

Distribución de las condiciones físicas y abundancias químicas en regiones HII a pequeñas escalas angulares

El análisis del espectro de las regiones HII permite determinar las condiciones físicas del gas ionizado y las abundancias químicas de algunos de los elementos más importantes (He, C, N, O, Ne, S, Ar, Cl y Fe). Este último aspecto hace de estas regiones objetos indispensables para el estudio de la composición química del medio interestelar, desde la cercanía solar hasta galaxias a alto desplazamiento al rojo. Sin embargo, hace ya más de 20 años que persiste un gran problema en la comprensión de la física que tiene lugar en el seno de las nebulosas fotoionizadas: las abundancias químicas de elementos pesados de un mismo ion obtenidas a partir de las débiles líneas de recombinación (LRs) suelen ser significativamente mayores que las determinadas a partir de brillantes líneas excitadas colisionalmente (LECs). Este problema se conoce en la actualidad como Discrepancia de Abundancias (DA) y continúa siendo un reto todavía sin una solución satisfactoria que nos lleva a tomar las abundancias químicas en regiones HII con cierta precaución.

El objetivo principal de esta tesis doctoral fue explorar la DA a escalas espaciales de 1" desde distintas vertientes observacionales (espectroscopia de rendija larga, campo integral y échelle de muy alta resolución) y su posible relación con la presencia de estructuras morfológicas (objetos Herbig-Haro, discos protoplanetarios o frentes de ionización). Estas tres técnicas permitieron analizar las distribuciones espaciales de muchas propiedades nebulares (e.g. flujos de líneas de emisión, densidades y temperaturas electrónicas, grado de ionización, coeficiente de extinción o abundancias químicas de O^{2+} obtenidas a partir de LECs y LRs) en varias regiones HII galácticas (la Nebulosa de Orión, M8, M17 y NGC 7635).

A partir de los estudios de rendija larga el resultado más importante fue que la DA de O^{2+} no depende de ninguna de las propiedades nebulares del gas y que ésta permanece básicamente constante a lo largo de las posiciones de rendija, excluyendo algunas zonas de la Nebulosa de Orión. Debido a su cercanía y alto brillo superficial, el análisis llevado a cabo en la Nebulosa de Orión permitió relacionar algunos aumentos locales de la DA con la presencia de objetos Herbig-Haro. En particular, se analizó exhaustivamente uno de los objetos Herbig-Haro más prominentes de la Nebulosa de Orión: HH 202. Por un lado, se abordó el problema de la DA en el objeto HH 202 haciendo uso de la espectroscopia de campo integral, encontrando un aumento progresivo de la DA en la zona donde el flujo de gas alcanza su máxima velocidad, que además coincide con la localización del nudo sur de dicho objeto (HH 202-S). Por otro lado, ya contábamos con observaciones échelle de muy alta resolución espectral en la posición del HH 202-S que permitieron resolver las componentes cinemáticas asociadas al gas de fondo y al flujo de gas a alta velocidad. Los resultados indicaron que la mayor contribución a la DA en el objeto HH 202, observada en los trabajos de rendija larga y espectroscopia de campo integral, proviene de la componente a alta velocidad. Este es el principal resultado de la presente tesis, ya que es la primera evidencia observacional que relaciona el problema de DA en regiones HII con la presencia de flujos de gas a alta velocidad.

Hasta la publicación de esta tesis y los artículos relacionados, no se había encontrado ninguna relación entre la DA y los flujos de gas a alta velocidad asociados, en este caso, a objetos Herbig-Haro, los cuales son habituales en las regiones de formación estelar. Usualmente, la DA se ha asociado a la presencia de variaciones en la estructura de temperaturas o la estructura en densidad de las nebulosas fotoionizadas. Por tanto, con este nuevo resultado hemos abierto un nuevo campo de investigación que trata de estudiar el rol en la DA del gas ionizado a alta velocidad presente en la regiones HII, cuyos efectos podrían estar relacionados con la presencia de choques y/o efectos de turbulencia. Como producto de mi tesis doctoral, esta línea de investigación la estoy liderando actualmente junto con la colaboración de astrónomos españoles, mexicanos y alemanes.

Las publicaciones derivadas de esta tesis fueron:

A. Mesa-Delgado & C. Esteban. “*Small-spatial-scale variations of nebular properties and the abundance discrepancy in three Galactic HII regions*”. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 2010, 405, 2651. Citas en artículos con árbitro: 4.

A. Mesa-Delgado, C. Esteban, J. García-Rojas, V. Luridiana, M. Bautista, M. Rodríguez, L. López-Martín & M. Peimbert. “*Properties of the ionized gas in HH 202 - II. Results from echelle spectrophotometry with Ultraviolet Visual Echelle Spectrograph*”. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 2009, 395, 855. Citas en artículos con árbitro: 20.

A. Mesa-Delgado, L. López-Martín, C. Esteban, J. García-Rojas & V. Luridiana. “*Properties of the ionized gas in HH202 - I. Results from integral field spectroscopy with PMAS*”. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 2009, 394, 693. Citas en artículos con árbitro: 5.

A. Mesa-Delgado, C. Esteban & J. García-Rojas. “*Erratum: Small-Scale Behavior of the Physical Conditions and the Abundance Discrepancy in the Orion Nebula*”. The Astrophysical Journal, 2008, 685, 679.

A. Mesa-Delgado, C. Esteban & J. García-Rojas. “*Small-Scale Behavior of the Physical Conditions and the Abundance Discrepancy in the Orion Nebula*”. The Astrophysical Journal, 2008, 675, 389. Citas en artículos con árbitro: 15.

Autor: Dr. Adal Mesa Delgado

Director de tesis: Dr. César Esteban López

Universidad/Centro: Universidad de La Laguna / Instituto de Astrofísica de Canarias

Fecha de lectura: 16 de julio de 2010