

Formación y evolución de cúmulos globulares en un entorno cosmológico

Autora: Marta Reina-Campos

Tesis doctoral dirigida por:

J. M. Diederik Kruijssen

Centro: Astronomisches Rechen-Institut
- Zentrum fuer Astronomie, Ruprecht-Karls-
Universitaet of Heidelberg

Fecha de lectura: 22 de octubre de 2020

Los cúmulos estelares son grupos de estrellas ligadas gravitacionalmente y pueden ser encontrados en una gran variedad de entornos galácticos. Se observan tanto cúmulos jóvenes que se están formando en los discos gaseosos de las galaxias Antena, como poblaciones de cúmulos globulares viejos que, en la Vía Láctea, se encuentran preferentemente en el halo estelar. Esto nos sugiere que la evolución de estos objetos tan curiosos puede estar ligada a la evolución de su galaxia anfitriona.

Esta tesis explora la formación y evolución de cúmulos estelares en un entorno cosmológico. Para ello, primero desarrollamos modelos analíticos que describen cómo el entorno galáctico es capaz de moldear la demografía de estos objetos. El primer modelo permite determinar la masa máxima en la formación de un cúmulo estelar, partiendo de una galaxia en equilibrio hidrostático con rotación diferencial. En este modelo encontramos que, para poder reproducir los datos observacionales, resulta crucial incluir la posible destrucción de la nube de gas debido al feedback estelar. El segundo modelo que exploramos describe la cantidad de masa perdida por un cúmulo debido a choques de marea con grandes nubes de gas. Para ello, por primera vez tenemos en cuenta que choques sucesivos desde un mismo eje alinean las velocidades de las estrellas, y esto facilita que los cúmulos pierdan masa

más rápido que si los choques son aleatorios.

En la segunda parte de esta tesis usamos un conjunto de simulaciones cosmológicas e hidrodinámicas del proyecto E-MOSAICS para estudiar en detalle la formación y evolución de estos objetos a la par que se forman y evolucionan sus galaxias anfitrionas. Con estas simulaciones, que representan galaxias con masas parecidas a la Vía Láctea, podemos estudiar cuándo se forman los cúmulos estelares y cuánta masa pierden durante casi 14 giga años de evolución. Los cúmulos globulares presentes en estas simulaciones se formaron principalmente hace entre 8 y 13 giga años, con los objetos con menor cantidad de metales formándose primero. Además, encontramos que los cúmulos más grandes eran solo entre dos y cinco veces más masivos en el momento en el que se formaron que actualmente. Esto impone restricciones a modelos teóricos que intentan explicar el origen de las diferentes poblaciones estelares que han sido observadas de manera ubicua en multitud de cúmulos globulares. Por último, usamos estas simulaciones también para estimar la contribución de la masa de cúmulos estelares al crecimiento de halos estelares.

Finalmente, en la tercera parte de esta tesis describimos los modelos numéricos incluidos en el proyecto EMP-Pathfinder. Este representa la nueva generación de simulaciones cosmológicas capaces de seguir la coformación y evolución de galaxias con sus poblaciones de cúmulos estelares en un entorno cósmico, a la par que describe la componente fría y densa del gas interestelar. Incluir esta componente del gas es esencial para poder modelar las nubes frías y densas donde se forman los cúmulos más masivos, y que dominan la evolución de los cúmulos debido a los choques de marea que generan.

De todos estos estudios se desprende que los cúmulos estelares están estrechamente ligados a sus entornos cósmicos, lo que implica que es necesario describir en detalle casi 14 giga años de evolución para entender las poblaciones de cúmulos que se pueden observar en el Universo Local.

Tesis disponible en: <https://katalog.ub.uni-heidelberg.de/>

Historia de formación estelar promedio (izquierda) e historia de formación de cúmulos globulares promedio (derecha) usando diferentes cortes en metalicidad en las 25 simulaciones cosmológicas del proyecto E-MOSAICS (Reina-Campos et al. 2019). Los cúmulos globulares se forman principalmente hace entre 8 y 13 giga años, con los objetos con menor cantidad de metales formándose primero.

