

El rompecabezas de la formación planetaria

Paola D'Alessio*

Entre las estrellas de nuestra galaxia existe gas y polvo formando lo que se conoce como el medio interestelar. Este medio tiene zonas de diferentes densidades, desde regiones muy tenues y calientes, hasta regiones muy densas y frías, como los núcleos densos de las nubes moleculares gigantes. Estos núcleos colapsan porque su gravedad no logra ser contrarrestada por ninguna otra fuerza, y en este colapso, forman estrellas. Como los núcleos rotan, al contraerse no forman estrellas redondas, sino estructuras aplanadas que se conocen como discos de acreción o discos protoplanetarios (Figura 1). Estos son los lugares naturales para formar sistemas planetarios, como los que ya se conocen alrededor de varios cientos de estrellas, y por supuesto, como el que rodea a nuestra estrella, el Sol.

A finales de los años 60, un astrónomo mexicano, el doctor Eugenio Mendoza, del Instituto de Astronomía de la UNAM, detectó por vez primera exceso de emisión infrarroja al observar estrellas muy jóvenes. Aunque era una evidencia indirecta, este exceso de emisión infrarroja se interpretó posteriormente como debido al polvo del disco, calentado principalmente por la radiación de su estrella central. Por cierto, la radiación infrarroja no la podemos percibir con los ojos, sino que se necesitan detectores especiales. Y las observaciones de este tipo en la Tierra son muy difíciles de llevar a cabo porque todo equipo utilizado - telescopio, detector, cúpula y astrónomo - emite en infrarrojo con más intensidad que lo que sea que se observa en el cielo. Sin embargo y a pesar de todo, se hacen observaciones en infrarrojo desde la Tierra, desde los años 80, también usando satélites, como IRAS o Spitzer.

La Dra. Nuria Calvet, astrónoma venezolana ligada al Centro de Investigaciones de Astronomía

(CIDA) en Mérida, y que actualmente trabaja en la Universidad de Michigan, construyó, a principios de los 90, los primeros modelos detallados de la estructura y emisión de discos protoplanetarios, en colaboración con algunos estudiantes del CIDA de aquella época (Gladis Magris, Alberto Patiño y yo quien esto escribe). Pero fue hasta 1994 cuando se obtuvo la primer imagen de un disco protoplanetario en radiofrecuencias. Al año siguiente, en 1995, el Telescopio Espacial Hubble obtuvo las primeras fotografías de discos en luz visible (Figura 2).

Hoy día no hay ninguna duda de la existencia de estos discos, y a partir de la comparación de diferentes observaciones y modelos hemos podido caracterizar sus propiedades físicas. En los últimos años, el Telescopio Espacial Spitzer ha sido de mucha importancia para estudiar los discos protoplanetarios, pues ha permitido escudriñarlos más a fondo y descubrir unos cuantos con características peculiares. Sin embargo ¿cómo saber que los discos realmente formarán planetas? Resulta que el rompecabezas de la formación planetaria no es sencillo.

Las observaciones del Telescopio Espacial Spitzer indican que algunos discos tienen una falta de emisión en el infrarrojo. Y aunque suene paradójico, observando la ausencia de emisión hemos descubierto que estos discos presentan agujeros (Figura 3). Las características que inferimos para el agujero dependen fuertemente de la región del espectro en la que se presenta la falta de emisión infrarroja.

En general, hay dos modelos principales para explicar estos agujeros. Uno de los modelos propone que la radiación ultravioleta de la estrella fotoevapora

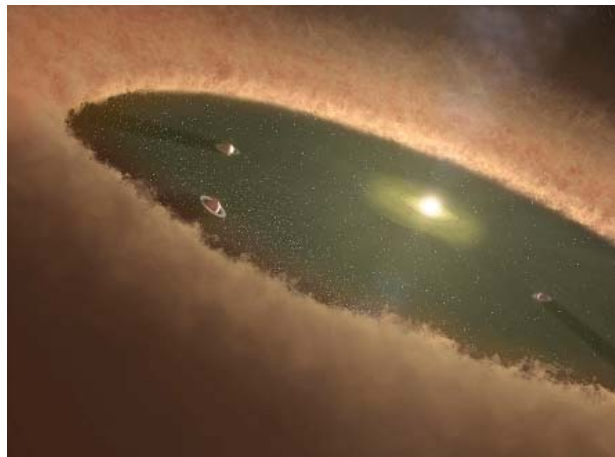


Figura 1

al disco. El otro, señala que la presencia de un planeta puede hacer que el material existente entre la estrella y el planeta caiga rápidamente a alguno de estos dos cuerpos ¿Cómo distinguir entre estos modelos?

En el de la fotoevaporación, el disco pierde material a partir de cierta distancia a la estrella (del orden de una unidad astronómica o la distancia de la Tierra al Sol), en que la gravedad estelar ha disminuido lo suficiente para que las partículas de gas puedan escapar del disco. Y después de un tiempo muy corto, el material interior a este radio cae a la estrella, formando un agujero entre ésta y el borde del disco que se está fotoevaporando. Poco a poco el agujero crece hasta que el gas de todo el disco es finalmente escapa.

Por otro lado, en el caso en que se forma un planeta, éste debe inicialmente abrir una brecha en el disco, a lo largo de su órbita. Esta brecha dura más que en el modelo de fotoevaporación y puede darse a diferentes distancias de la estrella. Después la brecha crece y se transforma en agujero. Entonces si se observara un disco con una brecha a una distancia considerablemente diferente de una unidad astronómica, se favorecería el modelo de formación de planetas en los discos.

Recientemente, el astrónomo francés Pietú y colaboradores tomaron una imagen en radiofrecuencias de LkCa15, de una estrella joven en la constelación de Tauro. Ellos observaron que LkCa15 presentaba un agujero de unas 45 unidades astronómicas (es decir, 45 veces la distancia de la Tierra al Sol) de radio. De manera casi simultánea, la estudiante Catherine Espaillat, de la Universidad de Michigan, en un trabajo que forma parte de su tesis doctoral, estudió el espectro de este objeto, tomado en el infrarrojo medio con el Telescopio Espacial Spitzer, notando la ausencia de emisión que confirmaba que este disco debía tener un agujero (rodeando a la estrella) de 45 unidades astronómicas. Sin embargo, la parte del espectro de Spitzer de longitudes de onda más cortas sugería que se podía tratar de una brecha, es decir que aún habría algo de material cercano a la estrella. Sin embargo, los modelos ajustados al espectro no eran concluyentes.

Unos meses después, a partir de un espectro en el infrarrojo cercano tomado desde la Tierra con el Telescopio Spex-IRTF de la NASA, finalmente encontramos evidencia contundente de que sí existe material cercano a la estrella, dentro del agujero, y que éste es tan denso como en un disco común y corriente, confirmando que se trata de una brecha y no un agujero. Por cierto, este material interno no aparece en la imagen de Pietú y colaboradores porque aquellas observaciones en longitudes de onda de radio no son capaces de distinguir el material más caliente y cercano a la estrella.

Ahora bien, si nos imaginamos que este disco es similar al que dio origen a nuestro sistema planetario, la brecha abarca más o menos desde la órbita de Mercurio hasta un poco más allá de la órbita de

Neptuno. Así, LkCa 15 sería el primer disco del que se tiene evidencia concluyente de poseer una brecha y por lo tanto lo estaríamos detectando en el acto de formar un sistema planetario. Cabe mencionar que aunque existen otros ejemplos en los que el espectro infrarrojo se puede explicar de la misma manera, los datos a la fecha no son tan claros como en el caso de LkCa15. En estos casos, para poder confirmar si se trata de discos formando planetas, necesitamos nuevas observaciones.

Y como siempre, los científicos pasamos una buena parte del tiempo catalogando nuestros objetos de estudio. Dado que a los discos con agujero ya se les

había llamado discos transicionales, por considerar que se encontraban en la etapa de transición entre ser discos de acreción, y sistemas planetarios, a este tipo de objetos nuevos los hemos bautizado como discos pre-transicionales, ya que serían una etapa previa a que se desarrolle el agujero completo. Y así, poco a poco, con la ayuda de observaciones y modelos, vamos armando el rompecabezas de la formación planetaria.



Figura 2



Figura 3

(*) Licenciada en Física (UCV),
Doctora en Ciencias, mención Astronomía (UNAM),
Investigadora del Centro de Radioastronomía y Astrofísica
UNAM- Campus Morelia, México
E-mail