

## VIII. EL REACTOR NUCLEAR DE OKLO

DESPUÉS DE haber realizado un recorrido de 90 años a través de la historia de la radiactividad, ahora trataremos de un hecho descubierto hace poco tiempo.

La compañía de minas de uranio de Franceville, Gabón, África (Fig. 32), concentraba el uranio proveniente de las minas de uranio con el propósito final de producir combustible para reactores nucleares. En el mercado de uranio enriquecido, la concentración de uranio-235 en la naturaleza es un valor de referencia que se expresa en un porcentaje de la masa total de uranio, y es de poco menos de 0.72%. Se utiliza en los contratos de enriquecimiento para evaluar el trabajo de separación. Esta norma parece ser representativa del contenido isotópico del uranio-235 de la mayor parte del uranio natural conocido. Pero en el año de 1972 se dio a conocer un fenómeno realmente curioso en la compañía de minas: se encontró un contenido demasiado bajo de uranio-235 en su producto. Rastreando el fenómeno, se descubrió que ese mineral provenía precisamente de la cantera de Oklo. Este yacimiento de uranio abarca una superficie de aproximadamente 35 000 km<sup>2</sup>.



El impacto de este descubrimiento fue tan grande que se tomó la decisión de interrumpir la explotación del mineral para permitir estudios científicos del fenómeno. Como consecuencia de estos estudios, en 1975 se realizó en Libreville, Gabón, un coloquio internacional, que fue el primero de una serie, ya que este hecho notorio fue el objeto de numerosos trabajos y muchos coloquios consagrados a los aspectos geológicos, geoquímicos y nucleares del fenómeno.

Los estudios permitieron realizar una evaluación muy completa sobre el fenómeno, incluyendo la cantidad del uranio-235 faltante de los depósitos del mineral de uranio. ¿Cómo se podría explicar la pérdida de uranio-235? ¿Podría deberse a un consumo de este isótopo del uranio en un proceso de fisión nuclear?

De hecho, hacía ya varios años, en 1956, mucho antes del descubrimiento realizado en Oklo, un físico norteamericano, P. K. Kuroda, había considerado la posibilidad de que la fisión nuclear pudiera haberse presentado hace miles de millones de años.

Ya es bien conocido por el lector que el uranio en la naturaleza está formado de varios isótopos, pero son dos los que existen en mayor cantidad: el más abundante por mucho es el uranio-238, y el menos el uranio-235, pues el uranio-235, siendo más inestable, tiene una vida media más corta que el uranio-238. Ya se ha visto también la propiedad que tiene el uranio-235 de fisionarse mucho más fácilmente que el uranio-238 al interactuar

con los neutrones lentos. De hecho, se requiere el combustible de uranio enriquecido en uranio-235 para extraer comercialmente la energía de su núcleo en un proceso en cadena.

El uranio no ha tenido siempre la misma relación isotópica en la naturaleza, ya que hace aproximadamente 700 000 000 de años existía dos veces más de uranio-235, pero la cantidad de uranio-238 era muy poco mayor a la que existe actualmente. Por esto, la cantidad de uranio-235, que es el que se puede fisiónar más fácilmente, ha disminuido de modo constante en el transcurso de los tiempos. Se puede decir que el uranio natural de eras geológicas pasadas era más rico en el isótopo uranio-235 que el uranio natural actual.

De acuerdo con estas ideas, Kuroda supuso que en la naturaleza pudiera haber habido reacciones de fisión nuclear espontánea de uranio-235 en un pasado muy lejano, cuando el contenido del uranio-235 era suficientemente elevado en los yacimientos de uranio. Pero era necesario que se reunieran varias condiciones para que la fisión nuclear espontánea se pudiera realizar: fuertes concentraciones de uranio, presencia de un moderador de neutrones, es decir de material que frenara neutrones para hacerlos lentos, la ausencia de boro, que tiene una capacidad enorme de absorber neutrones lentos. De acuerdo con Kuroda, la probabilidad de que tal fenómeno pudiera haber sucedido aumentaba a medida que aumenta la antigüedad del evento. Cuando se descubrió el fenómeno de Oklo, era, pues, muy importante precisar toda la información sobre estos yacimientos para poder decidir si la pérdida del uranio-235 se debía a un fenómeno de fisión nuclear natural.

Efectivamente, como consecuencia de los estudios sobre los yacimientos de minerales de uranio en Oklo y para explicar el fenómeno presentado en la relación isotópica del uranio natural, los científicos llegaron a la conclusión de que en el pasado lejano del depósito, ese isótopo del uranio de masa 235 había sido consumido por una reacción de fisión nuclear en cadena en un reactor natural cuyo funcionamiento transformó profundamente la composición química e isotópica de los minerales presentes en las zonas de reacción. El fenómeno se confirmó principalmente por el estudio de los productos de fisión característicos en los minerales. Estos productos de fisión, en particular el neodimio, tienen una composición isotópica muy diferente que la de los elementos naturales. Los estudios detallados realizados desde el descubrimiento del fenómeno permitieron localizar las zonas de reacción que constituyen los reactores fósiles. Se demostró que este fenómeno extraordinario fue muy extenso, pues aparentemente faltan más de 500 kg de uranio-235 en estos yacimientos.

La estimación de la antigüedad del sitio fue determinada por los métodos rubidio-estroncio y potasio-argón, mencionados anteriormente, en distintos tipos de rocas existentes en diferentes puntos del yacimiento. Para precisar la edad de la mineralización del uranio del yacimiento de Oklo, se aplicó el método de uranio-plomo sobre los minerales situados en el exterior de las zonas de reacción, que contiene, por lo tanto, el uranio de composición isotópica normal. Se concluyó, además, que las condiciones del funcionamiento de los reactores de Oklo se encontraban probablemente reunidas desde que se depositó el uranio, ya que, en esa época, la composición química e isotópica del mineral consistía en una mezcla de 93% de uranio-238, 3% de uranio-235 y 4% de plutonio-239. Esta composición se determinó por el estudio de los productos de fisión allí presentes. Todas estas medidas permiten atribuir a estos yacimientos una edad de aproximadamente 1 800 000 000 de años.

Actualmente está ya bien establecido que las condiciones que se reunieron en Oklo hace 1 800 000 000 de años cumplían con lo previsto por Kuroda: una concentración elevada de uranio, abundancia isotópica suficiente de uranio-235, la presencia de agua como moderador, la ausencia de venenos, como las tierras raras. La abundancia de uranio-235 era entonces de 3%. Su valor actual en otros yacimientos es de 0.72%, pero ha sido considerablemente disminuido en los yacimientos de Oklo hasta 0.3%. Todos estos datos permitieron evaluar la amplitud del fenómeno, localizar el sitio con precisión y predecir la fecha en que se produjo el fenómeno. De acuerdo con estos estudios, se encontró que el reactor nuclear de Oklo estuvo operando durante 500 000 años, desde la época en que se

mineralizó el uranio en esa zona; es decir, desde hace 1 800 000 000 de años, como ya hemos visto.

Actualmente se conocen varios reactores nucleares, los cuales fueron encontrados en los mismos yacimientos muy cerca unos de otros, y representan un campo de investigación extremadamente fructífero.

Estos descubrimientos probaron en todos los casos que los fenómenos de la aparición de reactores naturales no fueron fenómenos aislados en los yacimientos, y que aparecían cada vez que había una concentración local suficientemente elevada de uranio.

---

*Índice*

