

# **Astrónomos revelan estructuras de formación planetaria en discos estelares diminutos**

Una investigación liderada por el Departamento de Astronomía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile demostró que los discos compactos albergan anillos y cavidades a la escala de nuestro sistema solar interior, sobre el origen de mundos como las supertierras y minineptunos.

Un equipo científico liderado por astrónomos de la Universidad de Chile resolvió un enigma clave sobre el origen de los sistemas planetarios, tras descubrir la presencia de anillos, surcos y cavidades en discos extremadamente compactos alrededor de estrellas jóvenes. El estudio, liderado por Pietro Curone con la participación de Laura Pérez –investigadores del Departamento de Astronomía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM) de la Universidad de Chile–, demuestra que los procesos de formación planetaria podrían ocurrir en regiones de tamaño comparable al sistema solar interior, revelando que la supuesta uniformidad de los discos pequeños era simplemente un problema de nitidez observacional.

Hasta ahora, la astrofísica observaba estas complejas estructuras de gas y polvo casi exclusivamente en discos amplios y brillantes. Al carecer de detalles visibles en los discos compactos, la comunidad científica debatía si estos evolucionaban bajo leyes físicas diferentes o si los instrumentos disponibles no alcanzaban a captar sus detalles.

Para responder la interrogante, el equipo diseñó un programa

observacional de frontera utilizando el conjunto de antenas del radiotelescopio ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) en su configuración más extendida. Apuntando a 11 discos protoplanetarios extremadamente compactos en la región de formación estelar de Lupus mediante la Banda 7 (longitud de onda cercana a 0,9 milímetros), el equipo alcanzó una resolución angular de 0,02 segundos de arco: el límite máximo disponible actualmente a esa frecuencia. A la distancia de Lupus, esto equivale a resolver estructuras de apenas dos unidades astronómicas (el doble de la distancia media entre la Tierra y el Sol).

Con esa agudeza técnica, el equipo de la Universidad de Chile detectó subestructuras inequívocas a menos de 10 unidades astronómicas de la estrella central en cuatro de los 11 discos, junto a indicios consistentes en otros tres. El caso más sobresaliente es el sistema Sz 112, catalogado en la investigación como el disco de transición más pequeño conocido hasta hoy, en el cual los autores distinguieron una cavidad interna que se extiende a apenas 1,6 unidades astronómicas de la estrella.

“Durante mucho tiempo, los discos más pequeños parecían mucho más simples que los grandes y espectaculares que ALMA hizo famosos. Lo que encontramos es que al menos parte de esa diferencia era una ilusión causada por la resolución”, explica Pietro Curone, primer autor del estudio e investigador postdoctoral de la Universidad de Chile y CATA. “Cuando observamos con suficiente detalle, comienzan a aparecer anillos, surcos y cavidades, incluso en estos diminutos sistemas”.

El hallazgo tiene profundas repercusiones teóricas: la mayoría de los exoplanetas descubiertos orbitan muy cerca de sus estrellas progenitoras, a distancias que coinciden precisamente con las dimensiones de estos discos compactos y no con las decenas de unidades astronómicas de los sistemas más extendidos. “Los anillos, surcos y cavidades en los discos

protoplanetarios, llamados subestructuras, son las huellas de la formación planetaria. Hasta ahora se habían estudiado casi solo en discos grandes y brillantes, a decenas de unidades astronómicas de la estrella. Sin embargo, la mayoría de los discos son pequeños, y la mayoría de los exoplanetas conocidos orbitan a pocas unidades astronómicas de su estrella. Al encontrar subestructuras también en los discos más pequeños, mostramos que es posible estudiar la formación planetaria justamente donde se forma la mayoría de los planetas.”, afirma el doctor Curone.

El trabajo integró además un riguroso análisis estadístico comparativo con observaciones previas, liderado junto al coautor Gijs Mulders (Pontificia Universidad Católica de Chile), en colaboración con Nienke van der Marel (Observatorio de Leiden). La correlación demostró que la detección de subestructuras aumenta drásticamente con la resolución. Entre los discos observados con suficiente resolución, se identificaron subestructuras en el 44% de los discos con radios de entre 3 y 10 unidades astronómicas, en el 55% de aquellos con radios entre 10 y 30 unidades astronómicas, y sobre el 90% en discos mayores a 30 unidades astronómicas.

“Este es un buen ejemplo de cómo cambia nuestro entendimiento al mejorar la resolución. Un disco que parece uniforme al observarlo desde más lejos puede mostrar una rica estructura interna cuando logramos distinguir detalles separados por apenas unas pocas unidades astronómicas”, destaca Laura Pérez, académica del Departamento de Astronomía FCFM de la Universidad de Chile.

El polvo presente en estos sistemas tiende a perder momento angular y precipitarse hacia la estrella central en escalas de tiempo breves. Las cavidades y anillos descubiertos por el equipo chileno dan cuenta de variaciones en la presión del gas capaces de frenar esa migración, concentrando material sólido y generando las condiciones ideales para el ensamblaje de nuevos planetas.

“Nuestras observaciones sugieren que estas trampas pueden existir a solo unas pocas unidades astronómicas de las estrellas jóvenes, incluso en discos extremadamente compactos. Una posible explicación de algunos de los surcos recién detectados es que hayan sido creados por planetas jóvenes”, apunta Nienke van der Marel.

A partir del modelamiento de los surcos situados a menos de cinco unidades astronómicas de la estrella central, los astrónomos estimaron que “suponiendo que estos surcos fueran producidos por planetas, estos tendrían masas intermedias, del rango de las supertierras y los minineptunos. “Si algunos de estos espacios son producto de planetas, podríamos estar viendo las huellas de mundos de masa relativamente baja mientras aún se están formando, a distancias orbitales que hasta ahora han sido muy difíciles de explorar”, añade Curone.

La investigación también arrojó descubrimientos inesperados: los discos Sz 73 y Sz 130 exhiben anillos tenues que se prolongan mucho más allá de su zona central brillante, sumados a otros cuatro sistemas con señales similares. Esto sugiere que muchos discos catalogados como pequeños podrían albergar en realidad material tenue y extendido que había pasado desapercibido.

Los resultados posicionan a los discos protoplanetarios como parte de un continuo evolutivo unificado, donde las escalas compactas y gigantes comparten los mismos procesos físicos de gestación planetaria.

Para ver el artículo científico publicado en la revista *Astrophysical Journal* revisa [aquí](#)

Para ver el comunicado de prensa de ALMA revisa [aquí](#)

## Información del estudio

- **Publicación:** *«Probing Planet Formation within 10 au: Dust Substructures in Extremely Compact Protoplanetary*

*Disks», The Astrophysical Journal Letters.*

- **Autores principales:** Pietro Curone (Universidad de Chile / CATA), Laura Pérez (Universidad de Chile / CATA), Gijs Mulders (Pontificia Universidad Católica de Chile), Nienke van der Marel (Observatorio de Leiden) y Laura Pérez (Universidad de Chile / CATA) .
- **Instalación observacional:** Las observaciones fueron diseñadas y ejecutadas utilizando las 66 antenas de alta resolución del interferómetro ALMA, ubicado en el llano de Chajnantor, Región de Antofagasta, Chile.

### **Descripción de imágenes**

- **Figura: Comparativa HL Tau y Sz 112.** Contraste dimensional directo entre el disco extendido HL Tau (izquierda) y el sistema compacto Sz 112 (centro). La vista ampliada de Sz 112 (derecha) expone la cavidad central equivalente a la órbita terrestre identificada por los científicos, consolidándolo como el disco de transición más pequeño del que se tenga registro. Las barras representan 20 y 1 unidad astronómica, respectivamente. (*Crédito: P. Curone et al. – U. de Chile / CATA / ALMA*).