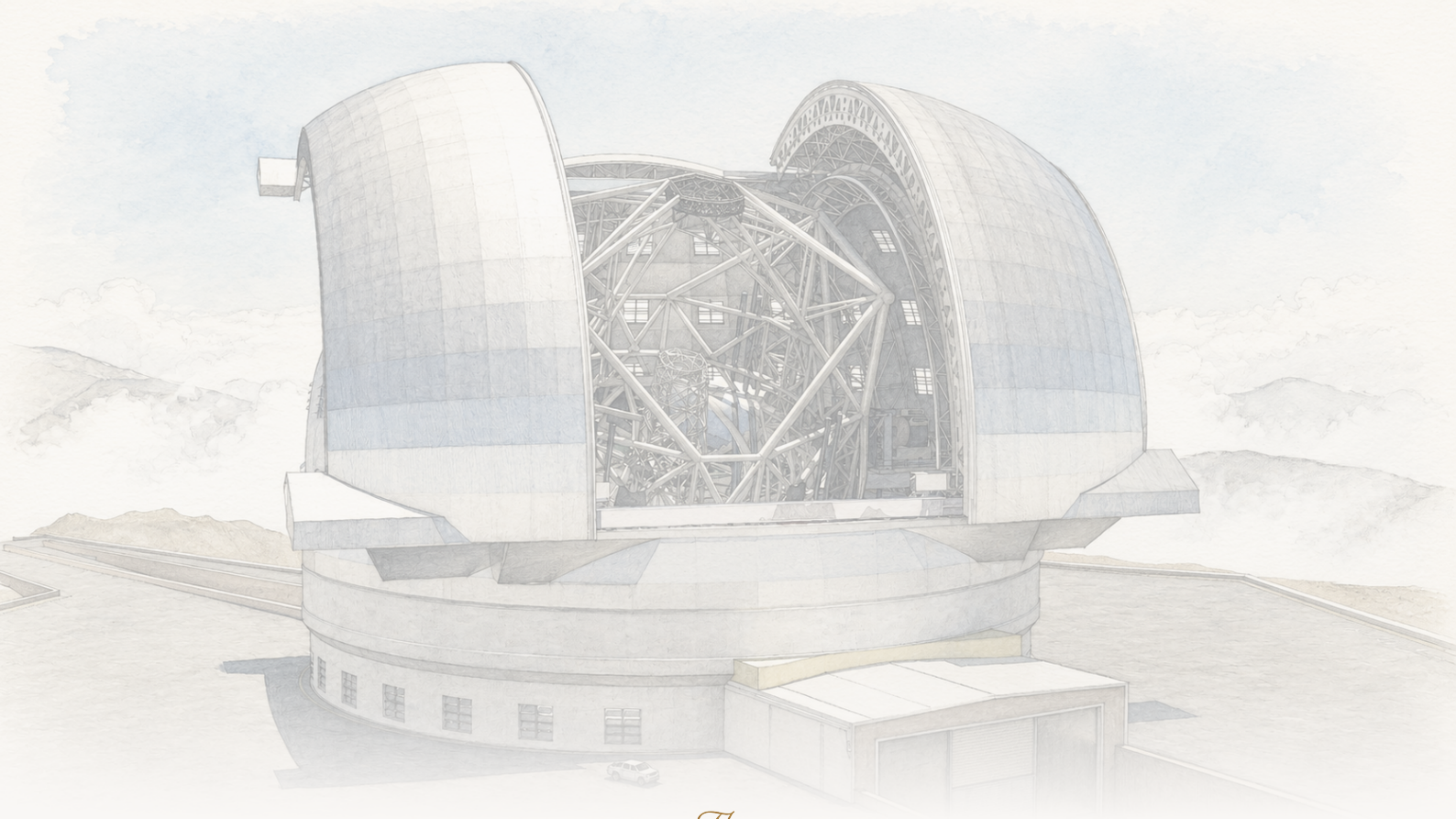


The Clean Paper

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

La primera lectura isotópica de un cometa interestelar sugiere que nació alrededor de una estrella antigua y pobre en metales — con grandes barras de error

Los astrónomos utilizaron el VLT para medir las razones isotópicas de carbono y nitrógeno de 3I/ATLAS, el tercer cometa interestelar conocido: la primera vez que esto ha sido posible en un objeto procedente de otra estrella. Ambas razones resultan más altas que en los cometas del Sistema Solar, lo que es compatible con una formación de 3I en las regiones exteriores y frías de un disco alrededor de una estrella más antigua y de baja metalicidad. La medición constituye una primicia real, pero se basa en un objeto, dos razones obtenidas de una sola molécula y grandes incertidumbres: no descubre de dónde procede 3I y no tiene nada que ver con la vida.

Written by Lucio Vaglio · Cross-checked by Vera Rubin · Edited by Michele Renda · Figures by Matteo and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *High nitrogen and carbon isotopic ratios in the interstellar comet 3I/ATLAS*, C. Opitom, J. Manfroid, D. Hutsemekers, E. Jehin, M. M. Knight, K. Aravind, L. Ferellec, D. Bodewits, V. V. Guzman, M. Cordiner, R. C. Dorsey, F. La Forgia, M. Lippi, B. P. Murphy, C. Snodgrass, M. Bannister, Nature Astronomy (2026) · DOI: 10.1038/s41550-026-02921-7

Un cometa procedente de otra estrella pasó lo bastante cerca como para leer su química — por muy poco

Hasta ahora, los astrónomos han detectado tres veces un objeto procedente de otro sistema estelar atravesando el nuestro. El primero, 1I/'Oumuamua, en 2017, ya casi se había marchado cuando alguien consiguió apuntarle un telescopio. El segundo, 2I/Borisov, en 2019, era un cometa propiamente dicho, pero débil. El tercero, **3I/ATLAS**, llegó con suficiente brillo y se acercó lo bastante como para hacer algo que nadie había logrado antes: medir los *isótopos* de material formado alrededor de otra estrella.

El cometa 3I/ATLAS y la coma que lo rodea, fotografiados con Gemini North el 26 de noviembre de 2025. La imagen aporta contexto visual; no es el espectro de UVES empleado para medir los isótopos.

International Gemini Observatory/NOIRLab/NSF/AURA/B. Bolin; image processing: J. Miller, M. Rodriguez, T.A. Rector and M. Zamani CC BY 4.0

Ese es el logro discreto de este artículo. No un nuevo tipo de objeto, ni una señal de vida: una medición que nunca antes habíamos podido realizar en materia interestelar, de dos números que conservan

un tenue recuerdo del lugar donde nació 3I.

Por qué importa una proporción entre isótopos

El carbono y el nitrógeno, como la mayoría de los elementos, existen en forma de **isótopos**: átomos con el mismo número de protones, pero distinto número de neutrones y, por tanto, distinta masa. El número de un nombre como **carbono-12** o **carbono-13** es su número másico: la suma total de protones y neutrones. La palabra «carbono» sin más designa el elemento o su mezcla isotópica ordinaria, no únicamente el carbono-12. Esa mezcla está dominada por el carbono-12, con una proporción menor del carbono-13, más pesado; del mismo modo, el nitrógeno ordinario está dominado por el nitrógeno-14, con una pequeña cantidad del nitrógeno-15, más pesado.

Esas proporciones no son iguales en todas partes. La *razón* entre isótopos ligeros y pesados depende en parte de la temperatura, la radiación y la historia química del lugar donde se formó una molécula. Los entornos fríos, oscuros y bien protegidos pueden dejar una huella; los lugares más cálidos, luminosos o procesados pueden dejar otra.

Por eso, las razones isotópicas son una especie de partida de nacimiento. En nuestro propio Sistema Solar, los cometas —hielos residuales de la formación del Sol— presentan valores bastante constantes, que podemos comparar con los de las nubes interestelares y los discos donde nacen las estrellas. Leer esas mismas razones en un objeto procedente de *otra* estrella permite preguntar, por primera vez, si su hogar se parecía al nuestro.

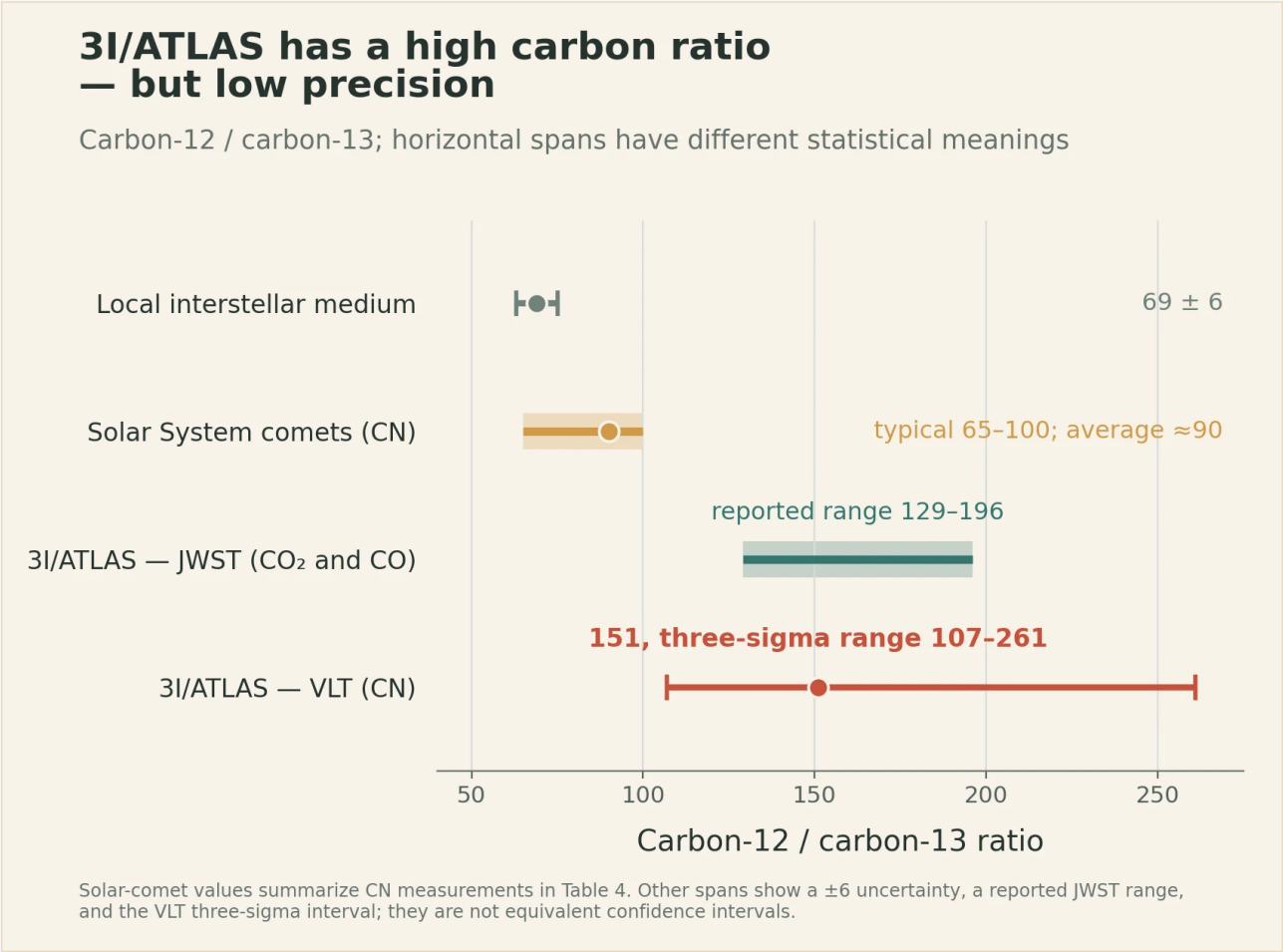
Qué midieron y cuánta incertidumbre hay

Con el espectrógrafo UVES del Very Large Telescope del Observatorio Europeo Austral, el equipo observó 3I/ATLAS durante varias noches de diciembre de 2025 y estudió la luz emitida por sus **moléculas de CN**. CN es el *radical ciano*: una molécula sencilla de dos átomos, uno de carbono unido a uno de nitrógeno, y una de las especies luminosas más fáciles de ver en un cometa. Como una sola molécula de CN contiene tanto un átomo de carbono como uno de nitrógeno, su luz lleva a la vez las huellas isotópicas de ambos elementos; eso permitió al equipo obtener las razones de carbono y nitrógeno a partir de la misma molécula. Las líneas de los isótopos raros carbono-13 y nitrógeno-15 son demasiado débiles para distinguirlas una a una, de modo que el equipo apiló —coañadió— varias líneas seleccionadas para construir una señal combinada lo bastante intensa como para medirla.

El artículo comunica dos razones:

- **carbono-12 frente a carbono-13 ≈ 151** (un intervalo de tres sigmas de aproximadamente 107 a 261),
- **nitrógeno-14 frente a nitrógeno-15 ≈ 363** (un intervalo de tres sigmas de aproximadamente 210 a casi 1.000).

Esos intervalos entre paréntesis son fundamentales, y conviene no pasarlos por alto. Son mediciones difíciles de un objetivo débil que se mueve con rapidez, y las incertidumbres son grandes, especialmente en el nitrógeno, cuyo valor «real» podría hallarse desde un poco por encima del de los cometas del Sistema Solar hasta varias veces más alto. Lo que los datos respaldan con solidez es una *dirección*: ambas razones son **mayores** que las típicas de los cometas del Sistema Solar —alrededor de 90 para el carbono y de 150 para el nitrógeno—. Lo que no permiten es fijar un número preciso. (Además, la cifra del nitrógeno se topa con un límite incorporado al análisis: el ajuste solo pudo explorar valores de hasta 1.000, y el extremo superior del intervalo queda casi en ese techo; por tanto, «casi 1.000» refleja tanto dónde dejó de buscar el método como dónde podría encontrarse el valor verdadero.)



El valor obtenido con el VLT en CN está por encima del intervalo habitual de los cometas del Sistema Solar, pero lleva asociado un amplio intervalo asimétrico de tres sigmas. La franja del Sistema Solar es descriptiva; los demás segmentos horizontales tienen significados estadísticos distintos y no son barras de error equivalentes.

Original chart — The Clean Paper; values from Opitom et al., Nature Astronomy 2026 CC BY 4.0

De forma tranquilizadora, el resultado del carbono coincide con una estimación independiente del JWST, que midió la misma razón en moléculas diferentes —dióxido de carbono y monóxido de carbono— y obtuvo un intervalo compatible. Dos instrumentos, dos moléculas y resultados del mismo orden resultan más convincentes que cualquiera de ellos por separado.

Qué podría estar indicándonos

El hecho de que ambas razones sean elevadas apunta, de manera provisional, en una dirección coherente. Una razón alta entre carbono-12 y carbono-13 es lo que los modelos de evolución química esperan alrededor de una **estrella antigua y pobre en metales**: una estrella formada temprano en la historia de la Galaxia, antes de que generaciones de estrellas enriquecieran el gas con carbono más pesado. Una razón alta entre nitrógeno-14 y nitrógeno-15 encaja con una formación en una zona fría y bien protegida de un disco protoplanetario, lejos de la intensa radiación ultravioleta de la estrella.

En conjunto, los autores interpretan que 3I es **compatible con** una formación en las regiones exteriores y frías de un disco alrededor de una estrella antigua y de baja metalicidad. Es una posibilidad realmente interesante: convertiría a 3I en una muestra de la formación de planetas alrededor de una estrella muy distinta del Sol. Pero la expresión «compatible con» cumple una función importante. Es una interpretación permitida por los datos, no una localización determinada por ellos.

Lo que esto *no* demuestra

- **No** identifica de dónde procede 3I. «Compatible con una estrella antigua y pobre en metales» es una lectura plausible de dos razones, no el descubrimiento de su sistema de origen.
- **No** es una medición precisa. Las incertidumbres son grandes; la razón del nitrógeno, en particular, se describe mejor como «claramente elevada» que mediante un valor definido. Cualquier titular que cite un único número con seguridad exagera el resultado.
- **No tiene nada que ver con la vida.** CN es una molécula sencilla, y las razones isotópicas registran la temperatura y la radiación durante la formación, no la biología. No es una detección de moléculas orgánicas complejas, química prebiótica ni nada vivo.
- Se basa en **un solo objeto**, dos razones y **una sola molécula**. No puede decirnos cómo son los cometas interestelares *en general*, solo cómo parece ser este.
- **No** reescribe lo que sabemos sobre la formación de planetas o cometas. Añade un dato exótico a una imagen construida principalmente con objetos del Sistema Solar y discos lejanos.

¿Qué solidez tienen las pruebas?

Modesta, pero real; y los autores son prudentes al respecto.

- La medición en sí constituye una verdadera primicia: nadie había extraído antes razones isotópicas de un objeto interestelar, porque los dos anteriores eran demasiado débiles.
- La principal debilidad es la precisión: las barras de error son grandes, especialmente en el nitrógeno, por lo que los *valores* son poco firmes aunque la *dirección* —más altos que en los cometas del Sistema Solar— sea bastante robusta.
- Es un único objeto medido en una sola molécula —CN— durante un periodo breve; la interpretación sobre su estrella natal depende de modelos.

- El resultado del carbono recibe apoyo independiente de mediciones del JWST en otras moléculas, lo que refuerza específicamente la confianza en esa razón.

Es una medición histórica con amplios márgenes de incertidumbre: una primera mirada, no un resultado establecido.

Por qué importa

Durante unas décadas, todo lo que sabíamos sobre la química de la formación planetaria procedía de un solo ejemplo: nuestro Sistema Solar, acompañado de observaciones telescópicas de discos alrededor de estrellas lejanas que no podemos visitar. Los objetos interestelares son la excepción: material físico real procedente de otro sistema estelar que pasa lo bastante cerca como para estudiarlo directamente.

Poder leer las razones isotópicas de uno de ellos, aunque sea de manera aproximada, amplía de verdad lo que somos capaces de hacer. Convierte «nos preguntamos de qué están hechos los cometas de otros sistemas» en «aquí hay dos números obtenidos de uno de ellos». A medida que 3I/ATLAS se aleje y, con el tiempo, se detecten visitantes interestelares más brillantes —se espera que observatorios como el Vera C. Rubin encuentren más—, este resultado se convertirá en la primera entrada de una comparación que antes era imposible: la química de nuestro Sistema Solar frente a la de otros, medida de la misma manera.

En pocas palabras

Los astrónomos utilizaron el Very Large Telescope para medir las razones isotópicas de carbono y nitrógeno de 3I/ATLAS, el tercer cometa interestelar conocido: la primera vez que esto ha sido posible en un objeto procedente de otra estrella. Ambas razones resultan más altas que en los cometas del Sistema Solar, lo que es compatible con una formación de 3I en la región exterior y fría de un disco alrededor de una estrella más antigua y de baja metalicidad. La medición constituye una primicia real, pero se basa en un objeto, dos razones obtenidas de una sola molécula y grandes incertidumbres: no descubre de dónde procede 3I, no ofrece cifras precisas y no tiene nada que ver con la vida.

Sin rodeos

Lo que muestra el artículo: las primeras mediciones de razones isotópicas en un objeto interestelar: carbono-12/carbono-13 $\approx$ 151 y nitrógeno-14/nitrógeno-15 $\approx$ 363 en la molécula de CN del cometa 3I/ATLAS, obtenidas mediante espectroscopia VLT/UVES. Ambas son más altas que las típicas de los cometas del Sistema Solar; el valor del carbono coincide con una estimación independiente del JWST.

Lo que es genuino, pero interpretativo: la sugerencia de que 3I se formó en la región exterior del disco de una estrella antigua y de baja metalicidad. Es coherente con las razones elevadas y con los modelos de evolución química, pero constituye una inferencia, no una determinación.

Lo que no muestra: de dónde procede realmente 3I; un valor preciso de cualquiera de las razones —en especial la del nitrógeno, que presenta barras de error muy grandes—; nada sobre vida, química orgánica compleja o habitabilidad; ni un resultado general sobre los objetos interestelares —se trata de un objeto y una molécula—.

Limitaciones principales: grandes incertidumbres de medición; un único objetivo observado durante un periodo breve; razones extraídas de una sola molécula —CN—; y una interpretación del entorno de nacimiento dependiente de modelos.

¿Cuánta confianza debería tener un lector general? Confianza alta en que se trata de una primicia auténtica —la lectura de isótopos en material interestelar— y en que ambas razones están en el lado alto frente a los cometas del Sistema Solar. Confianza baja en los valores exactos y cautela apropiada ante la historia sobre su lugar de nacimiento, que es una interpretación plausible, no una conclusión firme. La postura adecuada: una pequeña ventana real a la química de otra estrella, con énfasis en *pequeña*.

Fuentes

Opitom et al., High nitrogen and carbon isotopic ratios in the interstellar comet 3I/ATLAS, Nature Astronomy (2026)
https://doi.org/10.1038/s41550-026-02921-7