

DESENTRAÑANDO LA ALTA ATMÓSFERA DE MARTE USANDO EMISIONES INFRARROJAS DE MARS EXPRESS

S. Jiménez-Monferrer¹, M. Á. López-Valverde¹, B. Funke¹, M. García-Comas¹,
F. González-Galindo¹ y M. López-Puertas¹

¹Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA/CSIC)

Introducción: Como en la Tierra, la alta mesosfera y la termosfera de Marte (90-180 km) son posiblemente las regiones menos conocidas, por lo difícil de su exploración tanto con medidas in situ como mediante sondeo remoto desde orbitales. El conocimiento de su estado y variabilidad, sin embargo, es importante por varios motivos, aparte del intrínsecamente descriptivo. Es esencial, por ejemplo, para comprender el escape de los gases al espacio y, por tanto, la evolución atmosférica a largo plazo. También es fundamental para interpretar el frenado atmosférico de misiones espaciales.

Observaciones de las últimas misiones espaciales a Marte, junto con modelos de circulación globales (GCM), indican que la termosfera es una región compleja y muy dinámica [1], por su acoplamiento con las capas inferiores y el espacio exterior. Efectos de tormentas de polvo, mareas y ondas de gravedad originadas en la baja atmósfera, así como la circulación general, afectan a las densidades y temperaturas en la termosfera, aunque de un modo poco conocido. El consenso general es que hay falta de datos y sondeos sistemáticos.

Datos de Mars Express en el infrarrojo: Mars Express (MEx) lleva a bordo tres instrumentos con un fuerte potencial para estudiar la alta atmósfera marciana: OMEGA [2], PFS [3] y SPICAM. Los tres realizan sondeos en el limbo de un modo sistemático. OMEGA y PFS han obtenido observaciones de las emisiones infrarrojas (IR) más fuertes en Marte, la banda de CO₂ en 4.3 μ m, en el hemisferio diurno. Estos datos ofrecen buena sensibilidad hasta alturas muy elevadas, incluso por encima de 150 km, pero dado que responden a fenómenos de fluorescencia solar, su interpretación es compleja y no han sido completamente explotados todavía, 14 años después del lanzamiento de MEx [4, 5, 6].

Objetivo: Explotar científicamente los datos IR de MEx pendientes de análisis para describir la alta atmósfera de Marte es el objetivo de este trabajo, enmarcado en el proyecto UPWARDS, del programa H2020, y que está coordinado por el Instituto de Astrofísica de Andalucía [7].

Dificultades: La principal dificultad radica en que las fuertes emisiones de CO₂ en 4.3 μ m se producen en regiones de baja densidad, donde los procesos radiativos (absorción de radiación solar) dominan sobre los colisionales, y la población de los niveles excitados de la molécula de CO₂ no son conocidos. A esta situación se le denomina ruptura del Equilibrio Termodinámico Local (non-LTE) y requiere del uso de modelos teóricos específicos para cada emisión. Estos modelos deben integrarse en los códigos de inversión usuales para poder derivar parámetros como la densidad de CO₂ o la temperatura atmosférica.

En el Grupo de Atmósferas Planetarias Terrestres del Instituto de Astrofísica de Andalucía estamos aplicando modelos de non-LTE utilizados previamente en la atmósfera terrestre al caso marciano [8, 9]. El código de inversión resultante se está utilizando para el análisis de los datos de OMEGA y PFS, para derivar temperaturas y densidades en el hemisferio diurno de la termosfera de Marte. Estos resultados serán de vital importancia para extender de un modo excepcional el sondeo de estas capas atmosféricas durante el día. Esto permitirá mejorar los modelos globales de Marte a dichas alturas, e interpretar los perfiles obtenidos con dichas herramientas.

En esta presentación mostraremos los resultados preliminares de este trabajo.

Agradecimientos: This work has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement n° 633127 (UPWARDS).

Fuentes:

[1] González-Galindo, F. et al., *JGR*, 120, 2020-2035, 2015. [2] Bibring, J.-P. et al., *ESA SP*, 1240, 37-49, 2004. [3] Formisano, V. et al., *P&SS*, 53:963-974, 2005. [4] López-Valverde, M. A. and López-Puertas, M., *JGR*, 99:13117-13132, 1994b. [5] Gilli, G. et al., *P&SS*, 59: 1010-1018, 2011. [6] Piccialli, A. et al., *JGR*, 121, 1066-1086, 2016. [7] upwards-mars.eu. [8] Funke, B. et al., *JQSRT*, 113(14):1771-1817, 2012. [9] Stiller, G., *JQSRT*, 72:249-280, 2002.