

Globular clusters as tracers of the hierarchical formation of the Milky Way

Autor: Julio A. Carballo Bello
(jcarball@das.uchile.cl)

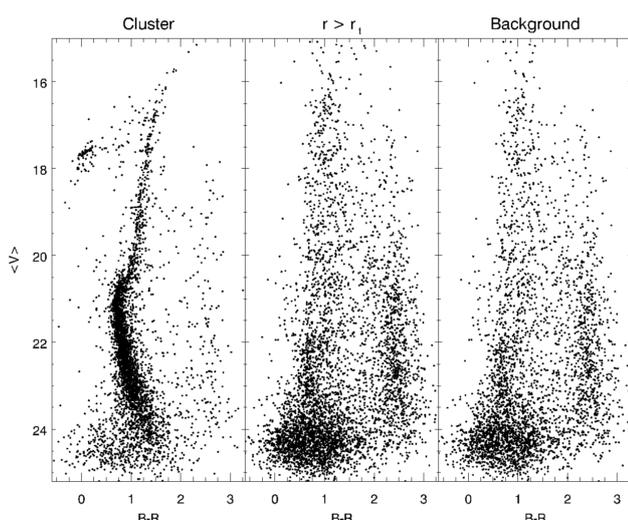
Tesis doctoral dirigida por: David Martínez Delgado y Ramón García López

Centro: Instituto de Astrofísica de Canarias / Universidad de La Laguna

Fecha de lectura: 22 de junio de 2012

En el escenario de formación de galaxias basado en el modelo de materia oscura fría, una importante fracción de las galaxias que observamos hoy en día fueron formadas mediante la asimilación o fusión de sistemas estelares menores, muy similares a las actuales galaxias enanas del Grupo Local. En la Vía Láctea, y más concretamente en su halo, se encuentran multitud de subestructuras que son consideradas pruebas directas de la formación jerarquizada de galaxias. A su vez, el sistema galáctico de cúmulos globulares parece estar formado por dos poblaciones bien diferenciadas, denominadas "vieja" y "joven", donde ésta última engloba a aquellos elementos formados en sistemas protogalácticos que fueron posteriormente acretados, pasando a formar parte del halo galáctico. En este escenario, se espera que parte de los cúmulos globulares galácticos se encuentren rodeados por los restos de sus galaxias progenitoras en forma de corrientes de marea o en una distribución mucho más dispersa. El identificar los cúmulos en la Vía Láctea que han sido acretados y aquellos que se formaron en la propia galaxia ha sido una importante línea de investigación en el campo de cúmulos estelares en los últimos años. El objetivo de esta tesis ha sido localizar nuevas secciones de corrientes de marea ya conocidas

o descubrir nuevos sistemas estelares alrededor de cúmulos globulares en la Vía Láctea. Con este objetivo, hemos diseñado un estudio observacional de una muestra de 24 de estos sistemas situados entre 10 y 40 kpc respecto al centro de la galaxia, representando 2/3 de los globulares en este rango de distancia. Las observaciones se llevaron a cabo utilizando los instrumentos Wide Field Camera y Wide Field Imager situados en los telescopios Isaac Newton (Roque de los Muchachos, La Palma) y el ESO2.2m (La Silla, Chile) respectivamente. Estos instrumentos nos permitieron estudiar áreas más amplias alrededor de cada cúmulo con fotometría profunda, así como la obtención de una base de datos sin precedentes de observaciones de gran campo de este tipo de sistemas. En nuestros resultados, detectamos la presencia de poblaciones estelares subyacentes alrededor de una fracción significativa de nuestros cúmulos, manifestándose como sobredensidades en los diagramas color-magnitud observados en comparación con los obtenidos mediante modelos de poblaciones estelares de la Vía Láctea (ver figura adjunta como ejemplo). Debido a su coincidencia espacial, asociamos la mayoría de estas detecciones con subestructuras conocidas del halo galáctico con modelos teóricos disponibles. Basándonos en los resultados de este trabajo, sugerimos que al menos 1/4 del sistema de cúmulos globulares del halo galáctico se formó en pequeños fragmentos posteriormente acretados hacia el halo galáctico. Es interesante que nuestros candidatos a cúmulo acretado no incluyen sólo a aquellos sistemas clasificados como miembros del halo joven, al contrario de lo establecido por el escenario clásico de globulares viejos/jóvenes. Hemos encontrado que 3 cúmulos globulares son compatibles en posición con la corriente de marea generada por la destrucción de la galaxia enana esferoidal de Sagitario, que se encuentra rodeando a la Vía Láctea en una órbita prácticamente polar. Además, hemos desvelado la presencia de restos de marea asociados con esta corriente en los alrededores de otros 5 cúmulos globulares, pero a una distancia diferente en la dirección radial. Por lo tanto, incluyendo los cúmulos previamente asociados por otros trabajos, la corriente de marea de Sagitario ha contribuido con 8-12 cúmulos al sistema galáctico de cúmulos globulares, lo que significa que esta galaxia habría sido el miembro del Grupo Local que más eficientemente ha formado globulares, teniendo en cuenta su frecuencia específica ($22 < S_N < 33$), más elevada que la de las galaxias espirales ($S_N < 2$) y sólo comparable a la galaxia enana de Fornax ($S_N = 29$). Otros cúmulos de nuestra muestra están rodeados por una población subyacente probablemente asociada con el anillo de Monoceros a baja latitud galáctica y al menos 3 de estos sistemas son compatibles en posición con esta subestructura. La confirmación de este resultado supondría la primera asociación observacional de cúmulos globulares con Monoceros, lo que indicaría que este anillo se generó por la destrucción de una galaxia menor y no por la distorsión del disco galáctico. Ya que necesitábamos un criterio para separar el contenido estelar de los cúmulos globulares del resto del campo observado, hemos derivado perfiles radiales para estos sistemas incluyendo las regiones más externas, que habitualmente han sido poco exploradas en comparación con el área central. Nuestros resultados sugieren que los modelos dinámicos de King, que se han utilizado de forma generalizada para estudiar estos sistemas estelares, no son capaces de reproducir las regiones externas de los perfiles radiales obtenidos que, en algunos casos, incluyen áreas observadas por primera vez durante este trabajo. El radio de marea clásico, r_t , es al menos un ~40% mayor que los valores obtenidos previamente (basados en perfiles radiales incompletos) y una ley de potencias parece ser una mejor representación para al menos 2/3 de los perfiles observados. La pendiente de esta función (γ) es utilizada para clasificar los cúmulos globulares en dos categorías bien diferenciadas: aquellos que presentan un perfil más plano y una densidad elevada ($\gamma < 4$; no afectados por marea) y los cúmulos de baja densidad con perfiles radiales más pronunciados ($\gamma > 4$; afectados por marea). En este trabajo, proponemos que γ podría ser utilizado como un indicador del estado evolutivo de un cúmulo globular y podría proporcionarnos pistas acerca de su origen.



Ejemplo de diagrama color-magnitud obtenido para el cúmulo globular NGC5634 (izquierda), la región que lo rodea más allá de su radio de marea (panel central) y la región de densidad estelar constante indicada por su perfil radial (derecha). En este caso, la detección de la secuencia principal y posiblemente rama de subgigante asociadas con la presencia de la corriente de Sagitario en los alrededores de este cúmulo, se manifiesta como una sobredensidad en la región del diagrama con $V > 22$ y $B-R \sim 0.8$.