

La heterogeneidad del manto terrestre podría ser un vestigio de la formación de la Luna

Una enorme colisión entre el antiguo protoplaneta Theia y la Tierra primigenia –Gaia– hace unos 4.500 millones de años podría haber formado distintas regiones en la capa intermedia de nuestro planeta, según sugiere un estudio internacional que ha utilizado simulaciones por ordenador y que destaca en su portada la revista *Nature*.

SINC

1/11/2023 18:00 CEST



El gran choque entre el protoplaneta Theia y la Tierra primigenia –Gaia– hace unos 4.500 millones de años podría haber formado distintas regiones en el manto terrestre. / DENG Hongping y Hangzhou Sphere Studio

Un equipo científico de China, EE UU y Reino Unido ha descubierto recientemente que **una gran anomalía en el interior de la Tierra** puede ser un resto de la colisión, sucedida hace unos 4.500 millones de años, que formó la Luna.

Según los autores del estudio publicado en *Nature*, la investigación ofrece nuevos e importantes datos no solo sobre la estructura interna de la Tierra, sino también sobre su evolución a largo plazo y la formación interior del sistema solar.

El estudio está basado en métodos de dinámica de fluidos computacional, en los que fue pionero el profesor **Deng Hongping**, del Observatorio Astronómico de Shanghai, de la Academia China de Ciencias.

La formación de la Luna ha sido un enigma constante para varias generaciones de científicos. La teoría predominante sugiere que, durante las últimas etapas del crecimiento de la Tierra, hace unos 4.500 millones de años, se produjo un choque masivo –conocido como el 'gran impacto'– entre la Tierra primigenia (Gaia) y un protoplaneta del tamaño de Marte llamado Theia. Se cree que nuestro satélite se formó a partir de los restos generados por este choque.

Hace unos 4.500 millones de años, se produjo un choque masivo entre la Tierra primigenia (Gaia) y el protoplaneta Theia. Se cree que la Luna se formó a partir de los restos generados por esta colisión

Las **simulaciones numéricas** indican que la Luna probablemente heredó material principalmente de Theia, mientras que Gaia, debido a su masa mucho mayor, solo estaba ligeramente contaminada por material de Theia.

Dado que Gaia y Theia eran formaciones relativamente independientes y

estaban compuestas de materiales diferentes, la teoría sugería que la Luna –dominada por el material de Theia- y nuestro planeta –en el que primaba el material de Gaia- debían tener composiciones distintas.

Composiciones notablemente similares

Sin embargo, las mediciones isotópicas de alta precisión revelaron posteriormente que las composiciones de la Tierra y la Luna son notablemente similares, **poniendo en entredicho la teoría convencional** de la formación de nuestro satélite.

Para indagar más la teoría de la formación lunar, Deng comenzó a investigar la formación de la Luna en 2017. Se centró en el desarrollo de un nuevo método de dinámica de fluidos computacional llamado Meshless Finite Mass (MFM), que destaca en el modelado preciso de la turbulencia y la mezcla de materiales.

Mediante este enfoque y con numerosas simulaciones del gran impacto, Deng descubrió que la Tierra primitiva presentaba una estratificación del manto tras la colisión, y que el manto superior y el inferior tenían composiciones y estados diferentes.

revelaron las composiciones de la Tierra y la Luna son notablemente similares, poniendo en entredicho la teoría convencional de la formación lunar

En concreto, **el manto superior presentaba un océano de magma**, creado mediante una mezcla exhaustiva de material procedente de Gaia y Theia, mientras que el manto inferior permanecía en gran parte sólido y conservaba la composición material de Gaia.

"Las investigaciones previas habían hecho excesivo hincapié en la estructura del disco de escombros –precursor de la Luna– y habían pasado por alto el impacto de la gran colisión sobre la Tierra primitiva", explica Deng.

Tras debatir con geofísicos de la Escuela Politécnica Federal de Zúrich (Suiza), el investigador chino y sus colaboradores se dieron cuenta de que esta estratificación del manto podría haber persistido hasta nuestros días, lo que se corresponde con los reflectores sísmicos globales del manto medio (situado a unos 1.000 km por debajo de la superficie terrestre).

Ejemplos de la heterogeneidad del manto

En particular, todo el manto inferior de la Tierra puede estar aún dominado por material gaiano anterior al impacto, que tiene una composición elemental diferente (incluido un **mayor contenido de silicio**) que el manto superior, según el estudio anterior de Deng.

"Nuestros descubrimientos ponen en entredicho la idea tradicional de que la gran colisión condujo a la homogeneización de la Tierra primitiva", afirma el científico "En cambio, ese impacto gigante que formó la Luna parece ser el origen de la heterogeneidad del manto primitivo y marca el punto de partida de la **evolución geológica de la Tierra** en el transcurso de 4.500 millones de años", destaca.

Otro ejemplo de la heterogeneidad del manto terrestre son dos regiones anómalas denominadas Grandes Provincias de Baja Velocidad (LLVP, por

sus siglas en inglés) que se extienden a lo largo de miles de kilómetros en la base del manto. Una se encuentra bajo la placa tectónica africana y la otra bajo la placa tectónica del Pacífico. Cuando las **ondas sísmicas** atraviesan estas zonas, la velocidad de las ondas se reduce considerablemente.

Las LLVP tienen importantes implicaciones para la evolución del manto, **la separación y agregación de supercontinentes** y las estructuras de las placas tectónicas de la Tierra. Sin embargo, sus orígenes siguen siendo un misterio.

Yuan Qian, del Instituto de Tecnología de California, junto con otros colaboradores, propusieron que las LLVP podrían haber evolucionado a partir de una pequeña cantidad de material de Theia que entró en el manto inferior de Gaia. Posteriormente, invitaron al profesor Deng a explorar la distribución y el estado del material teiano en las profundidades de la Tierra tras el impacto gigante.

Con un análisis en profundidad y simulaciones más precisas, el equipo descubrió que una cantidad significativa de material del manto de Theia, cerca del 2 % de la masa de la Tierra, entró en el manto inferior de Gaia

Mediante un análisis en profundidad de simulaciones anteriores de la gran colisión y la realización de nuevas simulaciones más precisas, el equipo descubrió que una cantidad significativa de material del manto de Theia, aproximadamente el 2 % de la masa de la Tierra, entró en el manto inferior de Gaia.

A continuación, Deng invitó al astrofísico computacional **Jacob Kegerreis** a confirmar esta conclusión utilizando métodos tradicionales de hidrodinámica de partículas suavizadas (SPH).

Rastros del manto del protoplaneta Theia

El equipo de investigación también calculó que este material del manto teiano, similar a las rocas lunares, está enriquecido con hierro, lo que lo hace más denso que el material gaiano circundante. Como resultado, se hundió rápidamente hasta el fondo del manto y, en el transcurso de la convección del manto a largo plazo, formó dos prominentes regiones LLVP, que han permanecido estables a lo largo de 4.500 millones de años de evolución geológica.

Pequeñas cantidades de heterogeneidad profunda pueden ser traídas a la superficie por plumas del manto como las que probablemente formaron Hawái e Islandia

La heterogeneidad del manto profundo, ya sea en los reflectores del manto medio o en las LLVP de la base, sugiere que el interior de la Tierra dista mucho de ser un sistema uniforme.

De hecho, pequeñas cantidades de heterogeneidad profunda pueden ser traídas a la superficie por plumas del manto –corrientes térmicas cilíndricas ascendentes causadas por la convección del manto– como las que probablemente formaron Hawái e Islandia.

Por ejemplo, los geoquímicos que estudian las proporciones isotópicas de gases raros en muestras de basalto islandés han descubierto que estas muestras contienen componentes diferentes de los materiales típicos de la superficie.

Estos componentes son restos de heterogeneidad en el manto profundo que se remontan a más de 4.500 millones de años y sirven como claves para comprender el estado inicial de la Tierra e incluso la formación de planetas cercanos.

“ *Esta investigación incluso sirve de inspiración para comprender la formación y habitabilidad de exoplanetas más allá de nuestro* ”

sistema solar



Deng Hongping (Observatorio Astronómico de Shanghai)

Según Yuan, "mediante el análisis preciso de una gama más amplia de muestras de rocas, combinado con modelos más refinados de colisiones gigantes y modelos de evolución de la Tierra, podemos inferir la composición material y la dinámica orbital de la Tierra primordial –Gaia– y Theia. Esto nos permite restringir toda la historia de la formación del sistema solar interior".

Por su parte, Deng ve un papel aún más amplio para el estudio actual. Opina que esta investigación "incluso sirve de inspiración para comprender la formación y habitabilidad de exoplanetas más allá de nuestro **sistema solar**".

Referencia:

Qian Yuan et al. "Moon-forming impactor as a source of Earth's basal mantle anomalies". *Nature* (2023)

Derechos: **Creative Commons**.

TAGS

TIERRA | MANTO TERRESTRE | LUNA | FORMACIÓN | SISTEMA SOLAR |

Creative Commons 4.0

Puedes copiar, difundir y transformar los contenidos de SINC. [Lee las condiciones de nuestra licencia](#)

