

# Oklo - Un reactor nuclear de hace 1800 millones de años

---

Por el Dr. S. Eklund, Director General

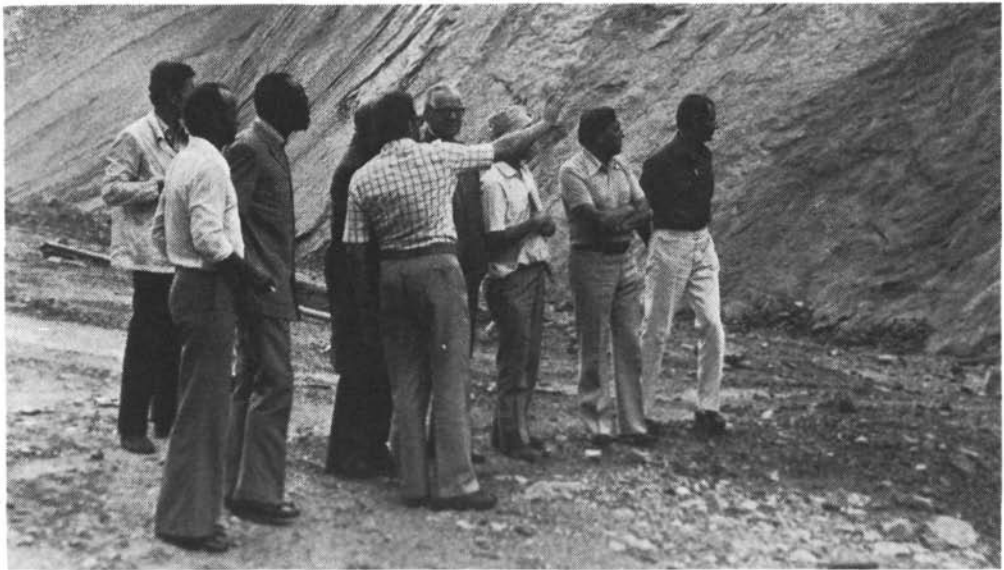
*Del 23 al 27 de junio de este año se celebrará en el Gabón, Africa Occidental, una conferencia científica sobre el llamado fenómeno de OKLO. La reúnen conjuntamente el Organismo Internacional de Energía Atómica, las autoridades gabonesas y la Comisión Francesa de Energía Atómica (CEA). Como el fenómeno de OKLO (nombre de una mina de uranio del Gabón) no parece ser conocido fuera de los círculos de especialistas, acaso sea interesante dar a conocer algunos detalles de este descubrimiento y las interesantes conclusiones sacadas acerca de lo que sucedió allí en un breve período (100 000 a 500 000 años) de la evolución de la Tierra, hace 1 800 millones de años.*

*El uranio natural contiene 0,7202% de uranio-235, el isótopo fisionable contenido en el combustible nuclear. Hasta junio de 1972 se había comprobado que esta concentración era constante en todo el uranio descubierto, independientemente del lugar de descubrimiento, y la misma concentración se ha observado en los vestigios de uranio encontrados en la Luna. En la planta francesa de difusión gaseosa para el enriquecimiento en el isótopo-235, en Pierrelatte, se mide regularmente la proporción de uranio-235, en el uranio suministrado a la planta. Esto se hace principalmente para asegurarse de que el uranio contenido es efectivamente de origen natural y no procede de una planta donde se haya consumido ya parte del uranio-235. Durante uno de estos análisis isotópicos se comprobó que la concentración del uranio-235 era algo inferior a la que cabía esperar tratándose de uranio natural, a saber, 0,7171% en vez del valor antes citado.*

*Si los científicos de Pierrelatte no se hubieran impuesto la regla de un trabajo minucioso, podrían haber hecho caso omiso de este resultado anómalo. Pero, por el contrario, realizaron una serie de comprobaciones y descubrieron que no se trataba de un error de medición, sino que estaban trabajando con un uranio de composición distinta a la del uranio "normal" y que, además, presentaba variaciones de unas muestras a otras. Pronto se averiguó que el uranio procedía del Gabón y, más exactamente, de la mina de OKLO, cercana a Franceville, en el sudeste del país.*

*La formación geológica que contiene los yacimientos uraníferos explotados en OKLO se denomina Francevilliana. Se trata de una serie sedimentaria contenida en una depresión del Precámbrico medio, cuya extensión es de unos 35 000 km<sup>2</sup> en el Gabón. Yace sobre una base cristalina y en la superficie de contacto con la misma se han encontrado varios filones uraníferos. Es posible que el uranio de estas vetas se haya formado por acción de las aguas sobre las rocas de basamento. Las dataciones indican una edad de  $1\,740 \pm 20$  millones de años. Explora el yacimiento de OKLO una empresa gabonesa, la "Compagnie des Mines d'Uranium de Franceville (COMUF)", con participación de capital francés.*

*Ya en agosto de 1972 se propuso la hipótesis de que el empobrecimiento en uranio-235 se debía a una reacción en cadena sucedida hace mucho tiempo, y en septiembre del mismo año se anunció esta teoría en la Academia Francesa de Ciencias y en la Conferencia General del OIEA, juntamente con los resultados de las primeras investigaciones.*



Al pie de la mina de Oklo, en el Gabón, el Director General (cuarto por la izquierda) contempla el lugar del denominado Fenómeno de Oklo, que visitó como preparativo de la conferencia que se celebrará en junio sobre ese tema.

*Las minuciosas investigaciones geológicas y mineralógicas que se han efectuado desde entonces indican que un total aproximado de 500 toneladas de uranio presenta concentraciones anormalmente reducidas de uranio-235, cuyo valor promedio es de 0,62%. Una concentración total elevada del uranio en un filón corresponde a una reducción importante de la concentración del uranio-235 si la veta no es muy pequeña, en cuyo caso el empobrecimiento es menos pronunciado. Una de las muestras contenía solamente el 0,296% de uranio-235. Por diversos métodos se llegó a la conclusión de que la edad del uranio de OKLO es de unos 1 800 millones de años. Como el periodo de semidesintegración del uranio-235 es aproximadamente siete veces menor que el del uranio-238, a saber, 700 millones de años, esto significa que la concentración del uranio-235, hace unos 2 000 millones de años, era mucho mayor con respecto al uranio-238 -más del 3%, en vez del 0,7% que, exceptuando OKLO, se ha encontrado hasta ahora en todos los casos. La elevada concentración local del uranio, un "enriquecimiento" de más del 3%, la ausencia de materiales muy absorbentes de neutrones y la presencia de agua como moderador: he aquí las circunstancias que, hace 1 800 millones de años, originaron en ciertas partes de la mina reacciones en cadena en las que, durante varios cientos de milenios, se generó probablemente energía por un total aproximado de 10 000 MW anuales.*

*Las investigaciones detalladas sobre el fenómeno de OKLO constituyen un ejemplo interesante de cómo se aplican hoy en geología y geocronología los métodos de física nuclear. Para determinar edades se utiliza, entre otros, el método del uranio-plomo, basado en el hecho de que la desintegración radiactiva del uranio-235 y 238 da lugar a la formación de dos isótopos del plomo. La reacción en cadena del uranio origina productos de fisión que son altamente radiactivos en un reactor moderno de potencia, pero que en OKLO se han desintegrado en el curso de millones de años transformándose en productos estables, no radiactivos, que pueden identificarse por espectrometría de masas en función de su composición isotópica.*

*Una conclusión que cabe deducir de estas mediciones es que hay muy pocos productos de fisión del plutonio. Como el periodo del plutonio es de 24 000 años, ello indica que la reacción en cadena se desarrolló muy lentamente, de forma que el plutonio formado en OKLO durante la reacción se desintegró antes de poder intervenir en el proceso de fisión. Además, del estudio de la transmisión de calor a partir de los lugares donde se produjo la reacción se deduce que ésta tiene que haber durado, por lo menos, 100 000 años.*

*Otra cuestión fundamental es cómo pudo mantenerse durante tanto tiempo un equilibrio estable en los lugares donde ocurría la reacción. Una cosa es imaginar que, en ciertas circunstancias, se alcanzara la criticidad en una zona determinada, y otra imaginar qué mecanismos de control existieron y no sólo regularon la reacción momentáneamente, sino que funcionaron durante centenares de miles de años.*

*La suposición que más confirmada parece por los resultados de las investigaciones es que la reactividad fue regulada por la presencia de materiales absorbentes de neutrones, que fueron gastándose gradualmente (en los actuales reactores de potencia se emplea el mismo método) y por las variaciones de la cantidad de agua contenida en el mineral de uranio, resultantes de la energía desarrollada en la reacción.*

*Gracias a circunstancias favorables, cuando se descubrió el fenómeno de OKLO, aunque ya se había extraído aproximadamente la mitad del uranio, pudieron todavía indentificarse los lugares donde se habían desarrollado las reacciones en cadena. Si el hallazgo se hubiera hecho hace 40 años, antes de descubrirse en 1938 la fisión del uranio, probablemente se habría considerado como una simple curiosidad científica. Pero desde entonces se han adquirido amplios conocimientos de física y química de la fisión del uranio, que han permitido proceder al análisis de los productos de fisión residuales. Son de admirar los científicos franceses, representantes de diversas disciplinas, pertenecientes a la CEA y a otras instituciones, quienes, junto con las autoridades gabonesas, han realizado en tan poco tiempo un estudio sumamente completo, que ha permitido una primera interpretación del texto escrito en esta interesante página de la historia del mundo.*

*El yacimiento seguirá en explotación (aproximadamente 500 toneladas de uranio al año). Es muy de esperar que, a pesar de los inconvenientes que la conservación de estos reactores fósiles supone para la marcha normal de los trabajos mineros, se conservarán por lo menos partes importantes de las zonas donde se encuentran dichos reactores. Debido a dificultades de tipo formal y financiero surgidas después de terminar la guerra, no se consideró posible conservar como monumento histórico el reactor que se puso en marcha en Chicago en 1942 con uranio natural en un moderador de grafito. Su predecesor natural, el reactor fósil de OKLO, no debe correr la misma suerte.*

*Los continentes de Africa y Sudamérica se separaron hace no más de 100 millones de años, aproximadamente. Será interesante ver si en alguna mina de uranio del Brasil se hace en el futuro un descubrimiento similar. El autor de estas líneas tuvo oportunidad de visitar la mina de OKLO hace pocos meses. ¡Fue una experiencia notable visitar un lugar donde la Naturaleza inició un proceso que el Homo sapiens no ha conseguido reproducir sino 1 800 millones de años más tarde!*

*Quizá sea oportuno destacar en estos tiempos de preocupación por la expansión en gran escala de la energía nucleoelectrónica, que no hay ningún riesgo de que el proceso de OKLO vuelva a producirse en otra mina. En el curso de millones de años ha disminuido demasiado la concentración de uranio-235.*