



**Por Álvaro Aguirre. 10 Min. de lectura**

El Sol es la estrella más cercana y, por lo tanto, se puede estudiar con mucho más detalle en comparación con otras. Al estudiarlo, se puede aprender mucho más sobre las estrellas de la Vía Láctea y también, de las existentes en otras galaxias. Como es una estrella muy dinámica, muestra varios fenómenos eruptivos, que liberan una inmensa cantidad de energía en el sistema solar.

Si estos fenómenos solares explosivos, se dirigieran hacia la Tierra, podrían causar varios tipos de perturbaciones en el entorno espacial cercano a ésta, en el cual se encuentran diversas naves espaciales y sistemas de comunicación, que son propensos a tales perturbaciones. Además, si un astronauta está directamente expuesto, a tales fenómenos explosivos estaría en peligro, por ello, contar con una alerta temprana de tales eventos, permitiría tomar medidas correctivas en forma anticipada.

Los diversos fenómenos térmicos y magnéticos en el Sol son de naturaleza extrema, por lo tanto, el Sol también proporciona un buen laboratorio natural, para comprender aquellos fenómenos que no pueden ser estudiados directamente en un laboratorio desde la tierra.

Aditya L1, es la primera misión de la India que envía al espacio para estudiar el Sol, y se ubicará en una órbita de halo<sup>1</sup> alrededor del punto de Lagrange 1 (L1), del sistema Sol-Tierra, que está a unos 1,5 millones de kilómetros de la Tierra. Desde ese punto observará las actividades solares, y su efecto sobre el clima espacial en tiempo real, utilizando sus siete instrumentos para investigar sobre nuestra estrella dinámica y turbulenta. Cuatro de ellos verán el Sol directamente, mientras que los otros tres, llevarán a cabo mediciones in situ para explorar la naturaleza del clima espacial que el Sol genera en el espacio interplanetario.

Esta misión producirá grandes cantidades de datos científicos, a medida que la nave espacial se equilibra en una órbita inestable. La Agencia Espacial Europea (ESA), con su red global de estaciones terrestres en el espacio profundo, y su experiencia en misiones similares, tiene la infraestructura y la experiencia adecuadas para proporcionar apoyo a la misión de la Organización de Investigación Espacial de la India (ISRO).



*Aditya L1 en la sala limpia. Fuente. ESA*

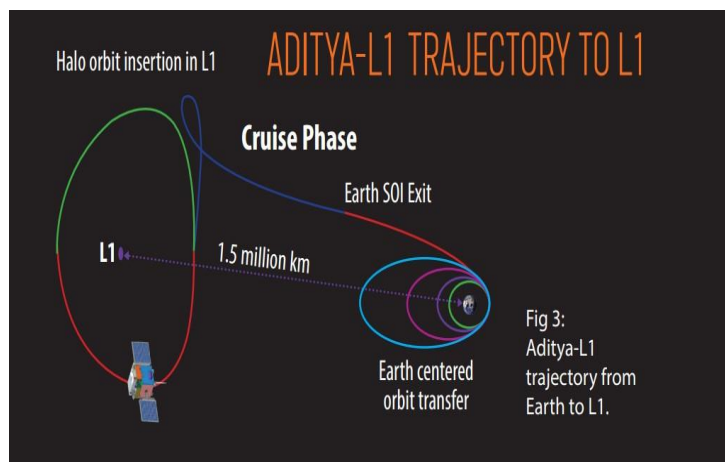
### **Misión Aditya-L1.**

El objetivo principal de la misión Aditya-L1 es el estudio la dinámica de la atmósfera superior solar, y el desarrollo, dinámica y origen de la eyección de masa coronal (CME), junto con las mediciones y tipos del campo magnético, con el propósito de entender en mejor forma el clima espacial.

Aditya-L1, fue lanzado con éxito desde el Centro Espacial Satish Dhawan en Sriharikota Range (SDSC SHAR), India, el 2 de septiembre de 2023. La nave espacial no viajará al punto L1 directamente desde el lanzamiento, inicialmente se colocará en una órbita terrestre baja, y realizará maniobras para ajustar su órbita alrededor de la Tierra, posteriormente, la órbita se hará más elíptica y más tarde la nave espacial realizará una maniobra de transferencia a Lagrange L1 mediante el uso de propulsión a bordo.

<sup>1</sup> Una órbita de halo, es una órbita periódica tridimensional cerca de los puntos de Lagrange L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> o L<sub>3</sub>

A medida que la nave espacial viaja hacia L1, saldrá de la Esfera de Influencia Gravitacional (SOI) de la Tierra. Después de la salida de SOI, comenzará la fase de crucero y, finalmente, la nave espacial se inyectará en una gran órbita de halo alrededor de L1. El tiempo total de viaje desde el lanzamiento hasta L1 tomará aproximadamente cuatro meses.



La trayectoria de la misión Aditya-L1. Fuente ISRO

## El Clima Espacial.

El clima espacial, se refiere a las condiciones ambientales cambiantes en el espacio en las cercanías de la Tierra y otros planetas. El Sol influye continuamente en la Tierra con radiación, calor, flujo constante de partículas y campos magnéticos. Este flujo constante de partículas del Sol, se conoce como viento solar y está compuesto principalmente de protones de alta energía. El viento solar, junto con el campo magnético solar, llena casi todo el espacio del sistema solar conocido.

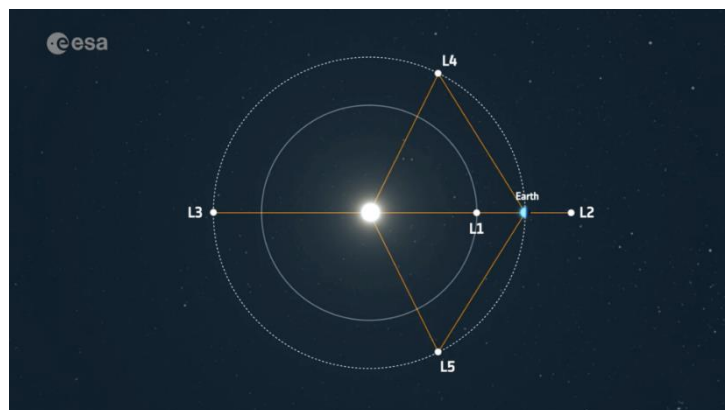
Eventos solares explosivos/eruptivos, como es la CME y el viento solar, afectan la naturaleza del espacio, y, por lo tanto, la naturaleza del campo magnético y el entorno de partículas de carga cerca del planeta cambian.

En el caso de la Tierra, la interacción del campo magnético de la Tierra con el campo transportado por CME, puede desencadenar una perturbación magnética cerca de la Tierra, los que podrían afectar al funcionamiento de las naves/satélites espaciales como por ejemplo el FASat-D.

## Punto L1 de Lagrange: un lugar perfecto para las naves exploradoras del sol.

Para un sistema gravitacional de dos cuerpos, los puntos de Lagrange son las posiciones en el espacio donde un objeto pequeño tiende a quedarse, si se coloca allí. Estos puntos en el espacio para dos sistemas de cuerpos como el Sol y la Tierra pueden ser utilizados por naves espaciales para permanecer en estas posiciones con un consumo de combustible reducido. Existen 5 puntos, que se ordenan de L1 a L5, y todos están en el mismo plano orbital. Los tres primeros están en la línea recta que une ambos cuerpos, y L4 y L5 forman un triángulo equilátero con ambos.

El punto de Lagrange, L1, se encuentra entre la Tierra y el Sol, aproximadamente a 1,5 millones de kilómetros de la Tierra, es una excelente ubicación para exploradores solares como Aditya-L1, ya que permite una vista sin obstáculos del Sol que nunca es eclipsada por la Tierra. En L1, Aditya-L1 se unirá a naves espaciales como el Observatorio Solar Heliosférico (SOHO) de la ESA/NASA, que ha estado en L1 desde 1996.



Los cinco puntos de Lagrange del sistema Sol-Tierra. El Aditya-L1 de ISRO operará desde una órbita de halo alrededor de L1. Fuente ESA.

Un efecto similar al que causa L1, también ocurre en el lado "nocturno" de la Tierra más allá de la órbita de la Tierra, es el punto L2 que se encuentra a 1,5 millones de kilómetros directamente "detrás" de la Tierra vista desde el Sol. Es un gran lugar desde el cual observar el Universo, ya que una nave al contrario de lo que sucede con un telescopio, no se ve

afectado por la sombra de nuestro planeta, y no existen procesos de calentamiento y enfriamiento que distorsionan su vista. En L2, se encuentran el Telescopio Espacial James Webb (Boletín N° 02-2022) de la NASA/ESA/CSA o los telescopios Euclid y Gaia de la ESA, y siempre tienen el brillo del Sol y la Tierra detrás de ellos mientras miran hacia afuera, a los objetos débiles que se esconden en la oscuridad del Universo.

### **Apoyo de la ESA a la misión de la ISRO.**

La ESA apoyó a ISRO, con la validación de un nuevo e importante software de dinámica de vuelo, y también, se encuentra proporcionando los servicios de comunicación en el espacio profundo a la misión Aditya-L1.

### **Software de dinámica de vuelo.**

Para llegar a L1 y permanecer en órbita de manera segura, los operadores necesitan saber exactamente dónde estaba, está y estará la nave espacial Aditya. Para ello, se aplican fórmulas matemáticas a los datos de seguimiento de la nave espacial, que permite calcular su ubicación pasada, presente y futura en un proceso conocido como "determinación de órbita", y que se lleva a cabo con la ayuda del software especialmente diseñado por ISRO para Aditya-L1.

Sin embargo, dado el pequeño margen de error que conlleva operar una nave espacial en el punto L1, solicitaron el apoyo de la ESA para validarla. Por nueve meses durante el año 2022, los equipos de la ESA e ISRO trabajaron juntos intensamente para evaluar el nuevo software de determinación de órbita y los resultados del ejercicio fueron valiosos para la ESA y la ISRO y ambos equipos confían en las capacidades del software de ISRO.

### **Comunicación en el espacio profundo.**

La comunicación, es una parte esencial de toda misión espacial, ya que, sin el apoyo de la estación terrestre, es imposible obtener datos científicos de una nave espacial, para conocer cómo está y si está seguro.

La ESA, es el principal proveedor de servicios de estaciones terrestres para Aditya-L1 y apoyará la

misión desde la "Fase de lanzamiento y órbita temprana", durante todo el viaje hasta el punto L1, para enviar comandos y recibir datos científicos, durante varias horas por día, durante los próximos dos años de operaciones de rutina.

Como lo dijo Ramesh Chellathurai, Gerente de Servicio de la ESA y Oficial de Enlace de Apoyo Cruzado de la ESA para ISRO "Para la misión Aditya-L1, estamos brindando apoyo de nuestras tres antenas de espacio profundo de 35 metros en Australia, España y Argentina, así como apoyo de nuestra estación Kourou en la Guayana Francesa y apoyo coordinado de la Estación Terrestre Goonhilly en el Reino Unido".

### **Resumen.**

Aditya-L1 será el miembro más nuevo de la flota de exploradores solares, incluidos Solar Orbiter de la ESA, SOHO, Parker Solar Probe de la NASA y otros, en la misión compartida de la humanidad para desentrañar los misterios del Sol.

Cada vez más se utiliza tecnología en el espacio, y la comprensión del clima espacial, permitirá evitar sufrir daños a los astronautas, como a los equipos que son utilizados en el espacio.

El doble apoyo de la ESA a Aditya-L1, demuestra el valor de la colaboración internacional en vuelos espaciales. La red de estaciones terrestres de la ESA (conocida como "Estrack") y la experiencia en dinámica de vuelo, que se han desarrollado durante décadas de vuelo, en las misiones de naves espaciales más desafiantes, son ahora piedras angulares del apoyo de la Agencia a sus socios.

*AAW, información de fuentes abiertas, internet, además de notas del autor.*

*[https://www.esa.int/Enabling\\_Support/Operations/How\\_it\\_s\\_ESA\\_supporting\\_ISRO\\_s\\_Aditya-L1\\_solar\\_mission](https://www.esa.int/Enabling_Support/Operations/How_it_s_ESA_supporting_ISRO_s_Aditya-L1_solar_mission)*

*Los puntos de Lagrange—Astrobitácora (astrobitacora.com)*

*ADITYA-L1 (isro.gov.in)*

*Aditya\_L1\_Booklet.pdf (isro.gov.in)*