

Como evoluem as populações estelares na Via Láctea? Prof. Mateus Angelo e colaboradores publicam estudo mais recente sobre o tema.

Fonte: prof. Dr. Mateus de Souza Angelo

Estrelas são os componentes mais fundamentais do Universo. Por apresentarem condições extremas de temperatura e pressão nos seus núcleos, elas são capazes de “fabricar”, a partir da fusão termonuclear, elementos químicos mais pesados (maior número atômico) a partir de elementos mais leves. No interior do Sol, por exemplo, onde ocorre a fusão de átomos de Hidrogênio em Hélio, as temperaturas chegam a 10 milhões de graus Celsius.

As estrelas possuem um tempo de vida limitado, cuja duração depende de sua massa: as mais massivas evoluem mais rapidamente em relação às de menor massa (nosso Sol, por exemplo, tem uma idade estimada em 5 bilhões de anos e deverá viver por mais 5 bilhões de anos). Ao final de sua vida, as estrelas passam por instabilidades internas produzidas pelo esgotamento de seu combustível nuclear, levando a um rearranjo de sua estrutura termodinâmica. Como resultado, parte do material processado pela estrela ao longo de sua vida é ejetado para o meio externo na forma de explosões do tipo supernovas ou gigantes planetárias, enriquecendo quimicamente o meio externo com elementos químicos mais pesados.

Ao que tudo indica, a grande maioria das estrelas (ou mesmo todas) nascem em grupos contendo centenas ou milhares delas, a partir do colapso gravitacional de uma nuvem progenitora (contendo basicamente Hidrogênio, Hélio e uma pequena fração de outros elementos químicos). Esse colapso da nuvem não é homogêneo, de forma que há formação de núcleos densos de matéria que aquecem até atingirem temperaturas elevadas o suficiente para a ignição (fusão nuclear) dos elementos químicos, dando origem a um agrupamento estelar. Esses agrupamentos contendo, portanto, estrelas de mesma idade, composição química e fisicamente próximas uma das outras recebem o nome de aglomerados de estrelas. Um exemplo é o aglomerado NGC 2439 (Figura 1), estudado pelo nosso grupo de pesquisa.

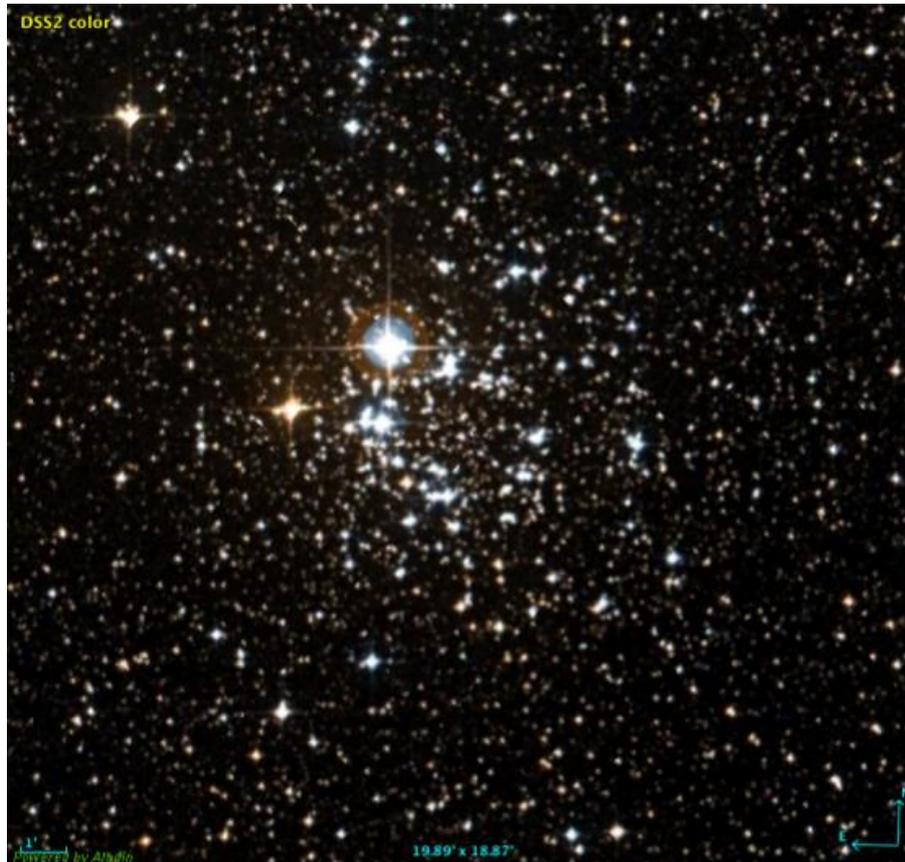


Figura 1: Aglomerado de estrelas NGC 2439. A imagem foi obtida do Digitized Sky Survey, cobrindo uma região de 20 x 20 minutos de arco no céu, localizado na direção da constelação de Pupis, no hemisfério Sul. Esse agrupamento estelar está a uma distância da ordem 11 mil anos-luz do sistema solar.

Surge então a pergunta: se a maioria das estrelas se forma em grupos, por que, ao olharmos para o céu, vemos as estrelas "espalhadas" na esfera celeste? O que ocorre é que, ao longo de suas vidas (milhões ou bilhões de anos), os aglomerados estelares sofrem a ação de efeitos destrutivos internos e externos que vão, aos poucos, removendo estrelas do agrupamento; essas estrelas removidas passam então a fazer parte do que chamamos de campo geral da Galáxia, ou seja, as estrelas vão se espalhando pelo céu ao longo do tempo.

Ao longo da vida da nossa Galáxia (idade estimada em 10 bilhões de anos), inúmeros aglomerados estelares já nasceram e se dissolveram, outros encontram-se atualmente em processo de formação e outros em processo de dissolução. Como existem muitos

aglomerados catalogados, o estudo dessas estruturas permite: 1) compreender com mais precisão o processo de evolução das estrelas individualmente e 2) compreender a estrutura e evolução da nossa Galáxia.

O processo de dissolução dos aglomerados estelares ainda carece de estudos mais profundos. Há na literatura muitos estudos teóricos envolvendo simulações computacionais de agrupamentos estelares, mas poucos trabalhos envolvendo dados experimentais/observacionais. E é justamente nessa linha observacional que o nosso trabalho se enquadra. Em nosso artigo mais recente (Angelo, Corradi, Santos Jr., Maia e Ferreira 2020), publicado no periódico britânico *Monthly Notes of the Royal Astronomical Society (MNRAS)*, analisamos uma amostra de 65 aglomerados estelares localizados em diferentes regiões de nossa Galáxia e a diferentes distâncias do sistema solar. Foram utilizados dados de alta precisão coletados pelo satélite GAIA (operado pela Agência Espacial Européia, ver Figura 2) e um algoritmo estatístico para tratamento de dados astronômicos desenvolvido pelo prof. Mateus Angelo (a metodologia encontra-se descrita no artigo intitulado "Investigating dynamical properties of evolved Galactic open clusters", publicado em 2019 no periódico europeu *Astronomy & Astrophysics*).

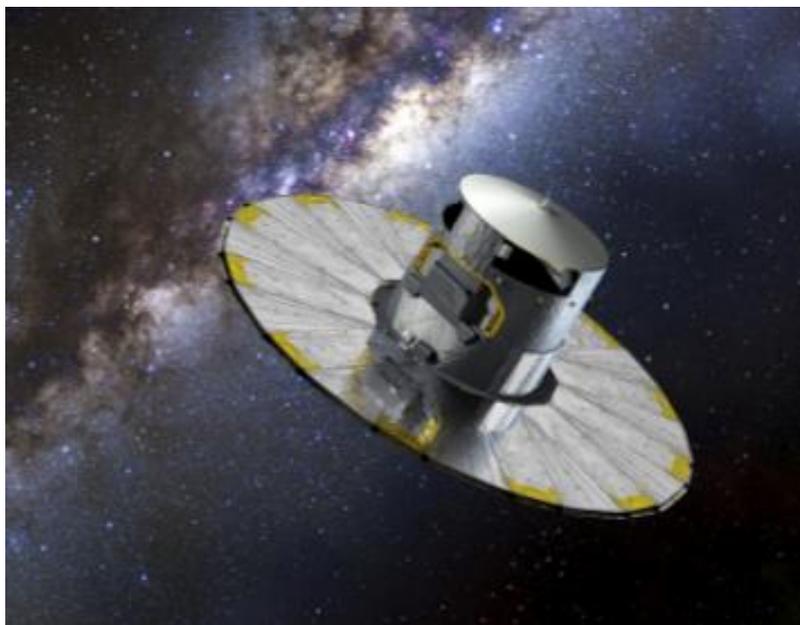


Figura 2: Satélite GAIA (Agência espacial européia, 2013.)

Dentre as principais contribuições, pudemos verificar que as regiões internas dos aglomerados estelares se tornam mais compactas na medida em que o sistema evolui no tempo, devido à

concentração preferencial de estrelas de maior massa nas porções centrais do sistema. Essas regiões centrais são essencialmente imunes à influência gravitacional do restante da Galáxia. Também pudemos notar que os aglomerados estelares mais compactos tendem a sobreviver por mais tempo em comparação com os objetos menos compactos, mantendo suas estrelas membro gravitacionalmente coesas por longos períodos de tempo (podendo chegar a bilhões de anos). Notamos também que estrelas de massa mais baixa são preferencialmente evaporadas do sistema. Também pudemos concluir que as condições iniciais de formação das estrelas do aglomerado influenciam decisivamente na sobrevivência dos aglomerados ao longo do tempo.

Essas descobertas servirão de base para simulações teóricas que tenham como objetivo descrever os processos físicos que determinam a evolução dos aglomerados estelares na Via Láctea, desde sua formação até sua dissolução.

Link para o artigo:

<https://arxiv.org/abs/2010.04825>

Monthly Notes of the Royal Astronomical Society é um dos principais periódicos de astronomia e astrofísica com circulação mundial, sendo também um dos mais antigos (fundado em 1827).