

## Oklo, el único reactor nuclear natural conocido de la Tierra de dos mil millones de años de antigüedad

<https://www.iaea.org/es/newscenter/news/oklo-el-unico-reactor-nuclear-natural-conocido-de-la-tierra-de-dos-mil-millones-de-anos-de-antigüedad>



El físico Francis Perrin estaba en una planta de procesamiento de combustible nuclear situada en el sur de Francia, pensando para sí mismo: “No puede ser”. Era el año 1972. Por un lado, había un pedazo oscuro de mineral de uranio radiactivo natural, extraído de una mina en África. Por otro, datos científicos aceptados sobre la proporción constante de uranio radiactivo en el mineral. Tras examinar este mineral procedente de una mina en el Gabón, se descubrió que contenía una proporción de uranio 235 ( $^{235}\text{U}$ ), el isótopo fisible, inferior a lo habitual. Solo ligeramente inferior, pero lo suficiente para que los científicos se detuvieran a darle vueltas a la incógnita.

La primera respuesta lógica que encontraron los físicos para una proporción de  $^{235}\text{U}$  tan inusual fue que no se trataba de uranio natural. Hoy en día, todo el uranio natural contiene 0,720 % de  $^{235}\text{U}$ . Si lo extrajéramos de la corteza terrestre, de rocas lunares o de meteoritos, nos encontraríamos con esta proporción. Pero aquel pedazo de roca de Oklo contenía únicamente un 0,717 %.

¿Qué significaba aquello? En un primer momento, la única opción que se les ocurrió a los físicos fue que el mineral de uranio había experimentado fisión artificial, es decir, que se había provocado la división de algunos de los isótopos de  $^{235}\text{U}$  en una reacción nuclear en cadena. Esto podría explicar por qué la proporción era más baja de lo normal.

Tras realizar análisis complementarios, Perrin y sus colegas confirmaron que el mineral de uranio era completamente natural. Todavía más asombroso fue descubrir la huella de productos de fisión en el mineral. Los físicos llegaron a la conclusión de que el mineral de uranio era natural y además había experimentado fisión. Solo había una explicación posible: la roca era la prueba de que hace más de dos mil millones de años se produjo fisión natural.

*“Después de efectuar más estudios, incluidos exámenes in situ, descubrieron que el mineral de uranio había experimentado fisión por sí mismo”, explica Ludovic Ferrière, conservador de la colección de rocas en el Museo de Historia Natural de Viena, en el que se presentará al público una parte de la curiosa roca en 2019. “No había otra explicación”.*

Para que este fenómeno pueda haberse producido de forma natural, estos yacimientos de uranio en África Ecuatorial occidental tenían que contener necesariamente una masa crítica de  $^{235}\text{U}$  para iniciar la reacción. Por aquel entonces, así era. Un segundo factor necesario para que se produzca y se mantenga una reacción nuclear en cadena es la existencia de un moderador. En este caso, el agua. Sin agua que ralentizara los neutrones, no habría sido posible una fisión controlada, ya que los átomos, sencillamente, no se habrían dividido.

“De igual modo que si en un reactor nuclear artificial de agua ligera no hay nada que ralentice los neutrones, que los modere, las reacciones de fisión simplemente se detienen”, dice Peter Woods, responsable del grupo a cargo de la producción de uranio en el OIEA. “El agua actuó como moderador en Oklo, absorbiendo los neutrones y controlando la reacción en cadena”.

También ayudó el contexto geológico específico en lo que hoy es el Gabón. Las concentraciones químicas de uranio total (incluido el  $^{235}\text{U}$ ) eran suficientemente elevadas y sus yacimientos tenían suficiente grosor y tamaño. Por último, Oklo fue capaz de sobrevivir al

paso del tiempo. Los expertos sospechan que pueden haber existido otros reactores naturales en el mundo, pero habrán sido destruidos por procesos geológicos, se habrán extinguido o habrán sufrido subducción, o simplemente no se han descubierto todavía.

*“Lo que lo hace tan fascinante es que las circunstancias temporales, geológicas e hídricas se hayan combinado para que esto pudiera suceder”, sostiene el Sr. Woods. “Y que se haya preservado hasta la actualidad. La historia de detectives se ha resuelto con éxito”.*

En la sede de la empresa francesa de energía nucleoelectrónica y renovable Orano se almacenan muestras de roca de Oklo, algunas de las cuales se recuperaron en campañas de perforación. A principios de 2018 se donaron al Museo de Historia Natural de Viena dos muestras partidas por la mitad procedentes de la perforación. La donación fue posible gracias a la contribución financiera de Orano y la Comisión de Energía Atómica y Energías Alternativas (CEA) de Francia, con apoyo de la Misión Permanente de Francia ante las Naciones Unidas y las organizaciones internacionales con sede en Viena. Científicos del OIEA prestaron su apoyo durante el envío de la muestra a Viena monitorizando los niveles de radiactividad y posibilitando una manipulación segura de la roca.

Las dosis generadas por estas muestras son del orden de 40 mSv/h a una distancia de 5 centímetros, lo que prácticamente equivale a la cantidad de radiación cósmica que recibiría un pasajero en un vuelo de ocho horas de Viena a Nueva York. El museo, que recibe 750.000 visitantes al año, está acostumbrado a manejar muestras radioactivas, puesto que ya expone una serie de rocas y minerales levemente radioactivos.

*“Queremos que la gente aprenda cosas sobre la radiactividad natural, que tome conciencia de que la radioactividad está en todas partes, que es natural y que a niveles bajos no es peligrosa. En el piso y las paredes de nuestros hogares hay radiactividad, así como en los alimentos que ingerimos, el aire que respiramos e incluso en nuestro propio cuerpo”, dice el Dr. Ferrière. “¿Qué mejor forma de explicarlo que exhibiendo una muestra real de Oklo, donde la fisión nuclear se produjo de manera natural hace miles de millones de años?”*

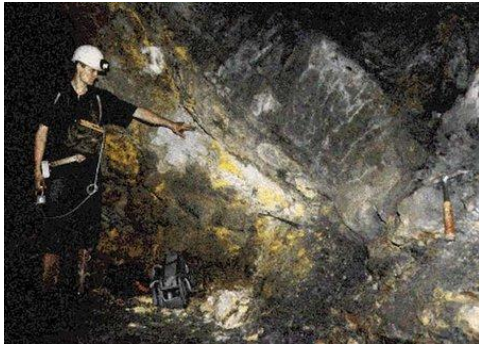
En la exposición permanente se mostrarán diferentes fuentes de radiactividad de fondo. Quizás un mapa del mundo con la distribución de la radioactividad, un detector de radiación o contador Geiger o una cámara de niebla permitirán a los visitantes observar por sí mismos la exposición a la radiación natural.

*“Las rocas son como los libros. En la portada hay información básica, pero cuando los abres está toda la historia”.*

*Este artículo se publicó en el Boletín del OIEA de junio de 2018, titulado [Uranio: De la prospección a la rehabilitación](#).*

## Bienvenidos al único reactor de fisión nuclear ‘natural’ que se conoce en el mundo.

<https://www.xatakaciencia.com/fisica/bienvenidos-al-unico-reactor-de-fision-nuclear-natural-que-se-conoce-en-el-mundo>



A pesar de la algarabía de los grupos antisistema enarbolando pancartas de “Nucleares, no” que podíamos observar hace un par décadas, lo cierto es que la propia naturaleza ha generado al menos un reactor nuclear de fisión. Un reactor nuclear alimentado por nada más que uranio, agua y algas verdeazuladas (o sea, el verdín de los estanques, que en realidad no son algas sino un grupo de bacterias fotosintéticas conocido como cianobacterias).

El lugar donde podemos hallar este prodigio es en Oklo, en Bangombé, Gabón (antigua colonia francesa en el África ecuatorial occidental), en las minas de uranio de Franceville. Y se puso en marcha por sí solo, hace unos 1.700 millones de años.

En la actualidad, el reactor de Oklo ya está extinto, pero el año que fue descubierto, en mayo de 1972, demostró que la fisión nuclear había sido inventada en la Tierra hacía mucho tiempo. Las algas de un río cercano a Oklo producían un exceso de oxígeno tras realizar la fotosíntesis. El oxígeno regresaba al agua tan ácida que, mientras se infiltraba en la tierra por el suelo poroso, iba disolviendo el uranio de la roca madre. Todo el uranio de entonces tenía una concentración mayor del isótopo que se usa en las bombas atómicas, el  $^{235}\text{U}$ . un 3 % en comparación con un 0,720 % en la actualidad. De modo que el agua era volátil, y cuando las algas bajo el suelo filtraron el agua, el uranio quedó concentrado en un lugar, alcanzando así una masa crítica.



El equipo de geólogos que descubrió este lugar enseguida se dio cuenta de que algo extraño estaba pasando con el uranio de la mina: era tan escaso que parecía haber sido consumido por alguien. Pero la razón de que actualmente no exista un cráter enorme en África es que, al calentarse el uranio, hizo hervir el agua hasta evaporarla, tal y como explica el químico **Sam Kean** en su libro *La cuchara menguante*:

*“Sin agua, los neutrones se tornaron demasiado rápidos para poder absorberlos, y el proceso se paró. Sólo cuando el uranio se enfrió pudo entrar de nuevo el agua, y el reactor volvió a entrar en funcionamiento. Era una especie de Old Faithful nuclear que se autorregulaba, y consumió unos 6.000 kilogramos de uranio a lo largo de más de*

*150.000 años en dieciséis lugares alrededor de Oklo, en ciclos de encendido y pagado de 150 minutos”.*

entonces, la existencia de fisiones nucleares en la naturaleza sólo era una hipótesis que había sido defendida por el físico norteamericano Paul K. Kuroda, de la Universidad de Arkansas, en 1956, y previamente, en 1953, por George W. Wetherill, de la Universidad de California y Mark G. Inghram, de la Universidad de Chicago.

Para hacerse una idea del poder del uranio, una tonelada de uranio natural produce una energía equivalente a más de 16.000 toneladas de carbón, 80.000 toneladas de petróleo o 40 millones de kilovatios.hora de electricidad.

La razón de que ahora ya no encontremos reactores nucleares naturales se debe a que el uranio fisionable, el  $^{235}\text{U}$ , se desintegra con el tiempo: su periodo de semidesintegración es

de 713 millones de años. Parece mucho tiempo, pero la Tierra ya tiene una edad de 4.500 millones de años. Al formarse nuestro planeta, el  $^{235}\text{U}$  constituía el 33 % de todo el uranio fisible, pero hoy en día solo supone el 0,7, una concentración insuficiente para desencadenar una reacción nuclear natural. Los seres humanos, no obstante, se han dedicado a extraer y concentrar  $^{235}\text{U}$  para revivir la reacción artificialmente.