

Nuevas ventanas a la población estelar del centro Galáctico: estudios en múltiples longitudes de onda y en el tiempo

Autora: Aurelia Teresa Gallego Calvente

Tesis doctoral dirigida por: Rainer Schoedel

Centro: Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC)

Fecha de lectura: 8 de julio de 2021

El centro de nuestra Galaxia, la Vía Láctea, será siempre de nuestro interés debido a que su proximidad lo convierte en un laboratorio ideal para poder estudiar fenómenos que luego se pueden extrapolar a otras galaxias. Sin embargo, el estar abarrotado de estrellas hace muy difícil su completa observación y, además, el medio interestelar entre la Tierra y el centro Galáctico es opaco para algunas longitudes de onda, como por ejemplo para la luz visible. Por ello, es cada vez más relevante estudiar el Universo a diferentes frecuencias y en diferentes épocas para poner de manifiesto todos sus aspectos.

De entre todos los distintos tipos de estrellas que conocemos, las *estrellas masivas* son de especial interés debido a varios hechos fundamentales. En primer lugar, su alta masa (comúnmente aceptada mayor a ocho veces la masa de nuestro Sol), que hace que tengan una temperatura central muy elevada y, por lo tanto, una gran luminosidad, da lugar a que estas estrellas evolucionen más rápidamente y vivan menos tiempo que las estrellas de menor masa. Excitan y enriquecen químicamente el medio interestelar en el que se encuentran a través de una intensa radiación ionizante, fuertes vientos y, en particular, al morir en una explosión que se determina como “supernova”. Además, dan origen a objetos de alta energía como estrellas de neutrones o agujeros negros.

Por otro lado, y precisamente por su elevada masa, son raras y difíciles de observar ya que cuanto más masiva es una estrella en menor cantidad se encuentra y, al formarse en las regiones más densas de las nubes moleculares, se hallan envueltas por una gran cantidad de polvo y gas molecular durante las fases iniciales de su vida hasta que llegan a la secuencia principal. A través de estudios observacionales se ha demostrado que la tasa de formación estelar por intervalo de masa depende fundamentalmente de la masa. Esta dependencia se conoce como “función inicial de masa” (IMF, por sus siglas en inglés). Pues bien, para masas mayores a una masa solar, la IMF puede aproximarse a una ley de potencias con la masa como base y el exponente, para estrellas masivas y de masa intermedia, igual a -2.35 (IMF de Salpeter). En entornos extremos como es el caso del centro Galáctico, con fuerzas de marea muy intensas, un campo magnético tremendo, temperaturas muy elevadas, enormes turbulencias en el medio interestelar, una densidad estelar muy extrema y una radiación ultravioleta importante, este exponente puede pasar a un valor diferente, como el valor de -1.8 encontrado observacionalmente para el cúmulo de Arches (Hosek et al. 2019), lo que puede indicar que en este entorno se forman relativamente más estrellas masivas que en la vecindad solar.

Otra característica notable que presentan es su alta fracción de multiplicidad, es decir, suelen formar sistemas múltiples (alrededor del 91% de acuerdo con Sana et al. 2014), lo que debe también tenerse en cuenta al analizar su evolución y en el extremo final de la función inicial de masa.

Para estudiarlas, el centro Galáctico es un lugar excepcional por ser el único núcleo galáctico y el entorno de condiciones físicas más extremas que podemos examinar a escalas de milipársecs. Así pues, considerando además que las nubes moleculares en las que se forman se encuentran a distancias mayores a 1 Kpc de nosotros, para estudiar las estrellas masivas necesitaremos instrumentos con la mayor sensibilidad y la mejor resolución posibles.

El objetivo de esta tesis es el estudio de las estrellas masivas pertenecientes a dos de los cúmulos más emblemáticos del centro Galáctico, los cúmulos de Arches y Quintuplet, ambos situados a unos 30 pársecs en proyección de Sagittarius A*, el agujero negro central de la Vía Láctea, utilizando técnicas de muy alta resolución angular radio interferométricas. Estas técnicas nos permiten la observación de objetos lejanos separados por una distancia angular muy pequeña, sintetizando una apertura equivalente a la distancia de separación de pares de antenas, apertura que no sería posible conseguir con un único radio telescopio.

Debido a que la extinción interestelar en esta región es muy elevada, los estudios observacionales de estos dos cúmulos se han visto limitados fundamentalmente a observaciones en el infrarrojo cercano, con espectroscopía y fotometría, por ser el rango óptico prácticamente inaccesible y estar el infrarrojo medio limitado por la resolución angular y/o la sensibilidad de los instrumentos en un enclave muy poblado de estrellas. Dada la baja estadística de observaciones en radio de los vientos ionizados de las estrellas masivas y la existencia de ellas en los cúmulos de Arches y Quintuplet, este trabajo es un nuevo paso hacia la comprensión de este tipo de estrellas y de los cúmulos que las contienen.

Todos los estudios que en la tesis se presentan se han realizado gracias a la utilización del radio interferómetro *Karl G. Jansky Very Large Array* (JVLA) operado por el *National Radio Astronomy Observatory* (NRAO). En este trabajo se ha obtenido: a) un nuevo censo, en ambos cúmulos, del número de estrellas masivas observadas en longitudes de onda de radio centimétricas, b) los flujos y posiciones de las mismas, c) las tasas de pérdida de masa estimadas, d) una valoración de su posible multiplicidad en base al índice espectral calculado, e) una evaluación de la variabilidad y, finalmente, f) una estimación, entre unos ciertos límites, de la edad y/o masa de los cúmulos, así como de la función inicial de masa en base, precisamente, al número de radiofuentes detectadas.

Tesis disponible desde: https://www.iaa.csic.es/sites/default/files/thesis/tesis_iaa_2021_gallegocalvente_aurelia_teresa.pdf