

COSMIC DANCE: un censo completo de regiones de formación estelar cercanas

Autora: Núria Miret Roig

(nuria.miret.roig@univie.ac.at)

Tesis doctoral dirigida por: Hervé Bouy

Centro: Universidad de Burdeos

Fecha de lectura: 17 de diciembre de 2020

Comprender cómo se forman las estrellas y los planetas es una de las cuestiones fundamentales en astronomía. Actualmente se sabe que la mayoría de las estrellas se forman en grupos y el principal mecanismo de formación es el colapso gravitatorio de *cores* protoestelares. Sin embargo, la formación de objetos subestelares, enanas marrones y planetas errantes (planetas no ligados gravitacionalmente a otro cuerpo celeste) es un importante tema de debate actualmente. Distintos mecanismos se han propuesto para explicar la formación de enanas marrones y planetas errantes, por ejemplo, colapso gravitatorio (parecido a las estrellas), eyección de discos (debido a inestabilidades dinámicas) y fotoevaporación (en la cercanía de estrellas muy masivas OB). Sin embargo, la contribución de cada uno de estos mecanismos aún no está establecida.

El objetivo principal de esta tesis es determinar la función de masa, es decir, la densidad de objetos en función de la masa, en distintas regiones para constreñir las teorías de formación estelar. Hemos usado los datos del catálogo *Gaia* DR2 junto con observaciones desde Tierra del proyecto COSMIC DANCE para buscar miembros con alta probabilidad de pertenencia a asociaciones y cúmulos jóvenes. Hemos estudiado el cúmulo IC4665 (30 Ma) y la región de Upper Scorpius (USC) y ρ Ophiuchi (ρ Oph; 1-10 Ma), donde hemos encontrado grandes poblaciones de objetos subestelares que exceden las predicciones de las teorías de colapso gravitatorio. En USC, donde la sensibilidad es superior, hemos podido estimar que la fracción de planetas errantes formados debido a la eyección de

sistemas planetarios es parecida a la fracción de planetas que se podrían haber formado debido al colapso gravitatorio.

La edad es un parámetro fundamental para estudiar la formación y evolución de las estrellas, así como para obtener masas precisas. En esta tesis, hemos actualizado y mejorado una estrategia para estudiar la edad dinámica de asociaciones jóvenes basada en el análisis de órbitas trazadas atrás en el tiempo asumiendo un potencial galáctico. Hemos determinado la edad de la asociación β Pictoris, $18,5 \pm 2,0$ Ma, resultado muy importante para los estudios de planetas y discos alrededor de miembros de la asociación. Esta herramienta está lista para ser aplicada en el futuro a otras regiones como USC y ρ Oph.

Los miembros que hemos encontrado en IC4665, USC y ρ Oph son excelentes candidatos para estudios de discos, exoplanetas, caracterización de enanas marrones y planetas errantes. En esta tesis, hemos presentado un método basado en el estudio de la fotometría infrarroja para identificar discos. Combinando los datos de WISE y *Spitzer*, hemos encontrado seis discos en IC4665 para ser estudiados con profundidad con ALMA o el JWST en el futuro. Las herramientas desarrolladas están listas para ser empleadas en otras regiones como USC y ρ Oph donde esperamos encontrar más discos y podremos estudiar la presencia de discos en enanas marrones y planetas errantes.

Tesis disponible en <http://www.theses.fr/2020BORD0327>

Función de masa de la región de USC y ρ Oph (1-10 Ma) comparada con los modelos analíticos de Chabrier (2005), Thies and Kroupa (2007) y Thies et al. (2015). Las líneas verticales punteadas indican la frontera entre (de izquierda a derecha) planetas, enanas marrones y estrellas, asumiendo una edad de 5 Ma. Las funciones están normalizadas en el rango de masa ($> 1 M_{\odot}$) donde todas tienen una pendiente de Salpeter. El pico de nuestra función de masa observacional está en $0,3-0,5 M_{\odot}$, parecido a la masa característica propuesta por modelos analíticos ($0,25 M_{\odot}$, Chabrier 2005). En el rango de masas subestelares, nuestra función de masa observacional tiene una pendiente compatible con los modelos que consideran varios mecanismos de formación (Thies and Kroupa 2007 y Thies et al. 2015) mientras que los modelos que únicamente consideran la formación mediante core-collapse (Chabrier 2005) subestiman la fracción de planetas errantes encontrados por nuestras observaciones. Nuestro resultado, por tanto, indica que los objetos subestelares no se forman únicamente mediante core-collapse sino que hay otros mecanismos en juego como la eyección de sistemas planetarios.

