



el "Moby Dick" de...

...Emilio J. Alfaro (IAA)

"Las siete cabrillas"



Astrónomo del IAA-CSIC, donde dirige el grupo de Sistemas Estelares. Su línea de investigación se centra en el estudio de los procesos de formación estelar a diversas escalas y su conexión con la estructura espacial y cinemática de los diferentes sistemas. Muy comprometido con la divulgación científica y la enseñanza de la física en todas sus vertientes.

Las estrellas dibujan en el cielo formas que hemos asociado a nuestros anhelos, frustraciones, historias y dioses bajo la palabra constelaciones. Salvo la Vía Láctea, definida por un abigarramiento estelar, las estrellas salpican la bóveda celeste con una distribución aleatoria. Pero si en las límpidas y negras noches de invierno miramos hacia la constelación de Tauro podremos contemplar siete estrellas con una apariencia difusa que forman un pequeño agrupamiento, como un pequeño rebaño de brillantes animales, y que son conocidas como las siete cabrillas. Sí, mi Moby Dick es un rebaño de cabras o, mejor dicho, este rebaño es representativo de un conjunto de agrupamientos estelares que presentan características físicas muy bien definidas y que se conocen como cúmulos estelares, y a cuyo estudio llevo dedicando la mayor parte de mi carrera científica.

Un cúmulo estelar es un conjunto de estrellas unidas por la fuerza de la gravedad que han nacido de la misma nube de materia interestelar, en un único brote de formación estelar y que, por lo tanto, comparten la misma edad, composición química y movimiento, y están localizadas en un pequeño volumen espacial cuyo diámetro es muy inferior a la distancia que nos separa del Sol. Esto los convierte en laboratorios ideales para el análisis y estudio de numerosos problemas astronómicos. Al tener la misma edad, composición química y distancia, la distribución de su población estelar en un diagrama H-R* solo viene controlada por la masa inicial de estos objetos y el lugar geométrico de los miembros del cúmulo en este diagrama dibuja una línea fiducial que se denomina isócrona (ver imagen). El análisis comparativo de estos diagramas empíricos con los obtenidos a partir de modelos de evolución estelar permite, por un lado, determinar los parámetros físicos del cúmulo y, por otro, afinar la física de los interiores estelares; los cúmulos de nuestra Galaxia han sido y son el mejor banco de pruebas de la validez de nuestros modelos evolutivos y sus simulaciones.

Un final conocido

La vida de un cúmulo estelar es procelosa. Sabemos que en algún momento de su vida, dependiendo de las condiciones iniciales de

su nacimiento y del entorno galáctico donde este tuvo lugar, esa concentración estelar se difundirá dentro de la Galaxia alimentando el entramado de estrellas que dibujan nuestra Vía Láctea. Su tiempo de vida como agrupamiento depende de un balance energético entre el potencial gravi-

los estelares nacen del colapso gravitatorio de las nubes moleculares, de la ruptura del equilibrio hidrostático del gas propiciado por la victoria de la gravitación en un pequeño núcleo de la nube que conlleva la contracción de los núcleos más densos y la separación de la nube entre núcleos proto-



tatorio del cúmulo y la energía cinética de sus miembros, pero con un final ya sabido: el cúmulo tarde o temprano desaparecerá, porque la evolución dinámica de estos agrupamientos siempre está abocada a incrementar su energía cinética y, por lo tanto, a romper ese frágil equilibrio energético difundiendo sus estrellas en su entorno galáctico. ¿Podemos entonces conocer el destino de un cúmulo estelar, su tiempo de vida y su tasa de destrucción, conociendo la distribución en el espacio de fase de sus estrellas miembros, es decir, las seis componentes de su posición y velocidad para cada estrella del cúmulo? En principio sí, si el cúmulo estuviera aislado o su interacción con la Galaxia estuviera únicamente definida por la fuerza de marea del potencial gravitatorio galáctico, pero una de las causas principales de la ruptura de los cúmulos estelares es su encuentro con las grandes nubes moleculares, principalmente concentradas en los brazos espirales pero con una distribución espacial muy lejos de poder ser descrita por un modelo analítico simple.

La nube estelar madre

Pero volvamos a su nacimiento. Los cúmu-

estelares y un remanente de gas cuya proporción en masa, relativa a la masa inicial del gas, va a tener mucho que ver con su supervivencia en esos primeros millones de años de edad que circunscriben su infancia. Si las estrellas nacen de la perturbación de una nube de gas y su posterior colapso, ¿podemos, conociendo las propiedades físicas de la nube, predecir las características fundamentales del cúmulo estelar naciente? Ese es el objetivo deseado, la formulación de una teoría predictiva de la formación estelar. Por ahora estamos lejos de ese objetivo aunque el avance en dos direcciones bien diferenciadas nos hace ser moderadamente optimistas. Por un lado la resolución de sistemas dinámicos con gran número de componentes está sufriendo una considerable aceleración gracias al desarrollo de los medios de cálculo y, por otro, las observaciones en todo el rango espectral están revelando leyes empíricas que constriñen los modelos propuestos y establecen ligaduras a las posibles soluciones teóricas. Y en esas estamos, en evaluar la universalidad de esas leyes y su grado de aplicación a los procesos de formación y destrucción de estos objetos. ¡¡Por allí resopla!!

*Un diagrama H-R (Herpruntz-Russell) tiene como abscisa la temperatura superficial de la estrella y como ordenada su luminosidad.