\* Dpto. Didáctica CC. Experimentales. Facultad de Educación (UCM). c/ Rector Royo Villanova s/n. 28 40 Madrid. e-mail: [esilpob@edu.ucm.es](mailto:esilpob@edu.ucm.es)

\*\* Dpto. Álgebra. Facultad de Educación (UCM)

Debió de destacar entre sus compañeros, de modo que le ofrecieron un puesto en el Cuerpo de Minas de Sajonia. Pero la oferta no le resultaba tan atractiva como la posibilidad de proseguir estudios en la universidad de Leipzig donde, en 1771, comenzaba unos estudios. Los dos primeros años consistieron en cursos de leyes, mientras el tercero y último año estaría centrado fundamentalmente en lenguas modernas y filosofía, aunque nunca abandonaría su interés por la mineralogía.

La educación de Werner, propia del Siglo de las Luces, fue lo que hoy llamaríamos progresista, y, aunque estaba influido por el Pietismo Germano que le condujo hacia el Deísmo<sup>1</sup>, era claramente refractario al uso de argumentos extracientíficos en la discusión científica<sup>2</sup>.

Se había integrado en esos años de estudiante en una institución académica, la *Sociedad Económica de Leipzig*, que realizaba reuniones donde se hablaba de los temas más variados. A esta sociedad pertenecía también J.S.T. Gehler, cuyo hermano, J.K. Gehler, era autor de un trabajo, publicado con el título de “*De Characteribus Fossilium externis*”, que atrajo la atención de Werner hasta el punto de preparar su traducción al alemán. Tras enseñársela a su amigo el doctor J.E. Kapp, éste le recomendó que abandonara la tarea y elaborara un texto que, aunque se mantuviera en esa línea, evitara la poca organización y las imprecisiones de Gehler, incluso procurando que fuera más completo.

Aceptando el reto, en Diciembre de 1773 había completado las trescientas paginas de su “*Von der Aüsserlichen Keunzeichen der Fossilien*”. Al año siguiente lo publicaría en Leipzig Seigfried Lebrecht Crusius por recomendación del mencionado Dr. Kapp.

El estilo de Werner en esta obra, por encima de cualquier otra característica, parece práctico aunque también debe destacarse el tono engolado con que justifica la tarea que se ha impuesto. Este modo de escribir lo conservaría el resto de sus días. Como ejemplo veamos la introducción del libro:

#### **“De las características externas de los fósiles.**

*El título de este breve tratado promete al amable lector un estudio de las características externas de los fósiles. No obstante, me he tomado la libertad de ir un poco más allá de estos límites, y exponer en el mismo mis opiniones sobre los errores de la mineralogía y el modo en que deberían subsanarse. Dado que considero que no es de los de menor importancia el descuido de la descripción de los fósiles por sus características externas, descripción que considero ser lo más necesario en mineralogía, así ha sucedido que me he centrado fundamentalmente en las características externas de los fósiles y ellas se han convertido en objeto principal de este tratado.*

*Con este fin pues, he mostrado que supuestos rasgos externos tienen que ser utilizados, no como ha sucedido hasta ahora para llevar a cabo la clasificación sistemática de los fósiles, sino sencillamente para realizar la definición de sus conceptos externos, y que, por lo tanto, **debe ser** adoptada la descripción. Además, que tales características externas, como las que hasta ahora han utilizado los mineralogistas, carecen en exceso de definición y cuán preciso es que haya una. Finalmente, que la perfección y utilidad de la descripción externa de los fósiles, junto con la determinación de las características externas, cosas de las que hasta ahora carecemos, descansa sobre el hecho de que las tengamos en su integridad y bien organizadas.*

*Para superar en cierta medida estas carencias, me he esforzado, no sólo, en establecer primeramente el verdadero concepto de características externas de los fósiles y, en segundo lugar, en determinar cada una de ellas con tanta exactitud como he podido, sino que además he indicado cómo llevar a cabo descripciones organizadas de los fósiles completas y apropiadas. Para mayor claridad, todo esto lo he ilustrado añadiendo ejemplos.*

...

*Si se diera el caso de que en algún momento futuro, la mineralogía fuera tratada según las propuestas que aquí establezco, nos libraríamos de los manuales de algunos, ya que por fin a quienes pretendieran elaborar un manual de mineralogía no les resultaría tan fácil, y se les exigirían observaciones hechas con mayor esfuerzo y habilidad. Además, obras desarrolladas de esta manera, por lo menos si procedieran de las manos de mineralogistas expertos, hábiles y atentos, serían mucho más útiles que todas las que hasta ahora tenemos, pues, en caso de que halláramos un fósil desconocido, por fin podríamos determinar su concepto externo por observación de sus características externas y consultar dicho concepto en el sistema, para saber su nombre y su género, o si hallásemos en el sistema establecidos fósiles que nunca hemos visto, obtendríamos inmediatamente de su descripción el concepto externo completo de los mismos y podríamos reconocerlos por dicho concepto en cuanto losuviésemos delante sin tener que vernos incomodados por conjeturas inseguras y a menudo falsas”.*<sup>3</sup>

Tras la muerte del autor en 1817 se encontraron anotaciones y rectificaciones del texto inicial que hacen pensar en una reedición corregida y aumentada, aunque el aspecto de los manuscritos podría indicar otra cosa; más adelante se tratará sobre esto.

### **CONCEPTUALIZACIÓN Y ENSEÑANZA DE “LO MINERAL” Y “LO PETROLÓGICO”**

La publicación tuvo un efecto llamativo entre los interesados en Mineralogía. Pensemos que entre 1647 y 1775 se cuentan hasta 27 sistemas de Mineralogía distintos publicados en Europa, la mayoría

(1) Dios tuvo un papel en el punto inicial de la existencia de la naturaleza y a partir de ese momento todo ha de funcionar automáticamente y según las leyes iniciales; ni Dios ni hechos milagrosos deberían usarse para explicar ningún asunto natural.

(2) Llegaría a ser acusado de ateo. Cuando su amigo Gehler le escribía acerca de la posibilidad de publicar los poemas que habían escrito cada uno, el de Werner se titulaba “*Wie könnt ihr mich noch Atheiste nennen*” (Por esto me llaman ateo).

(3) Traducción de A. Silván de *Von der Aüsserlichen Keunzeichen der Fossilien*.

auténticos batiburrillos, mezclas de distintos objetos de investigación, nombres distintos para una misma cosa y cosas distintas con un mismo nombre.

Mineralogía, según definición del barón Holbach aparecida en 1765 en la *Encyclopédie* de Diderot y D'Alambert: "...es la parte de la *Historia Natural* que se ocupa del conocimiento de las sustancias del reino mineral, es decir, de las piedras, de las sales, las sustancias inflamables, las petrificaciones; en una palabra de los cuerpos inanimados y desprovistos de órganos sensibles que se encuentran en el seno de la Tierra y en su superficie,..."", es decir, lo dicho por Werner líneas arriba.

El término "mineral" en Werner adquiere el sentido actual; y lo mismo ocurrirá con "roca" (que era un peñasco, y, como se ha visto, la palabra usada es "piedra"). Nuestro autor desliga rocas y minerales mediante sus dos obras principales, dejando claro lo que hoy casi nos parece evidente, que unos y otras son dos niveles de complejidad de la misma realidad. Este hecho, de enorme importancia, hoy nos parece demasiado trivial como para destacarlo; ocurre que la innovación se hace tan evidente que el autor se desdibuja hasta desaparecer y su aportación la creemos viva desde siempre.

Finalizados sus estudios en la universidad retornó a su casa y, en Febrero de 1775, las autoridades de la Academia de Minas lo llamaron para ejercer como inspector y profesor de Minería y Mineralogía en la Academia, con un sueldo anual de 300 táleros. Este puesto, alcanzado a los 26 años, lo habría de ostentar toda su vida, casi cuarenta años en un trabajo docente de un centro de formación técnica de mineros en Sajonia, desde el cual se iban a radiar hacia el resto de mundo las teorías, el método y la figura de Abraham Gottlob Werner.

El carácter de este hombre y su salud poco o nada le inducían a alejarse de su casa y de su trabajo. El conocimiento que tenía del resto del mundo le provenía de sus lecturas o de su relación con los que realizaban viajes, que le aportaban noticias del mundo y muestras de minerales y rocas. Algunas de las críticas que han actuado en su contra de manera poderosa se basan en esa falta de mundo, que han permitido decir de su trabajo que es una generalización al total del globo terráqueo de las características de Sajonia, el único territorio por el que había viajado y la región que conocía con detalle.

Esto es verdad, la poca consideración que tenía por el magmatismo se piensa que tiene que ver con la escasa evidencia de fenómenos magmáticos en su tierra. Alguno de sus alumnos concluiría que hubiera tenido otra opinión de haber conocido el vulcanismo de Auvernia.

Volviendo al autor, son varios los retratos de Werner. En ellos vemos a un hombre pulcro y elegante que sigue rigurosamente la moda de su tiempo, escrupulosamente peinado, la frente alta, unos ojos penetrantes que nos miran con fijeza y una cierta severidad que se atenúa un tanto por efecto de la media sonrisa de sus labios. Era una persona corpulenta aunque de talla media, rubio, de ojos intensamente azules, amable con sus alumnos hasta llegar a ser paternal. Dice Cuvier que no había sacrificio de tiempo o energía que no hiciera por causa de ellos. Su destacada personalidad producía una atracción de gran fuerza en los que le escuchaban, de otra manera no se entiende que una escuela de mineros se llegara a transformar en un centro internacional de formación superior, que la Mineralogía llegara a entusiasmar a tanta gente madura con cargos de funcionarios en sus países de origen, o que hubiera gente dispuesta a aprender alemán para poder entender las lecciones que allí se impartían.

En algunos libros fundamentales de historia de la Geología (el caso más evidente es el de Geikie, 1897) se le ha tachado de dogmático, y los que los han seguido sin más repiten el epíteto de forma rutinaria. A tenor de lo escrito por Pinkerton, Werner opinaba que una teoría tenía utilidad porque concentraba los hechos y los presentaba de forma más clara y agradable para el lector. Hay que tener en cuenta, además, que no consideraba indiscutibles las suyas propias, y esto no es propio de una persona especialmente dogmática; en último caso lo sería tanto como cualquier profesor alemán de su siglo.

Es cierto que existen razones para atribuirle cierto dogmatismo, como que al leer sus publicaciones nos encontramos con frases cortas, casi telegráficas, con afirmaciones o negaciones, sin argumentación ("*También tenemos la certeza de que los fósiles<sup>4</sup> que constituyen las capas y los estratos de las montañas, estaban disueltos en esa agua universal y se precipitaron a partir de ella*"<sup>5</sup>). Otras veces, en cambio, aporta argumentos para apoyar sus ideas e incluso muestra sus dudas ("*... después de haber examinado y reflexionado bien, creo que ningún basalto es de origen volcánico y sí de un origen debido al agua lo mismo que el de las otras rocas primitivas y las de capas y del mismo las exactas noticias que he recibido de hallarse en Irlanda la obsidiana -Ágata de Irlanda o lava vidriosa- como también varios pedazos de una semejante o casi la misma piedra que igualmente he recibido de las cercanías de Tocaya en la Alta Hungría y de Madagascar casi me hacen dudar fuertemente que esta roca sea de un origen volcánico, al revés estoy casi convencido de lo contrario*"<sup>6</sup>).

Las publicaciones, por si solas, nos dejan aún en la incógnita que parece resolverse a través de sus

(4) En aquellos días fósil se aplicaba a cualquier objeto que se encontrara enterrado (del latín *fodere*, excavar), más bien que exigiera la excavación para encontrarlo, distinguiendo los de caras planas (actualmente cristales) de los semejantes a seres vivos (nuestros actuales fósiles).

(5) Werner, A.G.: *Breve clasificación y descripción de diferentes especies de roca* (manuscrito del s. XIX traducido por autor desconocido).

(6) Werner, A. G. *op. cit.*

notas de clase. Normalmente antes de impartir una lección se encerraba en un gabinete durante cerca de una hora, donde ponía en orden sus ideas y tras eso aparecía ante los alumnos con una hoja de papel con algunas anotaciones. Gran parte de ellas se han conservado y de la comparación de las mismas se concluyen opiniones sobre el desarrollo de su pensamiento.

Este hombre escribió poco y de forma escueta. Nunca se dice que tenía auténtica fobia a la escritura; quizás por esto no se vio enredado en la controversia científica de forma directa, aunque no quedó fuera de sobresaltos.

## DOS LIBROS SEMINALES

### *Los Äusserlichen Kennzeichen der Fossilien*

A partir de la publicación de *Von der Äusserlichen Kennzeichen der Fossilien* (Fig. 2) se creó una enorme expectación entre los científicos de Europa, y comenzó a desarrollarse una línea de investigación con ánimo de avanzar en la clasificación y determinación de los minerales. Muchas personas interesadas en ello pidieron a Werner una nueva edición sin que hubiera resultado alguno. Pero sus ideas neptunistas le ocupaban el tiempo cada vez más y más. Así pues, fueron apareciendo en distintos idiomas europeos (especialmente en inglés y francés) libros de texto sobre los caracteres externos de los minerales, que consistían esencialmente en traducciones del texto del profesor, de mayor o menor extensión, con el añadido de notas de las clases dictadas por Werner.



Fig. 1. *Von der Äusserlichen Keunzeichen der Fossilien.*

En la publicación francesa de *Los caracteres exteriores de los fósiles* intervino uno de sus primeros alumnos con renombre internacional, el español Fausto de Elhuyar, el cual hacia 1785 ya veía claro que no había intención por parte de Werner de publicar una nueva edición de su libro. Durante un viaje por Francia en el que tuvo que pasar por Dijón, aprovechó para visitar a Mme. Guyton de Morveau. Esta amiga del futuro descubridor de Wolframio se interesó en la traducción de la obra de Werner, de modo que Elhuyar al poco tiempo remitió a la dama un manuscrito con el texto más las anotaciones que había tomado en las lecciones del maestro. Mme. de Morveau tradujo todo esto y en 1790 se publicó en Dijón el libro "*Traité des caractères extérieurs des fósiles*".

Una serie de ediciones sin su supervisión le produjeron un gran enojo y advirtió de forma tajante que no iba a autorizar en lo sucesivo ese tipo de especulación mercantilista.

La primera versión publicada de la "*Kurze Klassification und Beschreibung der verschiedenen Gebegsarten*" aparecía el año 1786 en *Abhandlungen der Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften* en forma de artículo, y, al año siguiente, en Dresden como un folleto de tan solo 28 hojas en cuarto. La obra muestra una capacidad pasmosa de concentración y síntesis, en ella Werner expone la mayoría de sus ideas sobre la Tierra y su estructura, es el trabajo con el que se pondría a la cabeza en la polémica Neptunismo-Plutonismo.

### La Kurze Klassification

En el prólogo de *Breve clasificación y descripción de diferentes especies de roca* se lee que "Este tratado (Fig. 3) no es más que principalmente un simple bosquejo, a causa de que esta importante materia, se tratará luego, con más extensión por el sabio autor en una obra particular", se trata de un bosquejo, no de una obra completa, veamos algunos párrafos iniciales de la obra:

"1. De las diferentes especies de roca en general. Por grande que parezca a primera vista la variedad de las especies de piedras que componen las montañas, o en general la masa de nuestro continente, se halla sin embargo a un examen más exacto, que sus diferencias no van al infinitos, y que la mayor parte de ellas con respecto a su naturaleza, se dejan bien distinguir y denominar.

Es aun verosímil que conozcamos ya la mayor parte de dichas especies, pues según las observaciones del viajero naturalista las rocas aun de los países más distantes convienen comúnmente con las que nos son conocidas."

En la primera frase del párrafo habla de nuestro continente. Las evidencias con que cuenta son las propias y las que encuentra en la literatura; son pruebas que provienen de lugares próximos y de ellas concluye que la clasificación es posible. La segunda frase, por un lado indica que ya se sabe mucho y, por el otro, que lo que se sabe es aplicable a todo el mundo. Eso es así porque los que han viajado a lugares lejanos encuentran semejanzas suficientes como para considerarlo de tal forma.



Fig. 3. Kurze Klassifikation und Beschreibung der verschiedenen Gebirgsarten.

Mediante un método de abstracción adecuado las diferencias pierden importancia en favor de las semejanzas seleccionadas como criterio de clasificación.

*“2. Sin embargo, reina en las obras de mineralogía una confusión asombrosa en las clasificaciones y denominación de estas rocas. Una clasificación de ellas clara y bien hecha será tanto más necesaria a la mineralogía cuanto al presente se escribe mucho sobre la Geognosia y Geografía Mineralógica, y que la designación y clasificación de estos cuerpos, según la han hecho los mineralogistas (a) antiguos ha llegado a ser del todo insuficiente, a causa de nuevas y frecuentes observaciones que se han hecho en esta ciencia.*

*3. De aquí una breve caracterización y clasificación de estas especies de rocas, observando fiel al principio que he adoptado de no introducir otras que aquellas de cuya verdadera existencia estoy persuadido, porque creo sería del todo fuera de propósito y aun falso desde luego el sistema de la Historia Natural, dar por especies nuevas cuerpos que sin una precisión, han sido nombrados por otros, y recibidos efectivamente como tales, sin otro examen, y sin esperar una mejor confirmación (b) Por esto se acumulan muchos seres imaginarios, que no existen en la Historia Natural, en lugar que se debía tener cuidado de exterminarlos siempre de más en más para depurar el sistema de la naturaleza.”*

Caracterizar y clasificar son dos tareas que se ha impuesto para aclarar lo que se ha ido enredando a lo largo de la investigación petrológica. Los autores antiguos usaban unos caracteres que, dado el pequeño número de entidades que trataban, eran útiles, pero al crecer dicho número complican y enredan el sistema haciéndolo incomprensible.

(7) De este modo aparece en el manuscrito del s. XIX aquí utilizado.

*“4. Todas las rocas con respecto a la naturaleza y origen de las montañas que ellas componen, se pueden reducir a cuatro divisiones; a saber en rocas primitivas, rocas secundarias, rocas volcánicas y rocas alubianas (sic)<sup>7</sup> o de transporte. Las rocas primitivas las secundarias y las alubianas, tienen sus límites de separación tan poco conocidos, que se confunden las unas con las otras, y hay rocas primitivas que casi con la misma razón podrían llamarse secundarias, dudándose aun, si algunas de estas últimas se pueden contar o no en el número de las alubianas. Algunas de las primitivas cambian también insensiblemente a secundarias. Según la gran antigüedad que tiene la formación de las rocas, y haciendo atención a que desde alto tiempo se han podido en la mayor parte cambiar insensiblemente unas especies en otras se verá que es imposible poder asignar una línea de demarcación positiva en estas cuatro clases.”*

En este párrafo encontramos los criterios a utilizar, la naturaleza o composición y el origen, no de las rocas sino de las montañas que las contienen. Es de destacar el carácter dinámico con el que considera a las rocas, unas cambian a otras, no son entidades estáticas y eternas.

El esquema estratigráfico en el original constaba de cuatro unidades, al que habría de añadir posteriormente una quinta entre la primera y la segunda. Disponiéndolas de más antigua a más moderna son las siguientes:

1. Urgebirge (Primitivo).
2. Übergangsgebirge (de transición).
3. Flötzgebirge.
4. Aufgeschwemmte Gebirge (terrenos de acarreo).
5. Vulkanische Gesteine (volcánico).

## ENSEÑANZA DE LA GEOGNOSIA MÁS ALLÁ DE LA KURZE KLASSIFIKATION

En una de las mejores historias de la Geología, la de Dawson Adams (1954), se lee:

*“Las primeras declaraciones de Werner exponiendo sus ideas sobre la sucesión geológica están contenidas en un pequeño panfleto titulado Kurze Klassifikation und Beschreibung der verschiedenen Gebirgsarten. Este era empleado por Werner como un plan de estudios (Leitfaden) en sus lecciones de geognosia y se encontraba preparado para la prensa en 1777. No obstante no fue publicada hasta diez años después a través de uno de sus alumnos”.*

Adams sigue lo dicho por Frisch (1825):

*“Como un esbozo de sus clases de la anterior (Geognosia) solía usar un ensayo que había compuesto, el cual, de acuerdo con una nota de su propia mano, estaba preparado para la prensa en 1777. La impresión debió de interrumpirse; el ensayo no se publicó y probablemente está perdido. Diez años después, en 1787, uno de sus amigos de Dresde dio la Kurze Klassifikation und Beschreibung der verschiedenen Gebirgsarten a la prensa...”.*

Aquí no se dice que el plan de estudios sea la misma cosa que la *Kurze Klassifikation*, pero fácilmente se puede malinterpretar así dado el modo en que fue escrito. Pero existen suficientes evidencias contrarias a esta afirmación. A.M. Ospovat, el estudioso más fino de Werner y su obra, así lo indica en un artículo de 1967. Al año siguiente a ser nombrado profesor en la Academia de Minas usaba para sus clases el texto de F.W. von Opel, *Bericht vom Bergbau (Lecciones de Minería)*, un texto revisión del de Kern. Pues bien, el volumen que utilizaba pasó a la biblioteca del centro, donde ha permanecido hasta la actualidad con las anotaciones, de puño y letra de Werner.

Entre otras cosas, aparece la lista de rocas que Werner utilizaría en la *Kurze Klassifikation*. En realidad, no están incluidas todas; de entre las primitivas no aparecen ni la roca de topacio ni la de amigdaloides (la traducción que utilizamos utiliza “roca almendra”). Respecto de las del Flotes, menciona todas las de la lista en otro orden. No aparecen clasificadas ni las aluviales ni las volcánicas.

Mediante un hábil rastreo, Ospovat llega a la conclusión del año en que fue incluido el comentario al margen; Werner ponía el día y el mes del escrito, las notas las incluía en los momentos previos a la clase, luego sabiendo qué día de qué mes dio clase, se puede concluir cuál fue el año si tenemos en cuenta el carácter metódico y rutinario con el que actuaba. El año en definitiva era el de 1778. Si se supone que el año anterior tenía ya preparado el texto para la publicación, la lista debería de ser la misma que la del texto definitivo.

Werner viene a ser la personalidad más destacada del Neptunismo, doctrina que se sustenta, entre otras cosas, en la idea del origen acuoso del basalto. Pues bien, en 1775 nuestro autor no estaba plenamente convencido de tal cosa y así lo hace patente al comentar en su famosa obra que tenía un enorme respeto por los autores que opinaban lo contrario. La visita a los basaltos de Stolpen de 1776 le convencerían lo suficiente, pero aún deja una puerta abierta a lo contrario al escribir: “*Ahora al fin me arriesgo a mantener públicamente y probar que no todos los basaltos son de origen volcánico*”<sup>8</sup>. En el trabajo definitivo sí afirmará contundentemente que todos los basaltos son de origen acuoso.

Para el año 1776 el trabajo del plan de curso estaba acabado, de tal modo que en sus comienzos como profesor de Minería tenía un texto de apoyo, había empezado a considerar que la sección de rocas y depósitos mineros del *Bericht vom Bergbau*, ya citado, era inadecuado y que el asunto era lo suficientemente importante a la hora de elaborar un curso diferenciado.

Con fecha 24 de Noviembre de 1776 escribe una carta a su amigo Nathan G. Leske donde le comunica: “*Durante un tiempo he venido trabajando en un Entwurf der Lehre von Gebürge* (Introducción a un curso de Minas), *que podría estar acabado para Pascua*”. Sabemos que al año siguiente ya se había terminado porque en una de sus notas apa-

rece: “*Ao. 1777. He escrito una Entwurf der Lehre von Gebürge. (Se encuentra en prensa)*” ¿Es esto lo que Frisch comenta? Tiene todo el aspecto de ser así, con tal que entendamos *Leitfaden* como *Entwurf*. No sabemos qué ha sido del manuscrito que envió a publicar, pero sí que tenía otra copia, ya que responde a Leske cuando le pregunta sobre el asunto: “*Señor mío, sobre las lecciones de minería, me agrada poder enviárselas, dado que no empezaré su enseñanza hasta después de Año Nuevo, algo que yo debería de haber hecho el pasado Pentecostés*”.

Entre la cantidad de documentos de Werner heredados por la Academia de Freiberg se encuentra un manuscrito incompleto del *Entwurf der Lehre von Gebürge*, y lo que se lee en él es muy semejante al bosquejo escrito para su curso de Geognosia. Con este último podemos determinar hasta qué punto el *Entwurf der Lehre von Gebürge* y la *Kurze Klassifikation* son o no la misma cosa; y se puede decir que no, que ambos son distintos y la evidencia es aún más clara si además usamos en la comparación los apuntes de clase de sus alumnos corregidos por la mano de Werner.

El curso de Geognosia lo dictaba dividido en dos partes, general la primera y específica la segunda. Ambas partes comenzaban con una introducción donde explicaba la relación entre Geognosia y el mundo mineral como un todo o con el resto de las ciencias, los métodos y literatura de este conocimiento y su valor y utilidad. En la parte general, tras la introducción, trata de la Tierra en el firmamento, de su movimiento en el mismo así como sobre su forma; habla sobre los fósiles (en sentido antiguo) y su significado a la hora de interpretar la actividad de la corteza terrestre, el aspecto de la superficie, los efectos del agua, la atmósfera y el calor en cuanto a la formación y alteración de las rocas, la estructura interna de la tierra, los cambios sufridos por la corteza y, por fin, los tipos varios de masas rocosas y los tiempos en que se formaron. En el desarrollo de esta parte primera es evidente el trabajo de Werner para mostrar al agua como agente de mayor importancia tanto en la formación como en la alteración de los conjuntos de rocas, y al calor como acción menor.

La segunda parte del curso, la específica, consistía en un estudio sobre la clasificación de las rocas fundamentada en las explicaciones y criterios expuestos en el periodo previo. La clasificación no es exclusivamente de rocas, dado que usa los lapsos de tiempo en que se formaron. Introduce un concepto novedoso, el de *formación rocosa* o masas de rocas formadas de forma contemporánea y similar. El curso terminaba con una unidad concreta sobre depósitos mineros.

Los años fueron haciendo cada vez más fuerte su repugnancia a escribir. Comenzó a no contestar al correo que recibía. Como fuera que sus amigos más íntimos o sus más queridos alumnos le rogaban respuesta, se quitó de encima la obligación de responder dejando de leer las cartas, que se iban amontonando en algún lugar de su gabinete.

(8) En la *Breve clasificación*.

¿Este progresivo alejamiento de la escritura y la lectura ayuda a explicar la concisión de sus últimas publicaciones? Por lo menos no del todo. El aspecto de la *Kurze Klassifikation* es el de un texto que ha de ir acompañado por unos conocimientos previos o una explicación posterior, demasiado esquemático como para considerarlo un libro para la difusión pública sin la asistencia al aula.

Parece que Werner asume que el lector está al tanto de sus publicaciones anteriores, de sus interpretaciones y teorías o ha asistido a sus clases. Hay una gran similitud entre las listas de rocas y el modo de presentarlas entre este texto y los apuntes de clase. Podemos sospechar que la *Kurze Klassifikation* es un resumen del material utilizado en sus clases del segundo periodo del curso, aunque no lo es del curso completo y puede haber sido escrito en los primeros años sobre Geognosia.

De nuevo acudimos al archivo de la Academia de Freiberg, donde se guardan dos copias manuscritas de la *Kurze Klassifikation*. Uno de ellos es un escrito en sucio, el otro un trabajo finalizado. Ambos muestran detalles que difieren de las publicaciones de 1786 y 1787, contienen notas de pie de página, un párrafo mayor y en la copia final una nota, que no aparecen en las versiones impresas. El tercer párrafo de los manuscritos dice “*Este trabajo es especialmente apropiado para esa revista porque puede servir como clave para comprender aquellos cuerpos minerales que frecuentemente son mencionados en los tratados de geognosia y geografía mineral que se vayan publicando en ella de tiempo en tiempo*”<sup>9</sup>. Es el párrafo que no aparece impreso; la revista en cuestión es *Abhandlungen der Böhmischen Gessellschaft der Wissenschaften* que publicaba artículos sobre variados asuntos.

#### ASPECTOS DE UNA DOCENCIA CIENTÍFICA

Werner era, ante todo, un profesor y, como ya se ha dicho, un profesor que atrajo la atención de muchas buenas cabezas, capaz, según cuenta Cuvier (1821) de “... *levantar el entusiasmo de los que le escuchaban y les inspiraba no solamente el gusto sino también la pasión de su ciencia.*”

No pasemos de largo sobre esta consideración. Ser profesor de una institución superior tiene unas consecuencias. Las personas que leen los trabajos de los profesores universitarios son, en general, otros profesores universitarios. El eco de la obra llega a otras instituciones semejantes del mismo o de distintos países y desde ellas trascienden a la calle. Por tanto, la fama de Werner es una fama entre colegas y sus pupilos.

Werner se veía a sí mismo como alguien que había estudiado para el bien de la sociedad. Su campo de interés era enormemente amplio, como corresponde al espíritu ilustrado de su época. Coleccionaba monedas, minerales y libros. Estos últimos llegaron a formar una enorme biblioteca que heredó la Academia; son más de 4000 títulos sobre Historia, Filología, Literatura, Religión etc., que, con los correspondientes a Mineralogía, Minería y Química, sumaron tras su muerte un total de 7361 volú-

menes. El número contrasta con los 2079 que poseía la biblioteca de la Academia antes de recibir en testamento el total de los reunidos por su profesor.

Su actividad física y mental durante las lecciones que dictaba era de tal magnitud y al exponer con vigor sus ideas llegaba a tal grado, que se veía obligado a cambiar de ropa al final de algunos de sus discursos. Entusiasmaba a sus alumnos porque él se entusiasmaba. Una muestra mineral en sus manos no era solamente eso, era la base sobre la que explicaba la Geografía mineralógica, por medio de la cual fundamentaba la Fisiografía, la riqueza de un país, su historia e incluso su desarrollo político y social. Difícilmente podríamos explicarnos esta capacidad si no fuera por su enorme colección bibliográfica.

El aspecto ameno de sus lecciones acompañaba a la concienzuda formación en la práctica científica. Consideraba la evidencia como el principal fundamento del geognosta cuya labor, como la del historiador, exige una descripción detallada de los trabajos que le sirven de fuente. Rechazaba las descripciones alegóricas. No aceptaba lo que no se puede certificar (o se ve o se certifica con la evidencia). Los detalles irrelevantes le molestaban; y aquí estamos, de nuevo, ante una explicación de su estilo sintético, como se ha indicado antes, fundamentalmente práctico.

Su obra mineralógica nos indica la importancia que le daba al reconocimiento sensorial para conocer la naturaleza tal como se da, sin aportes del observador. Este materialismo sensorial es la aplicación “al modo werneriano” del empirismo de Agrícola, mejorado y más sistemático.

La practicidad ya mencionada, que se detecta en su estilo literario, también la encontramos en su actividad docente e investigadora. Sus textos van dirigidos a unos alumnos que han de realizar un trabajo técnico y, por lo tanto, cuantos menos distractores aparezcan mejor para el usuario.

A las dotes que muestra como profesor (entusiasmo y trabajo en la preparación de la materia que enseña, aproximación a los alumnos, etc.) hay que añadir el cambio sufrido en tal materia: ya no son piedras, son minerales y rocas, objetos armónicos con las dimensiones humanas, mostrados por medio de características asumibles por el común de las gentes, los técnicos mineros para los que está pensada la Academia.

En el campo que se está abriendo, el área destacable de los objetos geológicos se ha dividido en dos parcelas diferentes, pero en dependencia una de la otra. En ellas se encuentran las cosas con las que se ha de iniciar en la Geología. La Mineralogía (o lo que en ese momento se entendía por ella) seguía dos corrientes. Por un lado, la que adoptaba criterios de morfología externa para sistematizar los objetos, y, por el otro, la que insistía en la composición química de los materiales.

En esos años estaba naciendo de forma explícita la Cristalografía sobre los cimientos de Steno y de Domenico Gugliemi (1688). Romé de L'Isle (1736-1790) crearía el término y en 1772 estableció una amplia descripción de las formas externas de los cris-

(9) *En Ospovat* (1967)

tales. René-Juste Haüy (1743-1822) proporcionaría una teoría general de la estructura de los cristales.

Werner no se acoge a esta línea de razonamiento, mas bien sigue los argumentos de Linneo (1707-1778), quizás por el doble carácter, químico y morfológico. Para él los minerales deben de ser clasificados y las especies separadas basándose en su composición química más la ayuda de los caracteres observables. Es posible que esto explique los defectos, por lo demás perdonables, de su obra; para Werner hay seis formas primarias de cristales (icosaedro, hexaedro, prisma, pirámide, tabla y lente) que pueden sufrir tres modificaciones básicas: truncadura, biselamiento y apuntamiento. El aspecto matemático que se pueda incorporar a las explicaciones no le interesaba por su ya mencionada practicidad, ya que entendía que eso podría dificultar el uso inmediato de su manual en las tareas cotidianas a las que estaba destinado.

Se advierte, a partir de los comentarios anteriores, que tanto la Mineralogía como la Petrología de Werner son obras íntimamente relacionadas, al tiempo que bien diferenciadas, cosa que, como ya se ha dicho, será un paso decisivo en la configuración del campo de la Geología.

Los años previos a que publicara su pequeño panfleto, están bien cargados de publicaciones geológicas, pero no se puede decir que entrañaran una teoría consistente y de valor universal. Eran trabajos de valor regional; la universalización fue la labor que se impuso Werner<sup>10</sup>.

Dos de sus seguidores, Kirwan y De Luc, encontraron en el neptunismo de Werner la excusa para fundamentar el diluvio como hecho natural, abusando por lo tanto del pensamiento werneriano. Es interesante destacar que en el tercer párrafo de la *Kurze Klassifikation* critica a los *Elementos de Mineralogía* de Kirwan por aparecer en ellos especies dudosas, y que al mismo tiempo nos encontremos a dicho Kirwan como uno de los mas importantes defensores del neptunismo de Werner, así como uno de los mas feroces e injustos críticos de Hutton.

Las guerras napoleónicas y, sobre todo, los efectos de las mismas en Sajonia, afectaron profundamente a su salud, hasta el punto de provocarle una alteración cardíaca que, junto con algunas complicaciones posteriores, le llevaron hasta la muerte en Dresden, el 30 de Junio de 1817, a sus 68 años de edad.

Werner fue un profesor de éxito; su éxito también lo es de la Academia de Freiberg. Agreguémosle la Mineralogía y la Petrología werneriana y tendremos los ingredientes de aquel triunfo.

Pensar que el revuelo organizado alrededor de la obra de Werner se deba exclusivamente a la *Kurze Klassifikation* sería un simplismo excesivo. Sus mejores alumnos formados en su método, con su obra en la mano o en la mente, son los principales agentes del éxito de sus propuestas. Del mismo modo, aquellos que no lograron o no quisieron usar su método y solo utilizaron su obra para justificar las propias creencias, o ambas cosas al tiempo, serían la causa fundamental de su hundimiento.

(10) Hutton asumió a su vez una tarea semejante con diferente fundamento.

## CONSIDERACIONES FINALES: EN TORNO A LA ENSEÑANZA DE LOS “OBJETOS GEOLÓGICOS”

Podemos concluir que la obra de Werner no son solamente sus dos textos fundamentales, si no su actividad en el aula sumada a ambas obras.

Estaba convencido de que la naturaleza es básicamente simple, y lo indica al escribir que probablemente la mayoría de las rocas conocidas se encuentran en su clasificación; esto por que pueden ser determinadas y definidas con una pequeña cantidad de los minerales que las constituyen, y, así, la aparente variedad infinita que se observa queda reducida a una cantidad asumible, en total 31. La razón última estriba en que la composición mineralógica de las rocas no es aleatoria, principio básico en petrografía, sino que obedece a unas condiciones universales de formación.

La *Kurze Klassifikation* vino a ser la guía de observación y estudio de una gran cantidad de jóvenes geólogos de aquellos días. El uso de su nomenclatura fue ampliamente aceptado, así como sus técnicas de descripción y el esquema general de clasificación. Con este instrumental, se multiplicó la investigación geológica como no había ocurrido antes, tanto en cantidad como en calidad, la nomenclatura adoptada se hizo universal de modo que los distintos investigadores pudieron saber sin dificultad sobre qué escribía el resto.

Asombra que, en general, se haya hecho una lectura tan pobre de esta obra. Ello puede ser debido al tamaño del trabajo, unido a la comprensión imperfecta de la teoría de Werner sobre la formación de la corteza terrestre en la que se fundamenta la obra. También hay que tener en cuenta el término *Gebirgsarten* y las dificultades que ha entrañado su interpretación.

El conocimiento que tenemos de las teorías de Werner sobre la formación de la corteza terrestre, se basa en sus manuscritos (que no fueron publicados), o las notas de clase de sus alumnos. De éstas se usan aquellas de las que se sabe que fueron supervisadas por el maestro.

La terminología específica utilizada en el texto fue criticada por considerarla un conjunto de barbarismos de difícil o imposible pronunciación. En todos los casos los términos generales se tradujeron a los idiomas correspondientes. La palabra *Gebirgsarten* fue la que más complicaciones produjo; en unos casos se tradujo como roca, en otros como formaciones rocosas y en otros más como tipos de montañas o montañas a secas.

En el diccionario encontraremos *Gebirge* como sierra o cadena montañosa, con un sentido claramente geográfico; no obstante, de antiguo los mineros sajones utilizaban la palabra *gebirge* cuando se encontraban bajo tierra, fuera su superficie llana o montuosa. Distinguían además distintas *gebirge* por el tipo de trabajo, material o ambas cosas que tuviera que utilizar durante la tarea.

Una simple capa constituida por diferentes tipos de roca no es obligatoriamente una *gebirge* o distintos tipos de ellas. Se necesita para establecerlas, por un lado, que se trate de extensas masas rocosas, y, por otro, la localización. Por ejemplo, dos areniscas, separadas por un conjunto de rocas diferentes, recibirán nombres diferentes. Resumiendo, método de trabajo, extensión y localización son los criterios que permiten a un minero sajón diferenciar las distintas *gebirgsarten*.

Donde el minero aplicaba el criterio “método de trabajo” Werner aplica estructura y textura. El criterio amplitud lo utiliza junto a la idea de unidades independientes. Y, por último, la posición relativa la tiene como un criterio de suma importancia.

Textura y estructura son para Werner características derivadas de las condiciones de depósito. Una roca cristalina y de grano fino nos avisa de un depósito realizado en condiciones de calma y gran profundidad. En este rango de clasificación, el contenido mineralógico sólo tiene importancia secundaria.

Werner asume el Neptunismo; esto es, que la Tierra en su momento se encontraba cubierta por un océano universal donde se encontraban disueltos (o en suspensión) diversos materiales; este océano se situaba sobre una superficie accidentada. Las rocas de los primeros periodos son, según nuestro autor, las únicas originadas por el océano universal. Las aluviales y volcánicas se originan por condiciones locales; del mismo modo que se han dado inundaciones universales también las ha habido locales. El contenido de las aguas oceánicas varía tanto en el tiempo como en el espacio en la teoría werneriana, y es así como puede dar cuenta de las variaciones al principio general, según el cual, las rocas depositadas a partir del océano universal se han acumulado en capas una sobre la otra. Cuando se encuentran rocas similares depositadas en tiempos diferentes, nada imposibilita que las clasifiquemos usando el sistema de Werner, cosa que nos da idea de la flexibilidad de su teoría.

Lo hasta aquí escrito nos permite comprender que la *Kurze Klassifikation* no se queda en una mera guía clasificatoria. Es un repertorio ordenado por el modo y momento de formación, un trabajo de Geología histórica y de Petrografía.

Según Geikie y los que sin criterio les siguen, Werner fue una lastra para la Geología. Pero la acusación no se mantiene: la actividad desarrollada por sus seguidores y los que se les oponían fue de gran fertilidad, y hablar de lo que hubiera sido de la Geología sin Werner es *historia ficción*.

También se le acusa de imaginativo y de falta de originalidad. Al denominar a Werner “imaginativo” con tono peyorativo, se pretende infravalorar su obra por falta de fundamentación. Como no fue una persona viajera, se sospecha que no estaba en posesión de evidencias directas. Las evidencias las obtuvo por otros medios: sus alumnos y amigos le enviaban muestras y relatos con un conocimiento preciso de aquellos que el maestro demandaba, no en vano se habían formado en su aula. El origen de los argumentos es el territorio del centro de Alemania, pero le llegaban observaciones del resto del mundo, de todos aquellos lugares por donde hubiera pasado alguno de sus correspondientes.

Una característica de la mayoría de los teóricos es la imaginación, que les permite ir más allá que el resto de los mortales. Curiosamente el Werner que podemos conocer por sus textos es en gran modo práctico, y muchas de las ideas que asume tienen aspecto de haberse fundamentado o confirmado en su experiencia inmediata.

Del fundido de los altos hornos se obtienen escorias y el metal, pero de una disolución se obtiene un depósito cristalizado con el transcurso del tiempo. Habría que añadir a esto la dificultad de encontrar en aquellos días una fuente de calor interno sin combustible, y de ser éste cualquiera de los conocidos en la época, la cantidad existente debería de ser finita, como por lo tanto habría de serlo el tiempo en el que dicho fuego podría permanecer activo. Por eso las rocas volcánicas le parecen de poca entidad.

Respecto de la falta de originalidad, quisiéramos conocer alguna persona capaz de elaborar una teoría suficientemente abstracta y completa, a partir de la nada, sin apoyo en autores de antes o contemporáneos. La biblioteca de Werner era enorme, y a través de ella conocía a Steno, Torben Bergman, Arduino, Pallas, Lehman y Füchsel, entre otros muchos, de los que extrajo ideas concretas. Pero es Werner el que escribe la primera clasificación de rocas sustentada en el principio de la sucesión geológica, en la que se habrán de basar posteriores investigaciones geológicas.

## BIBLIOGRAFÍA

Adams, F. D. (1954): *The Birth and Development of the geological Sciences*, pp. 217-218. Dover, Nueva York.

Cuvier, G. (1821): Historical Eloge of Abraham Gottlob Werner, read at a sitting of the Royal Institute of France. *The Edinburg Philosophical Journal*, 4, 1-16.

Geikie, A. (1897): *Founders of Geology*, Dover Publications, New York

González Redondo, F. A. (2003): *Un modelo para la delimitación teórica, estructuración histórica y organización docente de las disciplinas científicas*. Madrid: Academia de Ciencias e Ingenierías de Lanzarote.

Keferstein, C. (1840): *Geschichte und Literatur der Geognosie*. Halle: Johan Friederich Lippert.

Ospovat, A. M. (1967): The Place of the *Kurze Klassifikation* in the work of A. G. Werner. *Isis*, 58 (1), 90-95.

Reus, F. A. (1805): *Lehrbuch der Mineralogie*. Leipzig: Friederich Gotthold Jacobae.

Silván, E. (2007). *Werner y Hutton*. Nivola, Madrid. [En prensa].

Von Frisch, S. G. (1925): *Lebensbeschreibung Abraham Gottlob Werners*. Leipzig: F. A. Brockhaus.

Werner, A. G. (1774): *Von den aeußerlichen Kennzeichen der Fossilien*. Manuscrito traducido por autor desconocido.

Werner, A. G. (1787): *Kurze Klassifikation und Beschreibung der verschiedenen Gebirgsarten*. Traducción personal de A. Silván. ■

*Fecha de recepción del original: 22 febrero 2007.*

*Fecha de aceptación definitiva: 10 mayo 2007.*