

2025

# Informe de Elementos Aeroespaciales



Proyecto de Identificación Aeroespacial

31-08-2025

# Evaluación Cautelosa de la Naturaleza de 3I/ATLAS y 1I/'Oumuamua

## Análisis Bayesiano Conservador de la Naturaleza de 3I/ATLAS y 1I/'Oumuamua

Salim Sigales — Contribuciones: análisis orbital, evaluación bayesiana conservadora.

### Resumen

Se analizan los parámetros orbitales de 3I/ATLAS (2025) (Figura 1) y 1I/'Oumuamua (2017) aplicando un marco bayesiano conservador para estimar la probabilidad de una naturaleza artificial (sonda) frente a una explicación natural. Usando datos observacionales publicados (NASA / JPL / MPC) y supuestos cautelosos, calculamos la verosimilitud de los datos bajo la hipótesis natural  $P(D|H_N)$  para los rasgos observados. Bajo priors escépticos razonables, la probabilidad posterior de artificialidad permanece extremadamente baja.



**Figura 1.** Imagen del cometa 3I/ATLAS obtenida con el telescopio Gemini Sur. Créditos: International Gemini Observatory/NOIRLab/NSF/AURA/K. Meech (IfA/U. Hawaii). Procesamiento de imagen: Jen Miller & Mahdi Zamani (NSF NOIRLab).

# 1. Introducción

Los objetos interestelares (ISOs) detectados en las últimas décadas han generado gran interés en la comunidad científica. El caso de 1I/Oumuamua destacó por su aceleración no gravitatoria, mientras que 3I/ATLAS presentó una trayectoria inusual: paso por la zona habitable solar y aproximaciones cercanas a múltiples cuerpos planetarios. Este trabajo busca evaluar de forma cautelosa si estos eventos pueden interpretarse bajo hipótesis natural o artificial, utilizando mecánica orbital, simulaciones Monte Carlo y un marco probabilístico bayesiano.

## 2. Datos Observacionales (fuentes oficiales)

### 2.1 3I/ATLAS

- Excentricidad:  $e \approx 6.143$
- Inclínación:  $i \approx 175.11^\circ$  (órbita retrógrada)
- Perihelio:  $q \approx 1.3564$  AU
- Velocidad hiperbólica:  $v_\infty \approx 58\text{--}60$  km/s

### 2.2 1I/Oumuamua

- Perihelio:  $q \approx 0.255$  AU
- Velocidad hiperbólica:  $v_\infty \approx 26$  km/s
- Aceleración no gravitatoria reportada por JPL/NASA

## 3. Método — resumen de fórmulas usadas

### 3.1 Cálculos orbitales (resumidos)

- Energía específica:  $\epsilon = v^2/2 - \mu/r$
- Velocidad hiperbólica:  $v_\infty = \sqrt{2\epsilon}$
- Excentricidad y criterio de escape:  $e > 1 \Rightarrow$  trayectoria hiperbólica (no ligada)

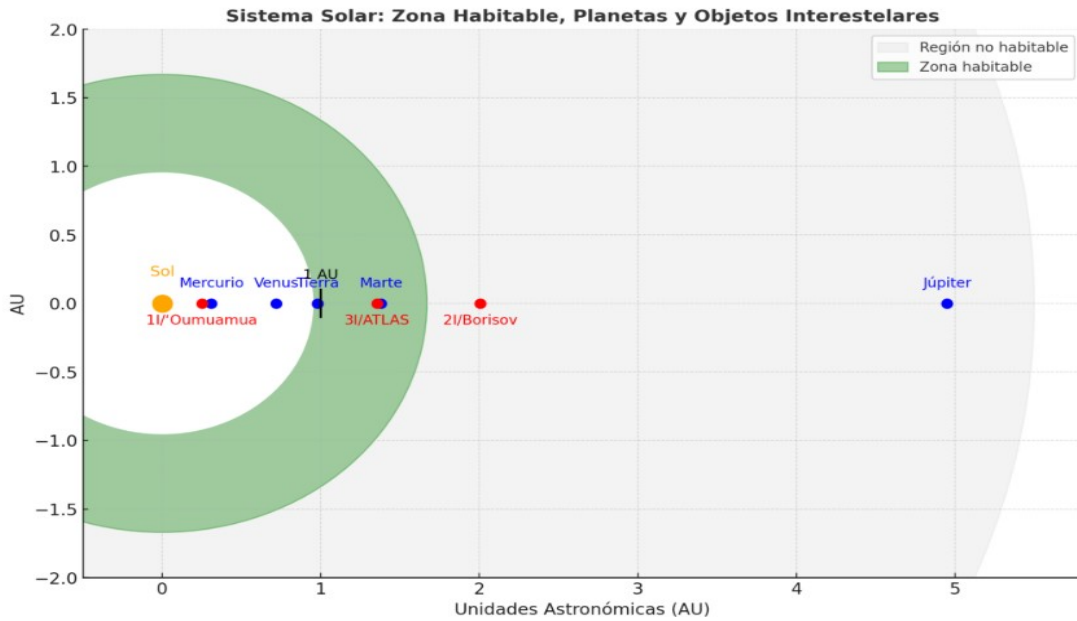
### 3.2 Marco probabilístico: Bayes

- Hipótesis:  $H_A$  = sonda artificial,  $H_N$  = objeto natural
- Queremos  $P(H_A|D)$  donde  $D$  son los rasgos observados
- Teorema de Bayes:  $P(H_A | D) = P(D | H_A) \cdot P(H_A) / P(D)$

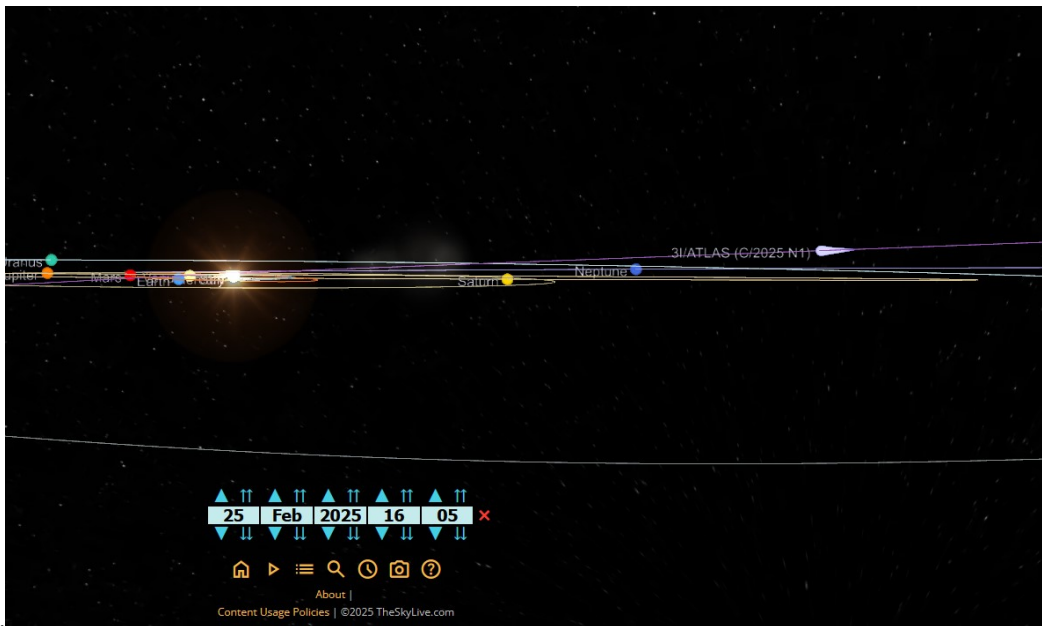
## 4. Definición de datos $D$ y su valor bajo la hipótesis natural (escenario cauteloso)

### 4.1 3I/ATLAS: D3I incluye Zona Habitable, banda eclíptica $\pm 5^\circ$ y cercanía a Venus, Marte y Júpiter

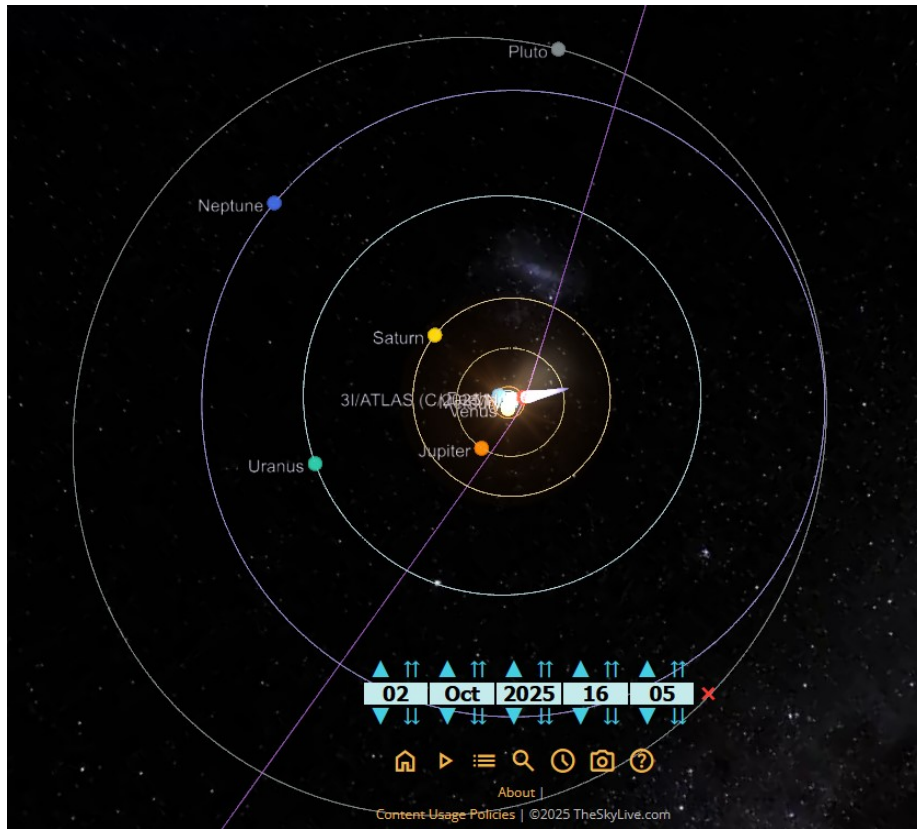
- Zona Habitable:  $P(ZH) = (r_2^2 - r_1^2) / b_{\max}^2 \approx 2.23 \times 10^{-4}$
- Banda Elíptica:  $\theta_{\text{rad}} \approx 0.0873$  rad,  $\sin(\theta_{\text{rad}}) \approx 0.0872$
- Probabilidades para planetas:  $P(\text{planetas}) = P(\text{Venus}) \cdot P(\text{Marte}) \cdot P(\text{Júpiter}) = 1 \times 10^{-9}$
- Probabilidad combinada:  $P(D_{3I} | H_N) \approx 8.49 \times 10^{-16}$



Representación de propia creación del tránsito del cometa 3I/ATLAS a través de la zona habitable del sistema solar



Captura de pantalla del sistema solar 3D mostrando la inclinación de la órbita de 3I/ATLAS con la de la eclíptica. Adaptado de *TheSkyLive*, <https://theskylive.com/3dsolarsystem?obj=c2025n1>



Captura de pantalla del sistema solar 3D mostrando la órbita de 3I/ATLAS y su proximidad planetaria. Adaptado de *TheSkyLive*, <https://theskylive.com/3dsolarsystem?obj=c2025n1>

#### 4.2 1I/'Oumuamua: D1I, aceleración no gravitatoria detectada

- Bajo hipótesis de sonda artificial:  $P(D1I|H_A) = 0.10$
- Bajo hipótesis de origen natural:  $P(D1I|H_N) = 0.01$

## 5. Resultados numéricos (escenario escéptico)

Tabla para 3I/ATLAS:

Hipótesis	P(H)	P(D H)	P(D H)·P(H)	Decimal	Equivalente comprensible
H_A	$1 \times 10^{-9}$	0.01	$1 \times 10^{-11}$	0.00000000001	1 en 100,000,000,000
H_N	$1 - 10^{-9}$	$8.49 \times 10^{-16}$	$8.49 \times 10^{-16}$	0.000000000000000849	1 en 1,180,000,000,000,000

Tabla para 1I/'Oumuamua:

Hipótesis	P(H)	P(D H)	P(D H)·P(H)	Decimal	Equivalente comprensible
H_A	$1 \times 10^{-9}$	0.01	$1 \times 10^{-11}$	0.00000000001	1 en 100,000,000,000
H_N	$1 - 10^{-9}$	0.01	0.01	0.01	1 en 100

## 6. Conclusiones (escenario escéptico)

Aunque las probabilidades de que 3I/ATLAS y 1I/'Oumuamua sean de origen artificial son extremadamente bajas con base en los priors empleados, los datos presentan características inusuales que requieren más investigación. La aceleración no gravitatoria visualizada en 'Oumuamua desafía explicaciones tradicionales, aunque plausible por la liberación de gases (outgassing) desde la superficie del mismo. Para 3I ATLAS se recomienda continuar con observaciones y análisis adicionales para explorar las posibles explicaciones naturales que aún no comprendemos completamente.

Para finalizar se adjuntan las últimas imágenes captadas por el telescopio Gemini Sur (Figura 2) en la que se utilizaron 4 filtros para conocer su composición:

u → ultravioleta (luz que no vemos)

g → verde

r → rojo

i → rojo cercano al infrarrojo

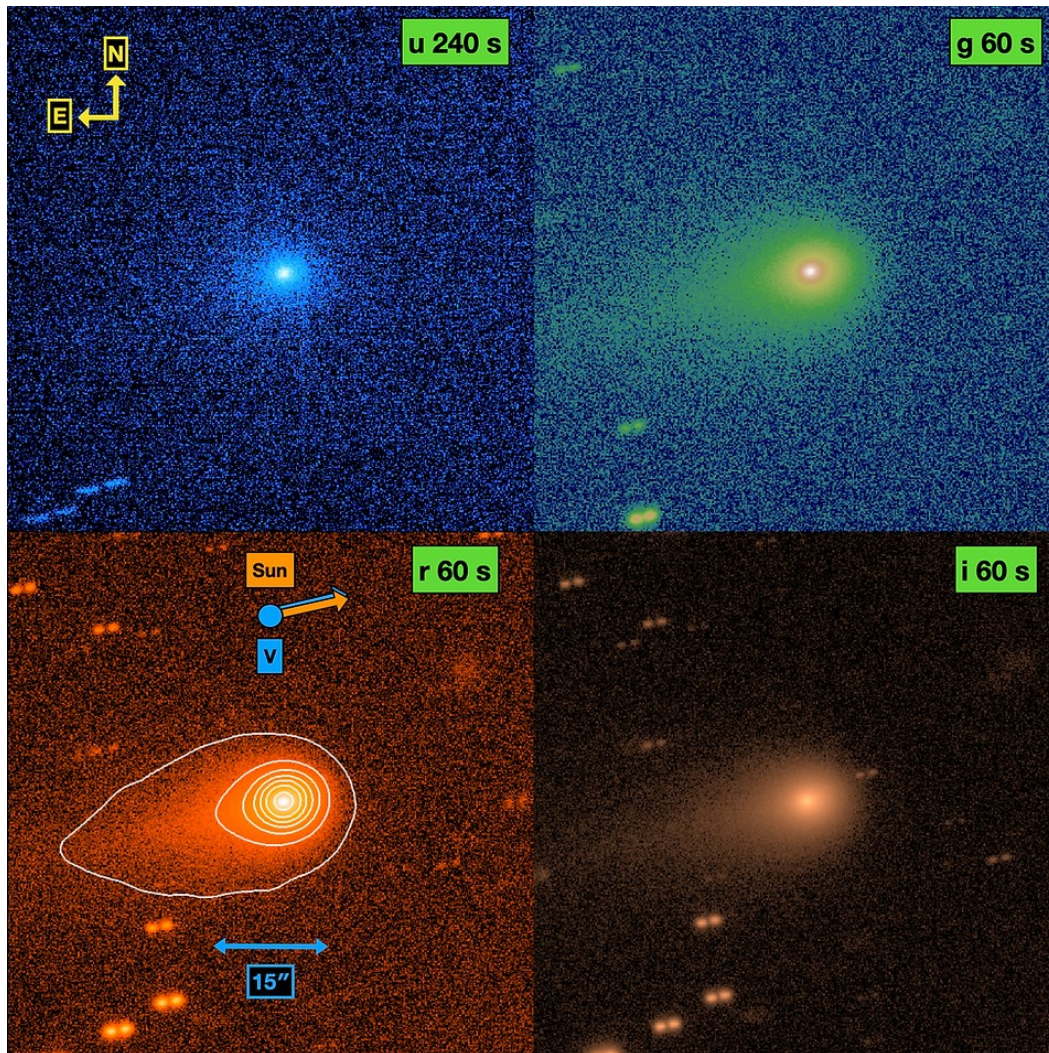


Figura 2. Imagen del cometa 3I/ATLAS tomada con el telescopio Gemini Sur. Adaptado de Astronomer's Telegram, 2025, <https://www.astronomerstelegram.org/>

### 3I ATLAS Caso tipo A

3I/ATLAS tiene una cola de gas y polvo, lo que muestra que es un objeto natural, con características típicas de un cometa, aunque algunas sean poco comunes.

## 11 Oumuamua Caso tipo B

Aunque tenemos poca información sobre 'Oumuamua, lo más sencillo y probable es que sea un **cometa**. Su aceleración cerca del Sol se explica por la **liberación de gases**, siguiendo el principio de la **navaja de Ockham**, que dice que la explicación más simple y consistente con los datos suele ser la correcta.

## 7. Referencias (estilo APA)

- Bialy, S., & Loeb, A. (2022). The identification of 1I/'Oumuamua as an interstellar object. *Nature*, 611(7934), 15–19. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05687-w>
- Hubble Space Telescope. (2025). Observations of the interstellar interloper 3I/ATLAS [PDF]. NASA/STScI. <https://assets.science.nasa.gov/content/dam/science/missions/hubble/releases/2025/08/STScI-01K20JKY8RVNWTQKQNAJAV84VK.pdf>
- Meech, K. J., Weryk, R. J., Wertz, M., et al. (2017). The first interstellar asteroid. *Nature*, 552(7685), 378–381. <https://doi.org/10.1038/nature25020>
- NASA. (s.f.). Comet 3I/ATLAS. NASA Science. <https://science.nasa.gov/solar-system/comets/3i-atlas/>
- NASA / Jet Propulsion Laboratory. (s.f.). Our Solar System's first known interstellar object gets unexpected speed boost. NASA. <https://www.nasa.gov/news-release/our-solar-systems-first-known-interstellar-object-gets-unexpected-speed-boost/>
- NOIRLab. (2025, junio 23). Nebulosas Trífida y de la Laguna [Imagen]. NOIRLab. <https://noirlab.edu/public/es/images/noirlab2522b/>
- Siraj, A., & Loeb, A. (2018). A geometrical model for the interstellar object 1I/'Oumuamua. *Nature*, 563(7731), 156–159. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0254-4>
- TheSkyLive. (s.f.). Sistema solar 3D: 3I/ATLAS [Captura de pantalla]. <https://theskylive.com/3dsolarsystem?obj=c2025n1>
- Micheli, M., et al. (2018). *Non-gravitational acceleration in the trajectory of 1I/'Oumuamua*. *Nature*, 559, 223–226. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0254-4>

## **8. Anexo A: Consideraciones Estratégicas de Defensa Planetaria**

- Aumentar las capacidades de observación del campo visual en búsqueda de mas objetos interestelares que pudieran representar una amenaza para nuestro mundo.

- Intensificar, implementar nuevas técnicas y realizar pruebas para el desvío de la trayectoria de cometas, asteroides o meteoritos que pudieran representar una amenaza para el mundo.

Lo anterior es una muestra o lección aprendida que si 3I ATLAS viniera en dirección de la tierra podría culminar en una extinción masiva, ya que la humanidad actualmente no cuenta con los recursos para desplegar una misión de respuesta rápida ante una amenaza interestelar o del espacio exterior.

**Importante:**

Este informe es gratuito y fue generado como servicio a la nación debido a que actualmente se carece de un departamento u organismo gubernamental que atienda este tipo de reportes y que por el contrario es tratado por personal civil que se beneficia de la falta de información en este campo de estudio. De igual forma le recuerdo que su conclusión cualquiera que sea será tratada con respeto.

Informe generado por  
Salim Sigales  
Identificación de Elementos Aeroespaciales, CDMX  
defco\_mexico@hotmail.com