

Magnetized dense cores.

Observational characterization and comparison with models

Dr. Pau Frau Méndez

Resultados más importantes

La tesis ha tenido resultados remarcables en las dos vertientes diferentes en las que se ha enfocado: observacional y teórica.

Desde el punto de vista observacional, se ha descrito la estructura física de un conjunto de núcleos densos, los estadios más iniciales del proceso de formación estelar, embebidos en la altamente magnetizada nebulosa de la Pipa. Más importante aún, se ha identificado y caracterizado por primera vez la gran variedad química presente en estos objetos (Frau et al., 2010, 2012b, 2013a; Román-Zúñiga et al., 2012). Se ha propuesto una nueva clasificación para los núcleos densos en base a la química, muy posiblemente relacionada con diferentes estadios evolutivos. Además, fruto de esta clasificación, se ha identificado por primera vez un candidato a núcleo denso fallido, objetos predichos por los modelos teóricos sin contrapartida observacional, que se estaría disolviendo en la nube molecular (Frau et al., 2012a). Este trabajo fue uno de los *highlights* de la edición de A&A donde se publicó, y el tema de un *ScienceShot* de la prestigiosa revista *Science*.

Desde la vertiente teórica, se ha implementado un método para generar, mediante transporte radiativo en los diferentes parámetros de Stokes, observaciones radiointerferométricas sintéticas en modo polarimétrico de modelos teóricos magnetizados (Frau et al., 2011). Éstas pueden ser comparadas directamente por primera vez con observaciones reales de forma apropiada puesto que se reproducen todos los efectos instrumentales. El método se ha aplicado a modelos de colapso gravitatorio de protoestrellas Clase 0 aisladas de baja masa. Según nuestros resultados, los modelos de MHD idealizado son capaces de reproducir los datos a resolución interferométrica, mientras que los modelos no idealizados no son capaces de reproducir diversas características clave de los mapas observados.

Posible impacto

En la vertiente observacional, centrada en los núcleos densos, el posible impacto es importante. Si bien la estructura física de los núcleos densos está bien caracterizada, la química sigue siendo una incógnita. Núcleos densos con propiedades físicas similares pueden mostrar una química muy dispar. Nuestro trabajo, centrado en objetos más jóvenes que los tratados previamente, ha descrito tendencias químicas claras relacionadas con la densidad y es el primer paso para explicar su evolución.

Desde el punto de vista teórico, se ha justificado la aplicabilidad de los modelos de MHD idealizado con una comparación estricta con datos observacionales. Nuestro trabajo afianza el uso de este tipo de modelos, los más populares en la literatura. Además, el método desarrollado será de gran utilidad para ser usado con ALMA. La resolución de los datos de este nuevo interferómetro será comparable a la de las simulaciones teóricas, y una técnica como la desarrollada que permite una comparación directa será de gran utilidad para extraer información física de los datos.

Futuras líneas de actuación

La línea a seguir en base a los resultados químicos obtenidos hasta el momento en núcleos densos es intentar consolidar y generalizar el resultado. La consolidación se basa en criterios estadísticos, demostrando que el comportamiento en todos los núcleos densos de la nebulosa de la Pipa es el mismo. Este proyecto ya ha sido observado. La generalización se basa en observaciones similares en otras nubes con diferentes condiciones físicas, a fin de ver que las rutas químicas son propias del tipo de objeto y no de la nube en el que se forma. Este proyecto está en desarrollo.

La continuación del proyecto de comparación de observaciones con modelos teóricos es intentar aplicar el método a otros escenarios físicos para testear las predicciones. Protoestrellas aisladas masivas, nubes oscuras infrarrojas, o filamentos de gran escala en nubes moleculares son ejemplos de objetos siendo trabajados. Los datos observacionales están incrementando en número y calidad, y los modelos teóricos para explicarlos están avanzando rápidamente.

Publicaciones derivadas de la tesis

Publicaciones en revistas arbitradas

- [1] **Frau, P.**, Girart, J. M., Beltrán, M. T., et al. 2010, ApJ, 723, 1665
Young Starless Cores Embedded in the Magnetically Dominated Pipe Nebula
- [2] **Frau, P.**, Galli, D., & Girart, J. M. 2011, A&A, 535, A44
Comparing star formation models with interferometric observations of the protostar NGC 1333 IRAS 4A. I. Magnetohydrodynamic collapse models
- [3] **Frau, P.**, Girart, J. M., & Beltrán, M. T. 2012a, A&A, 537, L9
Chemical differentiation toward the Pipe nebula starless cores
- [4] **Frau, P.**, Girart, J. M., Beltrán, M. T., et al. 2012b, ApJ, 759, 3
Young Starless Cores Embedded in the Magnetically Dominated Pipe Nebula. II. Extended Data Set
- [5] Padovani, M., Brinch, C., Girart, J. M., Jørgensen, J. K., **Frau, P.**, et al. 2012, A&A, 543, A16
Adaptable radiative transfer innovations for submillimetre telescopes (ARTIST). Dust polarisation module (DustPol)
- [6] Román-Zúñiga, C., **Frau, P.**, Girart, J. M., & Alves, J. F. 2012, ApJ, 747, 149
Barnard 59: No Evidence for Further Fragmentation

Trabajos a enviar

- [7] **Frau, P.**, Girart, J. M., Beltrán, M. T., Román-Zúñiga, C., & Alves, J. F. 2013a, A&A, to be submitted
Physical structure of the diffuse starless cores in the Pipe nebula
- [8] **Frau, P.**, Girart, J. M., Zhang, Q., & Rao, R. 2013b, ApJ, to be submitted
NGC 7538 IRS 1: ordered velocity patterns versus chaotic magnetic fields

Trabajos en preparación

- [9] **Frau, P.**, Beltrán, M. T., Cesaroni, R., & Girart, J. M. in preparation
Infall profile in the prototypical massive Class 0 protostar G31
- [10] **Frau, P.**, Girart, J. M., Beltrán, M. T., et al. in preparation
Revealing the chemical evolutionary paths of starless cores