

## Desde escalas de pársecs a unidades astronómicas: enfocando la formación de objetos estelares jóvenes de gran masa

Autor: Rubén Fedriani López  
(ruben.fedriani@gmail.com)

Tesis doctoral dirigida por: Alessio Caratti o Garatti, Deirdre Coffey y Tom Ray  
Centro: Dublin Institute for Advanced Studies (DIAS), University College Dublin (UCD)  
Fecha de lectura: 8 de enero de 2020

En esta tesis, he investigado la formación de objetos estelares jóvenes de gran masa y las propiedades de sus chorros protoestelares.

Mi primer capítulo de ciencia es un estudio de las propiedades cinemáticas y dinámicas de la protoestrella de veinte masas solares IRAS13481-6124 (Fedriani et al., 2018). Medí tasas de pérdida de masa y momento de  $10^{-4} M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$  y  $10^2 M_{\odot} \text{ yr}^{-1} \text{ km s}^{-1}$ , respectivamente. Usé líneas de emisión de hidrógeno (HI) para aplicar la técnica de espectro-astrometría. Con ello, exploramos el chorro de la protoestrella masiva a escalas de unidades astronómicas y lo conectamos con el chorro a escalas de pársecs.

En el segundo capítulo de ciencia, estudié el caso único de G35.02-0.74N, una protoestrella de diez masas solares (Fedriani et al., 2019). Observé emisión atómica en el infrarrojo cercano y emisión ionizada en el radio espacialmente coincidente en el chorro. Por primera vez, fue posible medir la fracción de

ionización en un chorro lanzado por una protoestrella masiva. El valor obtenido ( $\sim 10\%$ ) es similar a los encontrados en los chorros lanzados por protoestrellas de poca masa. Esto sugiere un mecanismo común de lanzamiento, esto es, el chorro es lanzado magneto-centrifugalmente. Fue posible medir tasas de pérdida de masa y momento en el orden de  $10^{-5} M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$  y  $10^2 M_{\odot} \text{ yr}^{-1} \text{ km s}^{-1}$ , respectivamente, sin tener que asumir la fracción de ionización. Este estudio también confirma que el mecanismo de ionización está relacionado con los choques en vez de con la radiación ultravioleta proveniente de la estrella. El nuevo método usado en este artículo, el cual combina medidas en el infrarrojo cercano y radio, abre una nueva forma de medir la fracción de ionización en chorros tanto en protoestrellas de poca masa como de gran masa.

Por último, el chorro y el disco de acreción de la protoestrella masiva IRAS11101-5829, que dirige el objeto Herbig-Haro 135/136, fue investigado en el tercer capítulo de ciencia (Fedriani et al., 2020). Encontré emisión del disco por primera vez en este objeto, trazado por la emisión de monóxido de carbono (CO) observado en el infrarrojo cercano a  $2,29\text{-}2,5 \mu\text{m}$ . Usando nuestro propio modelo en Equilibrio Termodinámico Local, inferí que la emisión es consistente con un disco relativamente cálido ( $T \sim 3000 \text{ K}$ ) y denso ( $N_{\text{CO}} \sim 10^{22} \text{ cm}^{-2}$ ). Notablemente, el modelo también sugiere una geometría diferente de la inferida por el chorro, la cual se obtuvo a través del análisis de líneas de emisión espectrales e imágenes. Esto implica que la emisión del disco está reflejada en los muros creados por el chorro. Este enfoque ha sido utilizado por primera vez en esta tesis e indica que para obtener la geometría correcta del sistema se necesitan tanto gran resolución espacial como espectral para evitar la obtención de resultados erróneos.

Los resultados presentados en esta tesis muestran pruebas observacionales adicionales de que la formación de objetos estelares jóvenes de gran masa y sus chorros son una versión escalada de las protoestrellas de poca masa y que estas propiedades se escalan con la masa del objeto central. A la luz de estos resultados, estamos un paso más cerca de confirmar que la formación estelar procede de una manera similar independientemente de la masa.

