

Ciencia

La NASA comprobó cómo Marte perdió su atmósfera hace miles de millones de años

La misión MAVEN detectó evidencia directa de la pulverización catódica, un mecanismo de escape atmosférico impulsado por el viento solar marciano. Los detalles del fenómeno

Por Víctor Ingrassia-FUENTE INFOBAE.

30 Mayo 2025



La NASA observa cómo Marte perdió agua en el espacio. Tras una década de búsqueda, la misión MAVEN (Mars Atmosphere Volatile Evolution) de la NASA ha observado directamente por primera vez un elusivo proceso de escape atmosférico en Marte (NASA)

Después de años de hipótesis y modelos teóricos, un equipo científico internacional logró captar por primera vez un proceso que podría explicar cómo Marte perdió gran parte de su atmósfera y, con ella, el agua líquida que cubría su superficie en el pasado remoto.

Gracias a una minuciosa recolección de datos realizada por la misión MAVEN (Mars Atmosphere and Volatile Evolution), operada por la NASA, se detectó evidencia directa de la pulverización catódica, un mecanismo de escape atmosférico impulsado por el viento solar que hasta ahora solo se había inferido de forma indirecta.

La observación representa un avance fundamental en la reconstrucción de las condiciones que imperaron en Marte hace miles de millones de años. Los científicos ya sabían, a partir de sedimentos, estructuras geológicas y análisis isotópicos, que el planeta rojo alguna vez tuvo agua.



La pulverización catódica expulsa átomos de la atmósfera marciana por impacto de iones solares, afectando su capacidad de retener agua en superficie (NASA)

Sin embargo, la gran incógnita persistía: ¿cómo desapareció esa atmósfera densa que sostenía condiciones habitables? ¿Por qué el agua dejó de ser estable sobre la superficie? La nueva evidencia obtenida por MAVEN aporta una de las respuestas más contundentes hasta el momento.

La pulverización catódica ocurre cuando los iones energéticos del viento solar, al no encontrar la protección de un campo magnético global — como el que sí posee la Tierra—, se aceleran hacia la atmósfera marciana. Allí, al impactar con las partículas neutras, transfieren su energía y provocan su eyección al espacio si alcanzan la velocidad suficiente.

La investigadora principal de MAVEN, Shannon Curry, del Laboratorio de Física Atmosférica y Espacial (LASP) de la Universidad de Colorado en Boulder, explicó el fenómeno con una imagen sencilla: “Es como lanzar una bala de cañón en una pileta o piscina”.

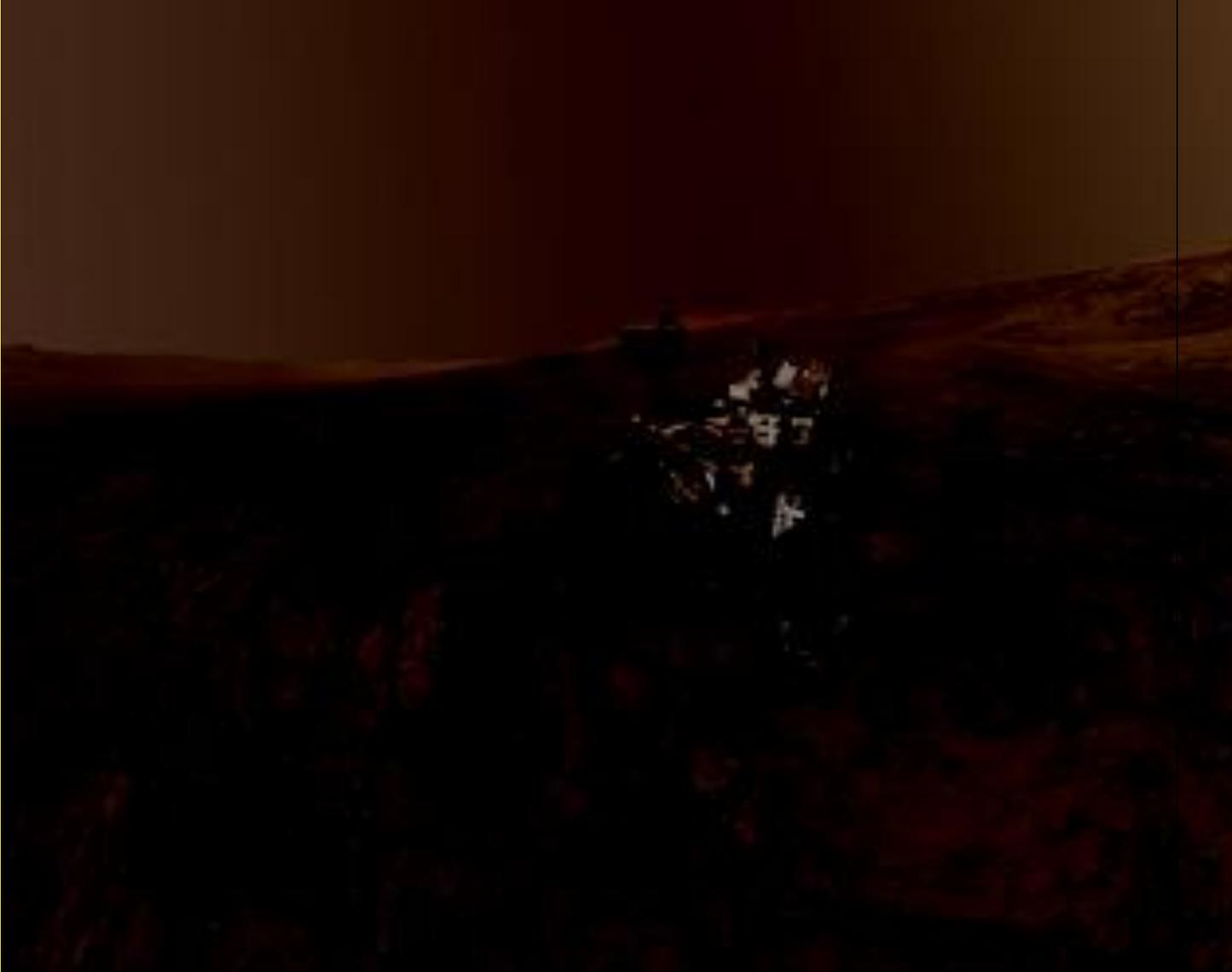


Misiones a Marte en los últimos años (NASA)

Desde su llegada a Marte en septiembre de 2014, MAVEN ha orbitado el planeta con instrumentos capaces de registrar en simultáneo las condiciones necesarias para observar este fenómeno: campos eléctricos del viento solar, composición química de la atmósfera y distribución de partículas neutras como el argón.

La misión se propuso justamente eso: estudiar cómo los gases atmosféricos escapaban al espacio. Con más de nueve años de observaciones, el equipo encabezado por Curry consiguió lo que hasta ahora era esquivo para la ciencia.

“Encontramos que la pulverización atmosférica actual es más de cuatro veces mayor que las predicciones anteriores y que una tormenta solar puede aumentar sustancialmente el rendimiento de la pulverización”, explicaron los investigadores.



Un «autorretrato» del rover Curiosity Mars de la NASA muestra el vehículo en Vera Rubin Ridge en el planeta Marte, en este mosaico de fotos de mano ensamblado a partir de docenas de imágenes tomadas (NASA)

Una huella de agua perdida en las alturas marcianas

La detección directa se basó en la comparación entre las variaciones del argón en distintas altitudes. Este gas noble, presente en forma de isótopos pesados y ligeros, sirve como marcador del proceso.

En las zonas más elevadas de la atmósfera, los investigadores encontraron un patrón inesperado: los isótopos más ligeros se habían reducido en relación con los más pesados, una firma química que solo puede explicarse por la acción de la pulverización catódica.

“Es como si hubiéramos encontrado las cenizas de una fogata. Pero queríamos ver el fuego, en este caso, chisporroteando, directamente”, indicó Curry.



La desaparición del campo magnético marciano dejó su atmósfera expuesta al viento solar, lo que facilitó el escape de gases al espacio exterior (NASA/LUNAR AND PLANETARY INSTITUTE)

Durante una tormenta solar ocurrida en enero de 2016, las mediciones revelaron un aumento dramático en la intensidad de este proceso, lo cual permitió confirmar que el escape de partículas se intensifica cuando el Sol se vuelve más activo.

Este dato resulta clave para entender el pasado marciano, ya que hace 4.000 millones de años la actividad solar era mucho más intensa que en la actualidad. La pulverización catódica, por tanto, pudo haber sido la vía dominante de pérdida atmosférica en aquella época primitiva.

La nave MAVEN logró estas mediciones mediante la combinación de tres instrumentos esenciales: el Analizador de Iones del Viento Solar, el Magnetómetro y el Espectrómetro de Masas de Gases e Iones Neutros.

La coordinación de estos datos permitió crear mapas detallados que mostraron la presencia de argón a gran altitud justo en las zonas donde las partículas solares impactaban con mayor energía.

La evidencia no solo confirmó la existencia del fenómeno, sino que permitió cuantificar su escala y variabilidad.



El proceso detectado podría explicar cómo Marte pasó de tener agua líquida estable a convertirse en un planeta seco y frío sin atmósfera densa (Imagen Ilustrativa Infobae)

El hallazgo fue publicado en la revista científica Science Advances y se suma a un cuerpo creciente de investigaciones que buscan establecer

con precisión qué procesos físicos convirtieron a Marte en un planeta seco y frío, muy diferente a lo que fue durante sus primeros 500 millones de años. Shannon Curry lo sintetizó de forma directa: “Estos resultados establecen el papel de la pulverización catódica en la pérdida de la atmósfera de Marte y en la determinación de la historia del agua en Marte”.

Durante esos primeros momentos del sistema solar, Marte perdió su campo magnético global. Esta ausencia dejó su atmósfera expuesta a los embates directos del viento solar, una corriente de partículas cargadas emitida por el Sol. Sin un escudo magnético, los efectos de estas tormentas se hicieron devastadores: a través de procesos como la pulverización catódica, los componentes livianos de la atmósfera escaparon al espacio, reduciendo gradualmente la presión atmosférica y haciendo inestable el agua líquida en superficie.

Esta línea de investigación tiene profundas implicancias en la búsqueda de vida antigua y la posible habitabilidad del planeta rojo. Las condiciones que alguna vez permitieron la existencia de agua líquida pudieron sostener formas microbianas de vida. Pero para entender su posible desarrollo y posterior extinción, es necesario reconstruir los mecanismos de degradación atmosférica, sus ritmos y sus causas. La pulverización catódica, ahora confirmada en acción, se posiciona como una pieza central en esa reconstrucción.



Misiones de la NASA a Marte, en el sentido de las agujas del reloj desde la parte superior izquierda: rover Perseverance y helicóptero Ingenuity, módulo de aterrizaje InSight, orbitador Odyssey, orbitador MAVEN, rover Curiosity y Mars Reconnaissance (NASA/JPL-CALTECH)

El impacto del hallazgo también se extiende al estudio de otros planetas y lunas sin campos magnéticos, como Titán, Ganímedes o incluso exoplanetas. El modelo observado por MAVEN en Marte podría ayudar a

comprender cómo se modifican las atmósferas bajo ciertas condiciones solares, especialmente en los primeros mil millones de años de un sistema planetario. En otras palabras, lo que ocurre hoy en Marte ofrece una ventana al pasado de muchos mundos, incluida la propia Tierra.

El proyecto MAVEN es parte del Programa de Exploración de Marte de la NASA. Mientras las operaciones científicas, la divulgación y las comunicaciones se gestionan desde la Universidad de Colorado en Boulder, el Centro de Vuelo Espacial Goddard de la NASA lidera la misión. La nave fue construida por Lockheed Martin Space, mientras que el Laboratorio de Propulsión a Chorro (JPL) proporciona el soporte de navegación y conexión con la Red de Espacio Profundo.

Desde el lanzamiento de MAVEN en 2013, la nave se dedicó a estudiar las capas superiores de la atmósfera marciana y su interacción con el entorno espacial. A lo largo de su misión, ha enviado información crucial sobre la composición química, la densidad de los gases y los efectos del viento solar. Su órbita elíptica, que atraviesa diferentes sectores del planeta durante el día y la noche, permitió acumular los datos necesarios para esta reciente observación, que requirió la convergencia de múltiples condiciones simultáneas.



MAVEN registró variaciones de densidad de argón que se intensificaron durante tormentas solares, validando modelos previos sobre pérdida atmosférica

En palabras del equipo investigador, “nuestros resultados confirman que la pulverización catódica está ocurriendo en el Marte actual y podría haber sido la principal vía de escape atmosférico en Marte durante las primeras épocas de nuestro Sistema Solar”. Esta conclusión refuerza la idea de que los procesos físicos que operan hoy, aunque en menor escala, reflejan dinámicas mucho más intensas del pasado marciano.

La sonda MAVEN sigue operativa y continuará proporcionando información sobre la evolución de la atmósfera de Marte. Su trabajo, lejos de limitarse a la observación pasiva, alimenta modelos climáticos, estudios sobre habitabilidad y estrategias para futuras misiones tripuladas.

Con cada órbita, MAVEN entrega nuevos fragmentos de una historia planetaria aún inconclusa, pero cada vez más comprensible.