

¿Cuándo acabó el vulcanismo lunar?

Nahúm Méndez Chazarra

Nota: Hace miles de millones de años se desataron en la Luna una serie de erupciones volcánicas que cubrieron cientos de miles de kilómetros cuadrados de la superficie del satélite. La lava surgida acabó expandiéndose por toda la superficie lunar, dando forma a las características manchas que podemos observar desde la tierra.

Los geólogos han utilizado modelos para describir las condiciones geológicas que la Luna tenía mucho antes de que surgiera la vida compleja en nuestro planeta. En el siguiente artículo escrito por Nahúm Méndez Chazarra, geólogo planetario y divulgador científico español, quien además es autor de los libros Un geólogo en apuros e Historia de los Volcanes. En este texto Nahúm Méndez con la ayuda de la geología, nos señala las diferentes hipótesis sobre la fusión de las rocas de la Luna y su composición mineralógica. Con el descubrimiento de nuevas características en la superficie lunar. Los científicos planetarios explican que desde hace 2,000 a 4,000 millones de años, la Luna era un lugar caótico. Decenas de miles de volcanes entraron en erupción en su superficie durante este período, generando enormes ríos y lagos de lava, no muy diferentes a las características que se pueden ver hoy por ejemplo en Hawái. El texto fue tomado de: <https://culturacientifica.com/2022/10/31/cuando-acabo-el-vulcanismo-lunar/>



A pesar de que la Luna es nuestro vecino planetario más cercano, todavía nos quedan muchísimas dudas por resolver sobre su evolución a nivel geológico y cuál ha sido el grado de actividad geológica a nivel interno, incluyendo el vulcanismo lunar, que ha mantenido a lo largo del tiempo. Conocer estos detalles nos ayudaría a hacer nuevos modelos sobre la estructura y composición del interior de nuestro satélite y a comprender mejor su historia.

Para poder resolver todas estas dudas, tenemos que hacer uso de distintas técnicas: desde las observaciones de satélite que nos permiten conocer a grandes rasgos las edades de las unidades rocosas de la superficie lunar a través de las imágenes, a la instalación de sismómetros en la superficie lunar que nos permitan, mediante el cambio en las propiedades de las ondas sísmicas, conocer mejor las distintas capas que conforman su estructura interna.

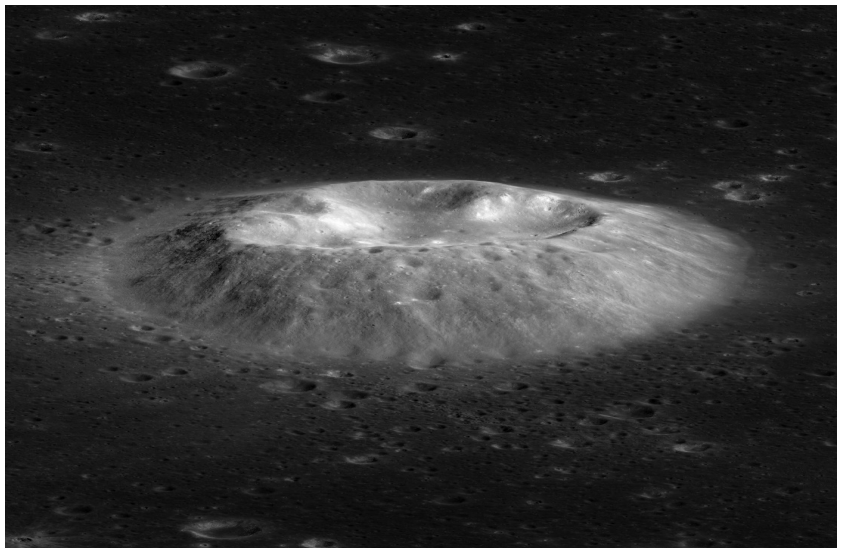


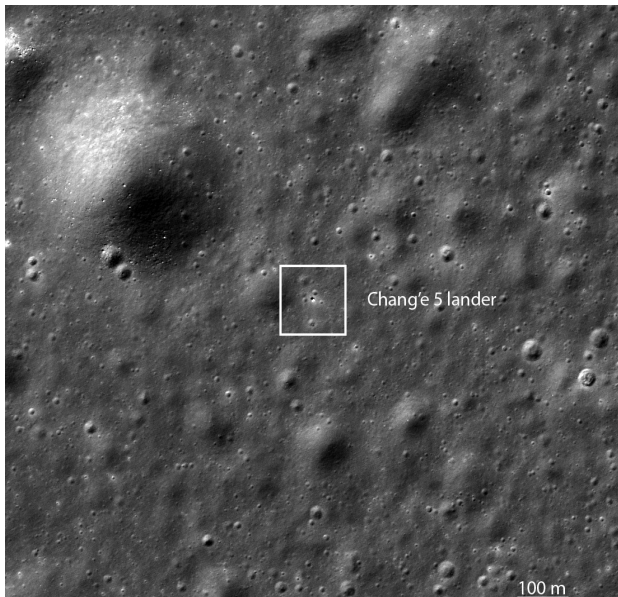
Imagen oblicua de un posible volcán en Oceanus Procellarum. Cortesía de NASA/GSFC/Arizona State University.

No podemos olvidar que también necesitamos analizar rocas lunares en nuestros laboratorios, que a través de las técnicas modernas de datación y análisis

nos pueden aportar una gran cantidad de información. Disponemos de una gran cantidad de rocas lunares traídas en su mayoría durante la década de los 60 y 70 por misiones como las norteamericanas Apollo o las soviéticas Luna.

La gran cantidad de muestras retornadas arrojan una edad cercana o superior a los 3000 millones de años, actividad concentrada especialmente entre los 3,800 y los 3,100 millones de años, lo que hacía a los científicos pensar que la Luna había perdido una gran parte -si no toda- de su actividad volcánica hace muchísimo tiempo.

Cuatro décadas -y algunos años después- de la última misión de retorno de muestras lunares, el 16 de diciembre de 2020 llegaban a la Tierra algo más de un kilo y setecientos gramos de nuevos materiales rocosos traídos por la sonda de la agencia espacial china Chang'e 5 que son los responsables de empezar a cambiar nuestra visión sobre la edad del vulcanismo lunar.



Lugar de aterrizaje de la Chang'e 5. Cortesía de NASA/GSFC/Arizona State University.

La Chang'e 5 aterrizó en Oceanus Procellarum, uno de los grandes mares lunares formados por la acumulación de lava fruto de erupciones continuadas en la superficie lunar. Precisamente en este lugar los científicos habían observado la existencia de formas volcánicas más jóvenes -en apariencia- de lo esperado.

¿Cómo podemos calcular aproximadamente la edad de las superficies planetarias? Pues lo hacemos a través de las imágenes: Cuanto más tiempo permanece una superficie expuesta a la colisión de otros cuerpos, más cráteres acu-



Fotografía de un basalto con ilmenita traído por la misión Apollo XVII. Cortesía de JSC/NASA.

mulará y, por lo tanto, más antigua será. Hoy día, mediante las técnicas de conteo de cráteres, se puede calcular una edad aproximada.

Pero también los impactos más pequeños y otros procesos pueden ir erosionando su forma original, haciendo que vaya difuminándose o suavizándose con el tiempo, algo parecido a como ocurre en nuestro planeta con los procesos atmosféricos.

¿Qué mecanismos podrían haber alimentado un vulcanismo que aparentemente era más tardío -y reciente- en la Luna? Al principio, los científicos se preguntaron si la presencia de elementos radioactivos -que al desintegrarse generan calor- era la responsable de esta anomalía, pero las muestras tomadas por la Chang'e 5 mostraban una cantidad de estos muy inferior a la esperada como para que fuese suficiente para generar este calor adicional capaz de provocar la fusión de las rocas y la formación de magmas.

Otra de las posibilidades era que las rocas tuviesen un mayor contenido en agua, lo que hubiese permitido bajar la temperatura de fusión y, por lo tanto, facilitar la formación de los magmas, pero tampoco era así.

Entonces, ¿qué fenómenos podrían estar ocasionando estos episodios de vulcanismo más reciente? Los autores de un nuevo estudio sugieren que la clave se encuentra en la mineralogía de las rocas, ya que han encontrado minerales ricos en calcio y titanio como los clinopiroxenos y la ilmenita.

Esta asociación de minerales se habría empezado a formar poco después del origen de la Luna, pero habrían conti-



nuado formándose y acumulándose durante la fase de enfriamiento gradual del satélite, probablemente en la base de la corteza. Debido a su mayor densidad -más que la del manto- habrían ido hundiéndose gradualmente hacia el núcleo, bajando la temperatura de fusión del manto, promoviendo su circulación, y permitiendo que el vulcanismo continuase hasta hace unos 2.000 millones de años.

Los autores, además, concluyen que el magma responsable de la formación de estas rocas apareció a unas profundidades similares a las que lo hizo el que dio lugar a las rocas que trajeron los astronautas de las misiones Apollo, pero que aproximadamente tenía una temperatura de unos 80 °C menos, por lo que además se puede observar como ha existido un enfriamiento lento y gradual del manto en los mil millones de años que separan las muestras traídas por las misiones Apollo y la Chang'e 5.

Sin duda, este estudio abre la posibilidad de crear nuevos modelos geoquímicos y geodinámicos que nos permitirán conocer un poco mejor la historia de nuestro satélite, pero también a decidir qué lugares pueden ser los más interesantes de cara a traer nuevas muestras que puedan ayudarnos a desvelar los secretos del vulcanismo lunar. 🌕

Bibliografía:

Li, Q.-L., Zhou, Q., Liu, Y., Xiao, Z., Lin, Y., Li, J.-H., Ma, H.-X., Tang, G.-Q., Guo, S., Tang, X., Yuan, J.-Y., Li, J., Wu, F.-Y., Ouyang, Z., Li, C., & Li, X.-H. (2021). *Two-billion-year-old volcanism on the Moon from chang'e-5 basalts*. *Nature*, 600 (7887), 54-58. doi: 10.1038/s41586-021-04100-2

Su, B., Yuan, J., Chen, Y., Yang, W., Mitchell, R. N., Hui, H., Wang, H., Tian, H., Li, X.-H., & Wu, F.-Y. (2022). *Fusible mantle cumulates trigger young mare volcanism on the Cooling Moon*. *Science Advances*, 8 (42). doi: 10.1126/sciadv.abn2103



Convocatoria Seminarios 2023-2

Los Comités Académicos de las Licenciaturas en Actuaría, Ciencias de la Computación y Matemáticas, les hacen una cordial invitación para que participen con propuestas para la opción de **titulación por Seminario** de las licenciaturas antes mencionadas.

En caso de estar interesados, les agradeceremos que nos envíen su(s) propuesta(s) a la dirección tramites.titulacion.matematicas@ciencias.unam.mx. Dichas propuestas serán recibidas **hasta el 18 de noviembre de 2022** y deberán contener los siguientes datos:

Licenciatura a la que va dirigido.

Título del Seminario.

Objetivo(s).

Descripción general del tema.

Lugar y periodicidad de las reuniones.

Cupo máximo y temas a desarrollar para cada (posible) estudiante.

Bibliografía.

Propuesta de sinodales, indicando grado y nombre completo.

Grado, nombre completo, lugar de trabajo, teléfono(s), dirección electrónica y firma del responsable del seminario.

El desarrollo y terminación de cada seminario deberá ajustarse al reglamento que se encuentra en:

<https://pagina.fcencias.unam.mx/servicios-y-tramites/titulacion/reglamentos-titulacion>

Las Coordinaciones de las Licenciaturas.
8 de noviembre de 2022.

El profesor Faustino Sánchez nos comparte el link de la revista **Traveling Wave Solutions for Nonlinear Reaction-Diffusion Equations as Dynamical Systems Problems**, en donde se pueden descargar dos artículos de su autoría:

<https://ouci.dntb.gov.ua/en/works/9ZEJPxbl/>

