

Interacción de estrellas masivas con el medio interestelar en regiones HII galácticas

Sergio Simón Díaz (Instituto de Astrofísica de Canarias)

1. RESULTADOS MÁS IMPORTANTES OBTENIDOS EN LA TESIS

- Se ha comparado, por primera vez de manera sistemática, las abundancias de O y Si obtenidas mediante métodos estelares y nebulares para una misma zona de formación estelar, la Nebulosa de Orión. Las abundancias estelares de O son coherentes con aquellas calculadas por Esteban et al. (2004) a partir del estudio actualmente más preciso del espectro nebuloso de la Nebulosa de Orión. En el caso del Si, aunque la comparación es más complicada puesto que ha de tenerse en cuenta el depósito de Si en granos de polvo en el medio interestelar, se ha mostrado la utilidad de dicha comparación para comprobar las distintas hipótesis que se realizan a la hora de calcular abundancias de Si, tanto en el caso estelar como nebuloso.
- La región HII galáctica M43 es un buen ejemplo de región HII aparentemente esférica e ionizada por una sola estrella (HD37061, B1V), que puede ser observada con buena resolución espacial. Se seleccionó esta región HII para construir modelos "a medida" de la nebulosa, comparando las salidas de códigos de fotoionización, con una gran cantidad de restricciones observacionales (espectroscopia estelar y nebulosa, e imagen nebulosa). Este estudio ha mostrado que, pese al buen ajuste de las observaciones a primer orden, indicando la bondad de las predicciones de los modelos estelares referentes a distribuciones de flujo ionizante, es necesario investigar la influencia que otras geometrías y distribuciones de densidad nebulosa, diferentes del caso esférico con densidad constante, podría tener sobre los resultados.
- Pese a tratarse de un método potente para aislar el ensanchamiento producido por la velocidad de rotación estelar de otros posibles ensanchamientos que afectan el perfil de las líneas del espectro estelar (e.g. macroturbulencia, efecto Stark ...), el método de Fourier había sido sólo marginalmente utilizado en el caso de las estrellas con tipos espectrales tempranos. En la tesis se ha aplicado el método de Fourier a la muestra de estrellas OB estudiada, mostrando su potencia. El caso más relevante se refiere a la estrella θ^1 Ori C, una estrella O7V con variabilidad espectral ($P \sim 15$ días) debida al acoplamiento entre rotación estelar y campo magnético. Mientras que otros métodos no lo hacen, el método de Fourier permite inferir una $v \sin i$ para esta estrella compatible con dicho periodo de variabilidad.

2. POSIBLE IMPACTO DE ESTOS RESULTADOS EN SU CAMPO DE ESPECIALIDAD

El desarrollo de los modelos de atmósfera de estrellas masivas en los últimos decadas ha abierto una línea de posibilidades para la determinación de patrones de abundancias en galaxias del Grupo Local, e incluso más allá. Se trata de objetos muy luminosos que pueden ser observados a grandes distancias. Por tanto, la determinación de abundancias estelares se presenta como un método alternativo, y complementario en algunas ocasiones, a aquel referente a la determinación de abundancias mediante el estudio de regiones HII. Durante los últimos años se ha buscado la coherencia de resultados obtenidos mediante ambos métodos, pero no se había hecho un estudio sistemático en el que la comparación se hace con gran detalle y en una misma zona de formación estelar. Este ha sido uno de los hitos de mi tesis.

Por otra parte, puesto que los estudios de la población estelar masiva asociada con galaxias con brotes de formación estelar se basan en ciertas hipótesis referentes, por ejemplo, a las distribuciones de flujos ionizantes de dicha población estelar masiva, y ciertas calibraciones del tipo $M_* - \text{SpT} - T_{\text{eff}}$, es importante comprobar de manera precisa las predicciones de los modelos de atmósfera (ya que los flujos ionizantes estelares no son directamente observables). Los primeros pasos que se han dado en mi tesis hacia esta comprobación, mediante el estudio de casos sencillos bien controlados, son de gran importancia para su aplicación a casos más complejos en los que, por ejemplo, la población estelar no puede ser resuelta, o está oscurecida.

3. FUTURAS LÍNEAS DE ACTUACIÓN

Los trabajos presentados en mi tesis doctoral han permitido asentar las bases para una serie de futuras líneas de actuación, siendo estas bien nuevas, bien continuación de los estudios desarrollados. También me han permitido establecer interesantes colaboraciones, tanto en el ámbito nacional como internacional:

3.1. Estudio de las distribuciones de velocidad de rotación en estrellas masivas. Estudio de la macroturbulencia en estrellas OB

Estoy a punto de mandar un artículo en el que se ha aplicado el método de Fourier a una muestra de estrellas OB, tanto enanas, como gigantes y supergigantes. He pedido tiempo de observación para estudiar la distribución de velocidades de rotación de estrellas masivas en dos cúmulos galácticos.

3.2. Estudio de abundancias estelares en estrellas B asociadas a regiones de formación estelar y comparación con las correspondientes abundancias nebulares y objetos estelares de baja masa

Pretendo ampliar el estudio realizado en la tesis a otras regiones de formación estelar, incluyendo también comparaciones con resultados obtenidos mediante el estudio de objetos de baja masa (en colaboración con E. Martín Guerrero, IAC). También pretendo extender el estudio a otros elementos (N, C, Mg ...).

3.3. Uso de restricciones observacionales nebulares para comprobar la bondad de las predicciones de los códigos de atmósferas estelares de estrellas masivas en términos de la distribución de flujo ionizante. Estudio de las posibles geometrías de regiones HII mediante códigos de fotoionización

Trabajo en proceso. Se estudiarán casos en los que las nebulosas son ionizadas por estrellas con distintos tipos espectrales, desde B1 hasta O7. Establecida colaboración con G. Stasinska (OPM) y C. Morisset (UNAM)

3.4. Ampliación de estudio anterior al rango infrarrojo

Establecida colaboración con D. Schaerer (U. Ginebra) y B. Brandl (U. Leiden) para extender el tipo de estudio anterior al rango IR. Estudio de regiones de formación estelar oscurecidas.

4. PUBLICACIONES DERIVADAS DE LA TESIS

4.1. Publicaciones a revistas con arbitro

- **S. Simón-Díaz**, A. Herrero, C. Esteban & F. Najarro
“Detailed spectroscopic analysis of the Trapezium cluster stars inside the Orion nebula”
2006, A&A, 448, 251
- P. Dufton, R. S. Ryans, **S. Simón-Díaz**, C. Trundle, & D. J. Lennon
“B-type supergiants in the SMC: Rotational velocities and implications for evolutionary models”
A&A (en prensa, astro-ph/0511758)
- **S. Simón-Díaz** & A. Herrero
“Fourier method in the determination of rotational velocities in OB stars”
En preparación
- **S. Simón-Díaz**, C. Esteban et al.
“Photoionization models for the apparently spherical Galactic HII region M43”
En preparación

4.2. Contribuciones a congresos

- **Simón-Díaz, S.**; Herrero, A.; & Esteban C.
“A spectroscopic analysis of the Trapezium Cluster stars”.
PÓSTER
IAU Symposium No. 212: “A massive star odyssey, from Main Sequence to supernova”.
Eds. K. van der Hucht, A. Herrero, C. Esteban. Astronomical Society of the Pacific, p .749
(2003).
- **Simón-Díaz, S.**; Herrero, A.; & Esteban, C.
“The Trapezium stars. Preliminary results on detailed atmosphere modeling”.
PÓSTER
The Eighth México-Texas Conference on Astrophysics: Energetics of cosmic plasmas.
Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica (Serie de Conferencias) Vol. 18, pp. 123-125
(2003).
- García Rojas, J.; **Simón-Díaz, S.**; Esteban, C.; & Herrero A.
“Tailored Photoionization Modeling of the Galactic HII Region S311”.
PÓSTER
JENAM2004: The Many Scales in the Universe. Kluwer Academic Publishers (in press).
- **Simón-Díaz, S.**; Herrero, A.; & Esteban, C.
“Massive Stars and their Interaction with the ISM”.
CONTRIBUCIÓN ORAL
JENAM2004: The Many Scales in the Universe.
- **Simón-Díaz, S.**; Herrero, A.; & Esteban, C.
“Interaction between Massive Stars and the ISM in Galactic HII Regions”.
POSTER
JENAM2004: The Many Scales in the Universe.