

La desaparición de una cantidad colosal de plomo antiguo hace que la Tierra parezca mucho más joven de lo que indican los meteoritos primordiales



Un equipo dirigido por la NTU de Singapur predijo que el compuesto de plomo y azufre PbS_3 se forma en condiciones que suelen darse en las profundidades del manto terrestre. Crédito: David Zherdenovsky / Pexels

por Guillermo Carvajal

Durante décadas, los geoquímicos han utilizado las diferentes variedades de plomo como una suerte de reloj geológico infalible para datar la formación de rocas y comprender los procesos de acreción planetaria que dieron forma a la Tierra hace más de 4.500 millones de años.

Sin embargo, este método, considerado una de las herramientas más robustas de la [ciencia planetaria](#), arrastra consigo una contradicción flagrante que ha mantenido en vilo a la comunidad científica: los cálculos indican que en la corteza terrestre falta una cantidad colosal de plomo antiguo, un desajuste tan significativo que, sobre el papel, hace parecer que nuestro planeta es mucho más joven de lo que atestiguan los meteoritos primordiales.

Un estudio reciente dirigido por la Escuela Asiática de Medio Ambiente de la Universidad Tecnológica de Nanyang (NTU) en Singapur y publicado en la revista *Nature Communications* ha propuesto una solución a esta paradoja que no requiere buscar el metal perdido en el núcleo inaccesible, sino en las presiones aplastantes del [manto terrestre](#), donde el comportamiento del plomo en presencia de azufre revela una química mucho más compleja y estable de lo que se suponía hasta ahora.

La paradoja del plomo perdido se sustenta en la existencia de cuatro formas isotópicas de este elemento. Tres de ellas —el plomo-206, el plomo-207 y el plomo-208— son de naturaleza radiogénica, lo que significa que se generan de manera continua a partir de la desintegración radiactiva del [uranio](#) y el torio.

Este proceso de decaimiento atómico opera a un ritmo fijo e inmutable, proporcionando a los investigadores un cronómetro nuclear preciso: si una roca contiene una alta proporción de plomo derivado del uranio en comparación con el plomo original, se clasifica como geológicamente joven, mientras que una abundancia elevada de plomo primordial frente al plomo radiogénico indica una edad antigua.

El cuarto isótopo, el plomo-204, es no radiogénico y constituye el plomo «original» que ha estado presente desde la [formación del Sistema Solar](#). El conflicto surge al contrastar la composición de las rocas de la superficie terrestre con la de los meteoritos antiguos que sirvieron como bloques de construcción del planeta.

Las rocas corticales exhiben un excedente inexplicable de plomo «joven» o radiogénico, lo que implica, por lógica inversa, un déficit severo del plomo primordial que debería estar distribuido en el planeta. Durante mucho tiempo, la hipótesis predominante para explicar esta ausencia postulaba que ese plomo original se hundió hacia el núcleo de hierro fundido durante la diferenciación planetaria temprana, un modelo que, si bien es elegante, nunca logró describir de manera satisfactoria el mecanismo físico-químico exacto que permitiría al plomo permanecer secuestrado en el núcleo a lo largo de eones sin dejar un rastro claro en el manto circundante.

El equipo de investigación, encabezado por el profesor Simon Redfern y el exinvestigador posdoctoral Dr. Liu Siyu de la NTU, decidió examinar esta cuestión centrándose en la afinidad natural del plomo por el azufre, un elemento abundante en el interior terrestre. La premisa de partida consideró al [sulfuro de plomo](#) como el candidato más probable para actuar como vehículo de almacenamiento profundo del plomo perdido.

Mediante el uso intensivo de simulaciones computacionales avanzadas, los científicos sometieron este compuesto a las condiciones de presión extrema que imperan a cientos o miles de kilómetros bajo la superficie. Los resultados de la modelización revelaron una propiedad termodinámica crucial y hasta ahora subestimada: el sulfuro de plomo adquiere una estabilidad extraordinaria bajo tales presiones, permaneciendo en estado sólido incluso a temperaturas cercanas a los 5.000 grados centígrados, un umbral térmico que supera con creces las condiciones reales estimadas para el manto inferior.

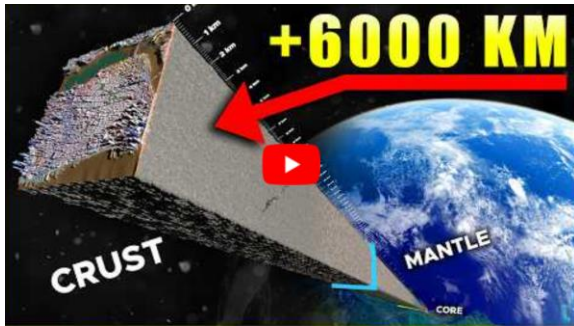
Esta robustez estructural sugiere que, en las etapas formativas de la Tierra, pudieron constituirse reservorios masivos de plomo antiguo en las profundidades del manto, encapsulados en fases minerales sólidas que los aislaron por completo del uranio y el torio presentes en la corteza. Como consecuencia directa de este aislamiento, ese plomo secuestrado no ha participado en el ciclo geoquímico superficial ni ha contribuido a la mezcla de isótopos que los científicos miden en las rocas volcánicas y continentales, generando así la falsa impresión de una Tierra empobrecida en plomo primordial y enriquecida artificialmente en plomo radiogénico.

Las predicciones computacionales, realizadas con el software especializado CALYPSO —un algoritmo diseñado para predecir estructuras cristalinas estables únicamente a partir de la composición química y las condiciones termodinámicas externas—, no se limitaron a confirmar la estabilidad del sulfuro de plomo convencional, sino que llevaron al equipo a identificar dos estructuras minerales de plomo-azufre completamente nuevas que la ciencia no había descrito previamente.

Se trata de dos polisulfuros, denominados PbS_2 y PbS_3 , cuya existencia se predice viable en regiones del manto localmente enriquecidas en azufre. Las simulaciones de dinámica atómica a altas temperaturas corroboraron que estos compuestos teóricos no son meras curiosidades de laboratorio informático, sino fases termodinámicamente factibles capaces de persistir frente al intenso movimiento convectivo del interior terrestre a lo largo de miles de millones de años.

Cada uno de estos nuevos compuestos exhibe un comportamiento distinto bajo las condiciones del manto. El primero de ellos, el PbS_2 , mantendría presumiblemente un estado sólido en los rangos de presión correspondientes al manto superior. El segundo compuesto, el PbS_3 , presenta una característica dinámica de gran relevancia geológica: su punto de fusión es comparativamente bajo, lo que implica que en determinadas circunstancias termodinámicas podría experimentar una fusión parcial y transformarse en un líquido menos denso.

Este líquido, impulsado por su propia flotabilidad, ascendería lentamente a través de la roca sólida del manto, actuando como un eficiente aunque minúsculo agente de transporte. Este mecanismo de «goteo» o «fuga» de material profundo hacia la superficie ofrece una explicación coherente y químicamente fundamentada para un fenómeno observado empíricamente por los vulcanólogos: la aparición esporádica de firmas isotópicas de plomo extremadamente antiguo en rocas volcánicas modernas, una anomalía que hasta ahora carecía de un mecanismo claro de origen.



Las implicaciones de este hallazgo trascienden la mera resolución de un viejo rompecabezas geoquímico terrestre. La investigación redefine el papel del azufre en la distribución y secuestro de metales pesados en el interior de los planetas rocosos. Comprender cómo un elemento volátil como el azufre puede anclar de manera tan eficaz al denso plomo en las profundidades del manto terrestre proporciona un nuevo marco teórico para evaluar la evolución química de otros cuerpos planetarios del Sistema Solar, como [Marte](#).

Los procesos de diferenciación y la distribución de elementos en el interior marciano podrían ser reevaluados a la luz de esta nueva química de polisulfuros de alta presión, permitiendo a los científicos planetarios refinar los modelos sobre cómo los planetas terrestres segregan sus componentes metálicos y silicatados durante su juventud. El trabajo computacional de la NTU demuestra que las respuestas a algunas de las preguntas más fundamentales sobre la [historia de la Tierra](#) no yacen en el cosmos lejano, sino en el comportamiento cuántico de los átomos confinados bajo presiones inimaginables en el corazón del planeta que pisamos.

La verificación experimental de estas predicciones teóricas constituye el siguiente paso lógico e inmediato en la agenda del equipo de investigación. Los científicos se proponen recrear las condiciones de presión y temperatura del manto terrestre en el laboratorio utilizando celdas de yunque de diamante y técnicas de calentamiento láser, con el objetivo de sintetizar físicamente los polisulfuros PbS_2 y PbS_3 y confirmar su estabilidad estructural in situ.

Paralelamente, continuarán refinando los modelos computacionales para obtener una cronología más precisa de los eventos de separación de las capas internas de la [Tierra primitiva](#). Asimismo, se emprenderá una búsqueda sistemática de evidencia física de estos minerales exóticos en xenolitos del manto y en muestras de rocas ultramáficas traídas a la superficie por la actividad tectónica y eruptiva, en un esfuerzo por capturar las esquivas huellas de ese plomo ancestral que ha permanecido oculto bajo nuestros pies desde los albores del planeta.

FUENTES

[Nanyang Technological University](#)

Liu, S., Guo, M., Yu, S. et al. *Hidden pressure-stabilized lead reservoirs in Earth's mantle*. Nat Commun 17, 2913 (2026). doi.org/10.1038/s41467-026-69772-8

<https://www.labrujulaverde.com/2026/04/la-desaparicion-de-una-cantidad-colosal-de-plomo-antiguo-hace-que-la-tierra-parezca-mucho-mas-joven-de-lo-que-indican-los-meteoritos-primordiales>