

NOTA DE PRENSA

La interacción entre el jet de una estrella joven y su entorno, reconstruida con un detalle inédito gracias al telescopio ALMA

Un equipo del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC) ha obtenido imágenes con un detalle sin precedentes que muestran “cortes” del jet de una estrella joven, revelando su estructura interna y cómo interactúa con el entorno

El hallazgo, publicado en Nature Astronomy, permite confirmar por primera vez un modelo teórico planteado hace tres décadas sobre la dinámica de los jets estelares

Granada, 16 de diciembre de 2025. Las estrellas similares al Sol nacen en el interior de inmensas nubes de gas y polvo. En torno a cada estrella se forma un disco que la alimenta y donde, con el tiempo, se originan los planetas. Pero este escenario, crucial para entender el origen de sistemas como el nuestro, dista de ser apacible: durante sus primeras etapas, las estrellas experimentan estallidos que calientan y remodelan el disco, y lanzan potentes chorros de material —usualmente llamados *jets*— que atraviesan el espacio interestelar a velocidades hipersónicas. Estos fenómenos influyen tanto en la evolución de la futura estrella como en la configuración de los sistemas planetarios que llegarán a formarse a su alrededor.

Hoy, la revista *Nature Astronomy* publica un estudio liderado por el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC) que presenta una secuencia de imágenes en forma de anillo que muestran, en una especie de tomografía cósmica, el comportamiento de la sección transversal de un jet a medida que varía su velocidad. Esta técnica permite reconstruir cómo el material eyectado interactúa con su entorno con un nivel de detalle sin precedentes. El resultado ofrece, por primera vez, una sólida validación de un modelo teórico planteado hace tres décadas sobre la dinámica interna de estos *jets*.

“Es la primera vez que se alcanza este nivel de precisión, gracias a la exquisita sensibilidad lograda en nuestro estudio, que fue diseñado específicamente para este propósito”, señala

Guillermo Blázquez Calero, investigador del IAA-CSIC que lidera el trabajo. “Estos resultados obtenidos con el radiotelescopio ALMA arrojan luz sobre cómo se expulsa material desde las inmediaciones de una estrella joven, cuál es su relación con los estallidos que se observan en estas primeras etapas de la vida de una estrella y cómo el chorro de material expulsado interactúa con el medio interestelar a grandes distancias”.

ESTALLIDOS ESTELARES Y JETS: UN NACIMIENTO TURBULENTO

Lejos de ser un proceso tranquilo, la formación de las estrellas está marcada por fenómenos altamente energéticos, con episodios de gran actividad. Al igual que en los agujeros negros, las estrellas jóvenes acumulan material en discos de acreción y expulsan *jets* que se desplazan a gran velocidad por el espacio.

Las estrellas jóvenes experimentan estallidos, durante los cuales incrementan de forma repentina su luminosidad y energía, provocando que parte del material del disco que la rodea se caliente y se redistribuya.

Por su parte, los *jets* actúan como reguladores: expulsan parte del material del disco y determinan cuánta masa se incorpora finalmente a la estrella en formación. Estas eyeciones también dejan su huella en el entorno: modifican las condiciones físicas de la región donde nace la estrella y pueden incluso afectar lugares lejanos donde se están formando otras estrellas y sistemas planetarios, alterando su composición y evolución.

Gracias a este trabajo y a las capacidades del radiotelescopio ALMA, ha sido posible obtener las imágenes más detalladas hasta ahora de la interacción entre un *jet* y su entorno. Las observaciones proporcionan imágenes de la sección transversal del *jet* que revelan la estructura interna resultante de ese proceso de interacción. El análisis conjunto de estas imágenes y de los modelos físicos pone de manifiesto dos aspectos clave: la velocidad del *jet* debe cambiar con el tiempo, y los aumentos de velocidad deben estar sincronizados con los estallidos característicos de las estrellas en formación.

En este contexto, se ha logrado trazar, por primera vez, el rastro de un antiguo estallido observado en el brillo de una estrella joven, identificando su huella en el chorro de gas molecular eyectado por la estrella.

“Nuestro estudio revela que, aunque el proceso de formación estelar y planetaria se desarrolla a lo largo de varios millones de años para una estrella como nuestro Sol, es posible detectar cambios significativos en escalas de tiempo humanas —de apenas unas décadas— y rastrear en el gas molecular eyectado la huella que dejan los eventos episódicos de acreción y eyeción de materia más energéticos”, explica Guillermo Blázquez Calero.

OBSERVANDO CON DETALLE EL SISTEMA SVS 13

Aunque los *jets* en objetos estelares jóvenes han sido ampliamente estudiados, todavía se desconocen muchos aspectos sobre su dinámica e influencia en la formación de estrellas y planetas. Para abordar estas preguntas, el equipo del IAA-CSIC realizó observaciones de alta

sensibilidad y resolución —capaces de revelar incluso los detalles más tenues y diminutos— del sistema binario de estrellas en formación SVS 13. Este es un sistema emblemático ubicado en la región de formación estelar NGC 1333, a unos 1.000 años luz de la Tierra, que alberga una estrella joven muy activa y con un prominente *jet* de gas molecular, lo que la convierte en un laboratorio ideal para estudiar la conexión entre discos, estallidos y *jets*.

Este estudio, que ha involucrado a personal investigador de 16 instituciones de ocho países, fue concebido y diseñado desde su inicio por el grupo de Formación y Evolución Estelar y Planetaria (SPFE) del IAA-CSIC. El grupo lideró la observación con el radiotelescopio interferométrico ALMA, así como el análisis de los datos y la modelización e interpretación de los resultados. El proyecto ha dado lugar a dos tesis doctorales y forma parte de un estudio más amplio de la región que se desarrolla en el IAA-CSIC desde hace casi 30 años.

Durante la preparación de la publicación, el equipo sufrió la pérdida de dos figuras muy queridas: Alejandro Raga, investigador de la UNAM (Méjico) y experto mundial en simulaciones astrofísicas de *jets*, y Robert Estalella, catedrático emérito de la Universidad de Barcelona y pionero en la introducción de la radioastronomía en las universidades españolas. Ambos realizaron aportaciones en el modelaje y la interpretación de los datos que fueron extremadamente valiosas para culminar con éxito este estudio.

El trabajo abre nuevas vías para comprender cómo se generan y evolucionan los *jets* en las estrellas jóvenes, y cómo estos procesos encajan en el marco general de la formación estelar y planetaria.

Tal y como destaca Guillem Anglada, investigador del IAA-CSIC e Investigador Principal del proyecto observational en ALMA, estudiar estos fenómenos en objetos cercanos como SVS 13 resulta clave para avanzar en su comprensión. “Nuestro grupo estudia el fenómeno de los *jets* en las estrellas jóvenes porque se encuentran a una distancia relativamente cercana a nosotros y eso nos permite investigarlas con gran detalle”, explica. “Sin embargo, al ser un fenómeno universal, nuestro objetivo final es tratar de relacionarlo con todos los *jets* existentes —desde los que se originan en las diferentes etapas de la evolución estelar, hasta los que surgen en el entorno de los agujeros negros supermasivos en los núcleos activos de galaxias—, por supuesto, cada uno escalado a su propio nivel de energía”.

REFERENCIAS:

Bowshocks driven by the pole-on molecular jet of outbursting protostellar SVS 13

<https://www.nature.com/articles/s41550-025-02716-2>

MÁS INFORMACIÓN:

Guillermo Blázquez Calero - gblazquez@iaa.es

Guillem Anglada - guillem@iaa.es

COMUNICACIÓN - INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE ANDALUCÍA (IAA-CSIC):

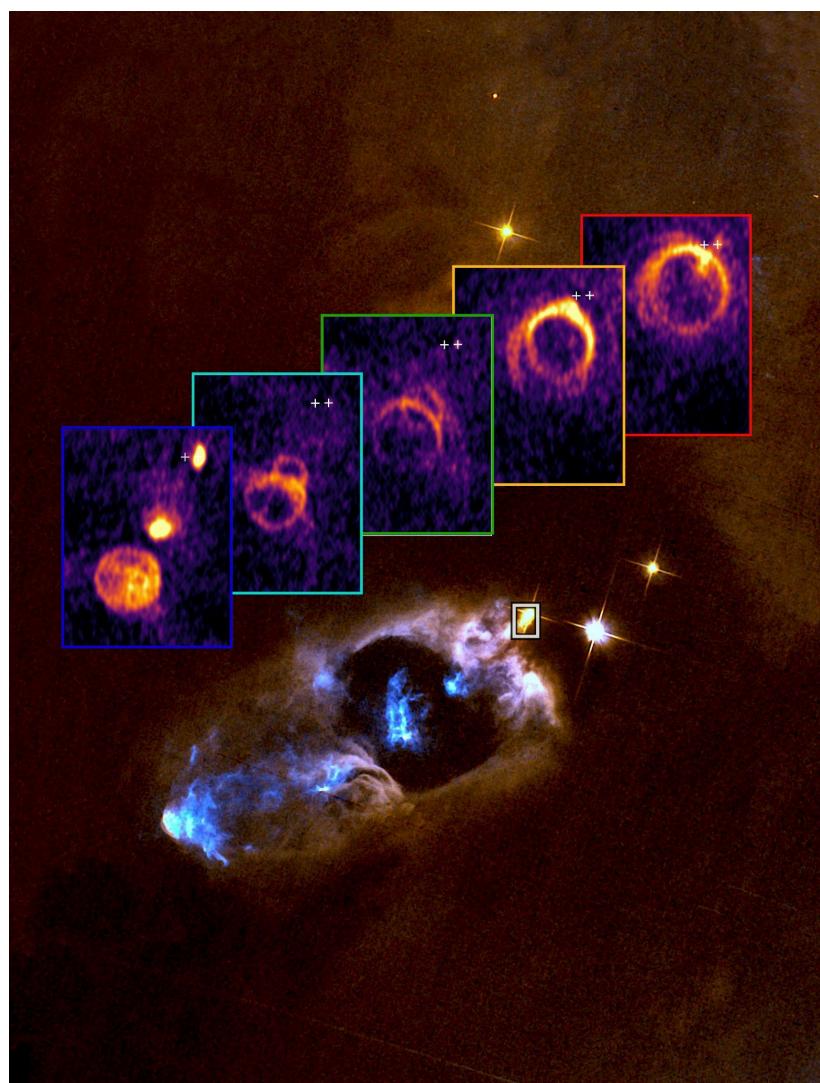
Amanda López (Responsable de Prensa) - alm@iaa.es

Emilio J. García - garcia@iaa.es

IMÁGENES

IMAGEN_UNO. Visión "tomográfica" obtenida por ALMA que revela cómo el jet protoestelar supersónico de SVS 13 interactúa con el medio ambiente circundante. Como fondo, se muestra una imagen obtenida por el telescopio espacial Hubble (HST) en la que se aprecia la cavidad excavada por el jet, junto con la luz azulada de los objetos "Herbig- Haro" 7-11, especialmente llamativos en longitudes de onda ópticas. El recuadro en la imagen del HST indica la región mostrada en las imágenes de ALMA. El color de los marcos de estas imágenes indica la velocidad, comprendida entre 35 kms (rojo) y 97 km/s (azul). Créditos: Guillermo Blázquez-Calero, Mayra Osorio, Guillem Anglada (IAA-CSIC). Créditos de la imagen de fondo: ESA/Hubble & NASA, Karl Stapelfeldt.

https://drive.google.com/file/d/16_3eKhDwbSwHOL12B6xCwzXJiuV7MI0W/view?usp=drive_link



IMAGEN_DOS. Imagen compuesta de la región de formación estelar NGC 1333 obtenida combinando datos del telescopio Subaru de 8.2 m y del Digitized Sky Survey. Créditos: NAOJ, NOAO/AURA/NSF, Robert Gendler, Roberto Colombari.

https://drive.google.com/file/d/1EBDDlr1j73UcxEPjsyNjlkTRoyof1-hx/view?usp=drive_link



IMAGEN_TRES. Simulación numérica de un jet con velocidad de eyección variable con el tiempo. Créditos: James M. Stone

https://drive.google.com/file/d/1SHxwT3_C5mfrAfX52CjZciN0IxAi_hzB/view?usp=drive_link

