

- Título de la tesis: “Formación de núcleos densos en las nubes moleculares de Tauro y Perseo”
- Autor: Álvaro Hacar González
- Director: Mario Tafalla García
- Fecha de lectura: 18/01/2013
- Universidad: Universidad Complutense de Madrid

La formación de núcleos densos en las nubes moleculares es el paso más crítico en el proceso de formación estelar. La transformación del gas difuso en núcleos densos determina tanto la tasa de formación estelar como la distribución de masas de las estrellas en las nubes moleculares. Sin embargo, y tras décadas de estudio, la comprensión de los mecanismos físicos que gobiernan la formación de núcleos densos (gravedad, campos magnéticos y turbulencia) sigue siendo materia de un amplio debate en la comunidad científica.

Con el objetivo de caracterizar observacionalmente el proceso de formación de núcleos densos en las nubes moleculares, en esta Tesis hemos investigado 3 regiones prototípicas de formación de estrellas: L1517, Barnard 213 y NGC 1333. Estas regiones, pertenecientes a las nubes moleculares de Tauro y Perseo, han sido seleccionadas por presentar distintos grados de actividad y complejidad y por cubrir los diferentes modos de formación estelar, desde las regiones con formación aislada hasta aquellas con formación en cúmulos. En todos los casos hemos estudiado cada una de estas regiones mediante observaciones radioastronómicas a gran escala en el rango de ondas milimétricas y submilimétricas tanto en el continuo como, y muy especialmente, a partir de su emisión en líneas moleculares.

Nuestro trabajo ha estado principalmente enfocado a la caracterización de la cinemática del gas mediante el estudio simultáneo de diferentes trazadores moleculares sensibles a los distintos rangos de densidad presentes en las nubes moleculares. Para llevar a cabo este estudio, en esta Tesis hemos desarrollado una nueva metodología de análisis de datos moleculares a gran escala a la que hemos denominado Friends-In-Velocity (FIVE). Basado en una aproximación de Friends-of-Friends, FIVE está

específicamente
diseñado para identificar automáticamente las diferentes componentes del gas
presentes
en los espectros mediante el estudio de la distribución y la continuidad de los
centroides
de línea en el espacio Posición-Posición-Velocidad (PPV).

Nuestro análisis de la cinemática del gas alrededor de los núcleos densos ha
revelado
la presencia de un nuevo tipo de estructuras en las nubes moleculares a las que
hemos
denominado filamentos coherentes en velocidad (Hacar & Tafalla 2011, A&A, 533,
A34). Dichos filamentos coherentes en velocidad, con tamaños típicos de ~ 0.5
pc, están caracterizados por presentar dispersiones
internas de velocidad del orden (o incluso menor) de la velocidad del sonido y
campos
continuos de velocidad dominados por suaves gradientes y oscilaciones a lo largo
de su
eje principal. En las 3 regiones estudiadas en esta Tesis, con independencia de la
morfología inicial de la nube y de si se trata de entornos de formación estelar
aislada o en cúmulos, los filamentos coherentes en velocidad dominan la
estructura del gas de la nube a densidades de entre $10^3 - 10^4$
 cm^{-3} (Hacar et al 2013, A&A, 554, A35; Hacar et al, in prep.). Estos filamentos
contienen además la inmensa mayoría de núcleos densos identificados en cada una
de estas regiones, lo que indica que la formación de un núcleo requiere la
formación previa de uno de estos objetos. Así mismo, y en todos estos casos, la
transición filamento-núcleo parece además producirse sin cambios apreciables en
la cinemática del gas, lo que demuestra que los núcleos densos heredan las
propiedades
físicas de los filamentos coherentes de los cuales proceden.

Nuestros estudios en Tauro y Perseo sugieren por tanto que la formación de
núcleos
densos en las nubes moleculares está regida por un proceso de fragmentación
jerárquica
a diferentes escalas. Primero, diferentes partes de la nube se fragmentan en
múltiples
filamentos coherentes en velocidad con tamaños típicos de ~ 0.5 pc. Tras ello, y
en un
paso posterior, aquellos filamentos coherentes que han acumulado suficiente masa
se
fragmentan gravitacionalmente y de manera cuasi-estática para dar lugar a los
núcleos
densos. La formación de núcleos en las nubes moleculares está por tanto
íntimamente

ligada a la formación de filamentos coherentes en velocidad, siendo estos últimos las primeras estructuras desacopladas del régimen supersónico y turbulento que domina la dinámica del gas a gran escala.

Figura: Ejes principales de los 35 filamentos coherentes en velocidad identificados en la región de Barnard 213 (en colores) superpuestos a la imagen del continuo obtenida por Herschel-SPIRE a 500 μ m (escala de grises). Nótese cómo el análisis por velocidad llevado a cabo en esta tesis revela que, aunque aparentemente monolítico cuando se observan en el continuo, el filamento de Barnard 213 está realmente formado por una colección de filamentos coherentes en velocidad a escalas de ~ 0.5 pc entrelazados en el espacio, similar a una cuerda formada por pequeñas fibras. (más información en Hacar et al 2013, A&A, 554, A35)