

Club de revistas

Comentario sobre el artículo

Lagain, A., Bouley, S., Zanda, B., Miljkovic, K., Rajsic, A., Baratoux, D., Payré, V., Doucet, L. S., Timms, N. E., Hewins, R., Benedix, G. K., Malaweric, V., Servis, K., Bland, P.A. (2022). Early crustal processes revealed by the ejection site of the oldest Martian meteorite. *Nature Communications*, 13, 3782. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-31444-8>

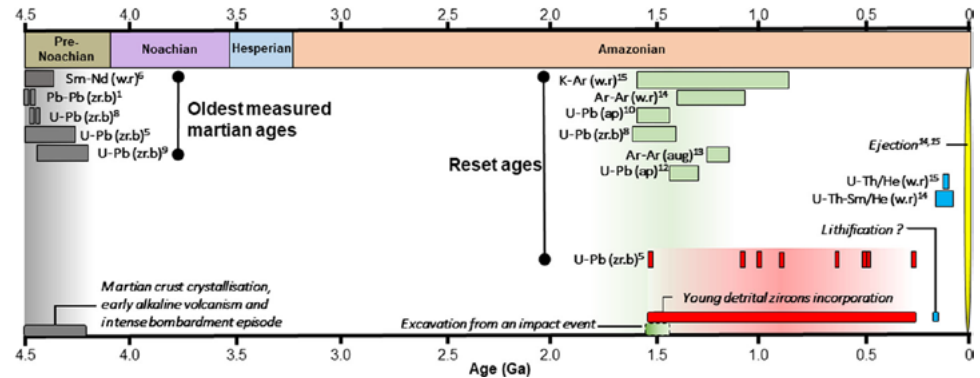


Figura 1. Resumen de NWA 7034 y edades radiométricas de piedra pareadas, y cronología de los principales eventos experimentados por la brecha.

Figure 1. Summary of NWA 7034 and paired stone radiometric ages, and chronology of major events experienced by the breccia. | *Nature Communications*

Procesos tempranos de las cortezas planetarias revelados por el sitio de eyección del meteorito marciano más antiguo

Los científicos no la tienen fácil a la hora de saber cómo se formó la corteza terrestre, hace 4.600 millones de años. La complicación radica en que la Tierra, por su fuerte dinamismo interior, ha borrado virtualmente casi todas las pistas que pueden dar indicios de ese elusivo periodo, pues las rocas continentales más antiguas que pueden arrojar alguna luz al respecto datan de 600 millones de años después (Bowring & Williams, 1999).

Sin embargo, existe una manera indirecta de aproximarse a ese misterioso proceso terrestre.

En nuestro sistema solar existen otras planetas rocosas y metálicas semejantes a la Tierra: Mercurio, Venus y Marte, denominados por ello planetas terrestres. Tales objetos se formaron en una zona relativamente estrecha (0,4-1,5 unidades astronómicas del Sol), por lo que comparten una zona común de formación. Entre ellos, Marte ha sido el más ampliamente estudiado, con una nube de satélites artificiales que gravitan en torno suyo y un conjunto de vehículos exploradores que auscultan permanentemente su superficie. Sin embargo, a pesar de ese despliegue de tecnología, por el momento se carece de los medios para traer a la Tierra muestras de la superficie marciana de forma controlada.

De lo que sí se dispone es de muestras de la superficie de Marte que han arribado a la Tierra en forma de meteoritos. Como todos los objetos del sistema solar, el planeta rojo está sometido permanentemente al bombardeo de asteroides y cometas. Estos impactos son tan violentos que parte del terreno de la superficie eyectado en el proceso de formación del cráter, adquiere velocidad de escape, esto es, pasa a convertirse en rocas que giran en torno al Sol, a veces durante millones de años, hasta que, fortuitamente, colisionan con algún objeto vecino de Marte, la Tierra, por ejemplo.

En virtud de sus propiedades geoquímicas y del contenido isotópico de los gases atrapados en su interior, se infiere que varios meteoritos hallados aquí en la Tierra provienen de Marte. Se conocen muy pocos y, como es de esperarse, son muy apetecidos por museos y coleccionistas privados que no reparan en adquirirlos por centenares de miles de dólares. Casi todos ellos se conocen con el nombre de meteoritos Shergottita-Nakhlita-Chassignita (SNC), denominación que responde de los nombres de los lugares donde fueron encontrados (McSween, 1999).

Es obvio que el estudio de estas rocas puede dar lugar a un conocimiento más detallado de la historia del planeta rojo. Por ejemplo, un completo análisis del meteorito ALH 184001 terminó por convertirse en noticia mundial debido al hallazgo de indicios de la existencia de vida en épocas pretéritas del planeta (McKay *et al.*, 1996).

También es evidente que la información contenida en estos meteoritos ofrece datos importantes sobre la historia geológica del planeta.

En el 2011 un meteorito con una masa de 0,32 kg, designado con el nombre NWA 7034, fue encontrado en Marruecos. En los alrededores del lugar se encontraron posteriormente otros fragmentos (rocas emparejadas) de la roca original, el más grande de los cuales no superaba los 84 g. Desde un inicio se evidenciaron en el meteorito rasgos muy inusuales, entre ellos, propiedades que lo apartan notablemente de los meteoritos SNC: supera por un orden de magnitud el contenido de agua hallado en estos y presenta valores anormales de la razón $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ y del contenido isotópico del oxígeno (Agee *et al.*, 2013). Las diferencias son tan marcadas que los especialistas están de acuerdo en que la roca da lugar a caracterizar un nuevo tipo de meteorito marciano: una brecha basáltica. En comunicaciones posteriores basadas en el análisis de granos de zirconio y de la relación U/Pb, se estableció la notable antigüedad del meteorito y sus rocas emparejadas: 4.400 millones de años (Nyquist *et al.*, 2013), así como una clara vinculación con la corteza marciana, lo que lo convierte en un objeto de particular interés, pues puede suministrar información sobre la formación de la corteza primigenia de ese planeta. También se descubrió que fue objeto de un evento traumático de carácter térmico acaecido hace 1.500 a 1.700 millones de años (Humayun *et al.*, 2013), el cual reconfiguró las proporciones de varios elementos químicos. En análisis subsecuentes se estableció que otro evento violento, ocurrido entre 5 y 10 millones de años atrás, había provocado la eyección del meteorito de la superficie marciana (Cartwright *et al.*, 2014). Asimismo, en los últimos años han salido a la luz numerosos trabajos que ponen en evidencia la importancia del meteorito NWA 7034 como testigo de los eventos geológicos sucedidos en el planeta rojo prácticamente desde su formación (Goodwin *et al.*, 2022).

De ahí la importancia de saber de qué sector de la superficie del planeta Marte proviene el meteorito, cuestión que aborda el artículo “Procesos tempranos de las cortezas planetarias revelados por el sitio de eyección del meteorito marciano más antiguo” que comentamos aquí (Lagain *et al.*, 2022).

El propósito del artículo fue determinar una historia plausible del lugar del que provino el meteorito NWA 7034. Los autores comenzaron por seleccionar en toda la superficie marciana cráteres jóvenes, de edades inferiores a los 10 millones de años, que pudieran ser la fuente del meteorito, para lo cual se analizó la distribución de cerca de 90 millones de cráteres de impacto mediante el algoritmo de detección de cráteres, el cual permite estudiar la disposición de cráteres secundarios con tamaños inferiores a 150 m. Con base en dicho análisis se seleccionaron 18 candidatos.

Por otra parte, las características del NWA 7034 lo convierten en uno de los meteoritos más antiguos, lo cual significa que debió provenir de zonas marcianas muy primigenias, como las tierras altas del periodo Noeico, y que se originó hace 4.100 a 3.000 millones de años. Además, como exhibe elevadas concentraciones de potasio, torio y hierro, es de esperarse que provenga de una zona con una composición similar, la cual efectivamente existe en el hemisferio sur y se conoce como Terra Cimmera-Sirenum. Dos de los cráteres candidatos se encuentran en esa zona: Karratha y Gasa. Sin embargo, como en la zona próxima al cráter buscado debía haber trazas de un proceso violento acaecido hace aproximadamente 1.500 millones de años y responsable de la reconfiguración de las razones de los isótopos K-Ar, U-Pb, se descartó el cráter Gasa, en cuyas cercanías solo está el cráter Cilaos, con una edad de apenas 572 millones de años. Así las cosas, el cráter más probable como fuente del meteorito NWA 7034 es el Karratha, de unos 10 km de diámetro.

El objeto que dio origen al cráter Karratha impactó casi en el centro de un cráter muy antiguo (probablemente formado en el Noeico) llamado Dampier, de 25 km de diámetro. Como ya se anotó, el Karratha además debía tener en sus cercanías un cráter de impacto

de una edad de 1.500 millones de años, es decir, formado en el denominado periodo Amazónico. Ese cráter es el Khujirt, de unos 40 km de diámetro, cuya distancia de borde a borde con respecto al Karratha es de apenas 25 km.

Así, el escenario que los autores proponen es este: Marte se formó hace 4.600 millones de años, su corteza se cristalizó pocas decenas de millones de años después y luego recibió un intenso bombardeo meteorítico durante el cual se formó el cráter Dampier, entre muchos otros. Tales eventos ocurrieron en el periodo denominado pre-Noeico; mucho después, ya en el curso del periodo Amazónico, se formó por impacto el cráter Khujirt dando origen a la eyección de material prístino de la corteza marciana, mucho del cual aterrizó en zonas aledañas, entre ellas, el cráter Dampier. Ya en tiempos recientes, hace 5 a 10 millones de años, llegó un nuevo cuerpo que impactó en el cráter Dampier y formó el cráter Karratha, provocando la eyección al espacio exterior de un meteorito conformado por material que ya había sido expelido del Khujirt y, por ende, de la corteza primigenia marciana.

Los autores concluyen que el NWA 7034 constituye una muestra representativa de la zona Terra Cimmera-Sirenum, una zona que, al parecer, contiene información de los procesos primigenios que dieron lugar a la formación de la corteza marciana. Por ello, un estudio detallado de esa región revelaría las condiciones de formación de Marte y, en consecuencia, de los planetas terrestres.

En el artículo se evidencia el enorme avance que han experimentado los estudios del planeta Marte en los últimos años. La bibliografía sobre el NWA 7034 y otros meteoritos marcianos es cada vez más abundante y refleja varias tendencias: los enormes avances técnicos en los análisis químicos, bioquímicos y mineralógicos que arrojan datos significativos, aun cuando la proporción de los elementos, moléculas y minerales hallados en estos objetos sea muy reducida; la expectativa de hallar vida microbiana, incluso en las exigentes condiciones del planeta; el enorme flujo de información que reportan los satélites y vehículos exploradores marcianos, lo que ha convertido al planeta rojo en un tema diario de conversación y se añade a la tendencia de convertir las exploraciones espaciales en motivo de orgullo patrio en varias naciones como la India, China y Emiratos Árabes Unidos, las cuales han entrado al grupo de países que ostentaban el monopolio de estas investigaciones (Estados Unidos, Rusia, la Unión Europea); hay que añadir el interés de multimillonarios en la explotación del mercado aeroespacial y de la clara intención de uno de ellos (Elon Musk) de colonizar Marte en un futuro no muy lejano. El panorama es interesante y llamativo y las perspectivas a mediano y largo plazo del estudio de Marte reportarán, con toda seguridad, muchas sorpresas.

José Gregorio Portilla Barbosa

Profesor Titular, Observatorio Astronómico Nacional, Universidad Nacional de Colombia



Figura. El meteorito NWA 7034 hallado en Marruecos. No es de extrañar que por su color se le conozca también como la “belleza negra”.



Figura. Fotografía de una sección detallada de la región Terra Cimmeria-Sirenum con los cráteres involucrados en el artículo. El cráter Dampier corresponde al situado arriba a la derecha; el cráter más grande en su interior corresponde al Kharrata, desde donde fue eyectado el NWA 7034; el más grande ubicado abajo a la izquierda corresponde al Khujirt, con un diámetro de unos 40 km. Fotografías de la NASA y la ESA tomadas de Google Earth.

Referencias

- Agee, C.B., Wilson, N.V., McCubbin, F.M., Ziegler, K., Polyak, V.J., Sharp, Z.D., Asmeron, Y., Nunn, M.H., Shaheen, R., Thiemens, M.H., Steele, A., Fogel, M.L., Bowden, R., Glamoclija, M. Zhisheng, Z., Elardo, S. M. (2013). Unique meteorite from early Amazonian Mars: water-rich basaltic breccia northwest Africa 7034. *Science*, 339, 780-785. <https://doi.org/10.1126/science.1228858>
- Bowring, S.A. & Williams, I.S. (1999). Priscoan (4,00-4,03 Ga) orthogneisses from northwestern Canada. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 134, 3-16. <https://doi.org/10.1007/s004100100240>
- Cartwright, J.A., Ott, U., Herrmann, S., Agee, C.B. (2014). Modern atmospheric signature in 4,4 Ga Martian meteorite NWA 7034. *Earth and Planetary Science*, 400, 77-87. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2014.05.008>
- Goodwin, A., Garwood, R.J., Tartèse, R. (2022). A review of the “Black Beauty” Martian regolith breccia and its Martian habitability record. *Astrobiology*, 22, 755-767. <https://doi.org/10.1089/ast.2021.0069>
- Humayun, M., Nemchin, A., Zanda, B., Hewins, R.H., Marion, G., Kennedy, A., Lorand, J-P., Gopel, C., Fieni, C., Pont, S., Deldicque, D. (2013). Origin and age of the earliest Martian crust from meteorite NWA 7533. *Nature*, 503, 513-516. <https://doi.org/10.1038/nature12764>
- Lagain, A., Bouley, S., Zanda, B., Miljkovic, K., Rajsic, A., Baratoux, D., Payré, V., Doucet, L. S., Timms, N. E., Hewins, R., Benedix, G. K., Malaweric, V., Servis, K., Bland, P.A. (2022). Early crustal processes revealed by the ejection site of the oldest Martian meteorite. *Nature Communications*, 13, 3782. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-31444-8>
- McKay, D.S., Gibson, E. K., Thomas-Keprta, K.L., Vali, H., Romanek, C. S., Clemett, S.J., Chillier, X.D.F., Maeschling, C.R., Zare, R.N. (1996). Search for past life on Mars: possible relic biogenic activity in Martian meteorite ALH84001. *Science*, 273, 924-930. <https://doi.org/10.1126/science.273.5277.924>
- McSween, H. (1999). Meteorites and their parent planets. Nueva York, Cambridge University Press, Segunda edición.
- Nyquist, L.E., Shih, C., Peng, Z.X., Agee, C. (2013). NWA 7034 Martian breccia: disturbed Rb-Sr systematics, preliminary ~4.4 Ga Sm-Nd Age. *76th Annu. Meteoritical Soc. Meeting*. #5318.