


Estrelas que o vento apagou

Gás soprado por explosões estelares
interrompeu crescimento de galáxias anãs

Igor Zolnerkevic

Fornax, no
alto da página:
uma das 26
galáxias anãs
que orbitam
a Via Láctea



Há algo misterioso sobre a evolução das galáxias anãs. Os astrônomos observam um número muito menor desses pequenos aglomerados de estrelas do que prevê a teoria atual de como o Universo se formou a partir de uma explosão ocorrida há 13,7 bilhões de anos, o Big Bang. Por essa razão, acredita-se que ou há algo de errado com essa teoria – opção cada vez menos aceita pelos especialistas –, ou algo aconteceu durante a formação dessas galáxias que as deixou tão vazias de estrelas que nem os mais poderosos telescópios conseguem observá-las.

Em um trabalho recém-aceito para publicação na revista *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, um grupo de astrônomos brasileiros apresenta resultados que fortalecem a segunda hipótese e detalham um possível mecanismo que teria impedido algumas galáxias anãs de produzirem estrelas em abundância. Por meio de simulações de computador, Diego Falceta-Gonçalves, da Universidade de São Paulo (USP), e Luciana Ruiz, Gustavo Lanfranchi e Anderson Caproni, da Universidade Cruzeiro do Sul (Unicsul), propõem que uma série de explosões es-

telares ocorridas no início da formação das galáxias anãs teria expulsado delas quase todo o gás que serviria para gerar novas estrelas. Como consequência, elas se tornariam quase despovoadas.

Embora tenham ocorrido há mais de 13 bilhões de anos, pouco após a criação do Universo, essas explosões estelares podem ter deixado traços – diferenças na concentração de elementos químicos dentro e fora das galáxias – que podem ser verificados por meio de observações astronômicas e contribuir para confirmar ou refutar o modelo. “Nosso trabalho explica o que pode ter ocorrido tanto no interior da galáxia anã como entre os aglomerados de galáxias”, diz Lanfranchi.

As galáxias anãs existem em todo o Universo, orbitando galáxias maiores, como a nossa, a Via Láctea. Em geral, elas possuem centenas de milhões de estrelas – cerca de 0,1% do total encontrado na Via Láctea. Algumas ainda contêm gás e se mantêm capazes de gerar novas estrelas. Mas a maioria abriga apenas um grupo de estrelas velhas. Na Ursa Menor, uma das galáxias anãs que orbita a Via Láctea, por exemplo, a última estrela nasceu 9 bilhões de anos atrás.

De acordo com a teoria cosmológica corrente, segundo a qual o Universo nasceu há 13,7 bilhões de anos a partir de uma explosão inicial e vem expandindo desde então, as galáxias anãs foram os primeiros aglomerados de estrelas a se formar, em torno de 300 milhões de anos após o Big Bang. Galáxias maiores, do porte da Via Láctea, só começariam a surgir 1 bilhão de anos depois. Os astrônomos ainda debatem se as galáxias maiores surgiram da aglutinação de anãs ou se cresceram independentemente delas. Mas todos acreditam que as galáxias, grandes ou pequenas, nasceram do gás acumulado em regiões do espaço onde a matéria escura se concentrou.

A matéria escura é uma substância invisível e de identidade ainda desconhecida. Ela permeia todo o espaço e só é percebida pela influência gravitacional que exerce no movimento de estrelas e galáxias. Pelas observações cosmológicas, deve existir de cinco a nove vezes mais matéria escura do que matéria normal no Universo. E as simulações computacionais baseadas na teoria do Big Bang sugerem que as galáxias maiores se formaram justamente nas regiões em

que uma quantidade maior de matéria escura se aglomerou, os chamados halos.

Essas simulações também mostram que cada um desses grandes halos de matéria escura é cercado de uma constelação de centenas de halos menores, que, em princípio, deveriam originar galáxias anãs. Mas em vez de centenas, foram observadas apenas 26 delas orbitando a Via Láctea. “De acordo com as observações e as simulações, deve haver centenas de halos de matéria escura que não formaram quase nenhuma estrela”, comenta Lanfranchi.

Outro mistério a respeito das galáxias anãs é que a proporção entre a matéria normal e a escura é muito diferente daquela observada nas galáxias maiores. A massa do halo de matéria escura que envolve a Via Láctea é 10 vezes maior que a massa total de suas estrelas. Já as galáxias anãs estudadas têm de 20 até 3,4 mil vezes mais matéria escura que massa estelar. “Por alguma razão, foram formadas proporcionalmente muito menos estrelas nas galáxias anãs do que na Via Láctea”, diz Gonçalves.

Para esclarecer o passado das galáxias anãs, vários grupos de astrofísicos vêm desenvolvendo simulações de como teria evoluído a concentração inicial de gás e matéria escura que as originou. Todos os trabalhos sugerem que os protagonistas dessa história são as supernovas – as explosões que marcam o fim da vida de estrelas com massa muito elevada, dezenas de vezes maior que a do Sol. Segundo os modelos teóricos, as primeiras supernovas formadas nessas galáxias teriam transferido tanta energia para o gás no interior desses aglomerados de estrelas que terminaram por expulsá-lo para o meio intergaláctico. E, sem gás, a formação estelar teria sido interrompida.

Nenhuma simulação até agora, porém, havia chegado a um nível de detalhe suficiente para explicar exatamente como esse gás escaparia nem em que quantidade e em qual estágio da evolução galáctica. Os astrônomos brasileiros aceitaram então o desafio de simular o primeiro bilhão de anos das galáxias anãs da maneira mais realista possível, usando um

código computacional desenvolvido pelo astrofísico polonês Grzegorz Kowal, da USP. Nas simulações os pesquisadores avaliaram 11 cenários possíveis para a evolução dessas galáxias, variando parâmetros como a distribuição de matéria escura e a taxa de formação de supernovas. Eles também levaram em conta detalhes como o surgimento aleatório das supernovas em várias regiões da galáxia e a quantidade de energia das explosões convertida em calor ou luz.

VENTOS UBÍQUOS

Apesar de controlarem os parâmetros de suas simulações, os pesquisadores não tinham como saber o resultado de antemão. “Conseguimos determinar quão rápido as galáxias perdem gás, dependendo de sua massa, da distribuição de matéria escura e da taxa de formação de supernovas”, explica Gonçalves.

Em todos os cenários, as simulações mostraram que as supernovas criam ventos que começam a expelir o gás da galáxia 100 milhões de anos após seu

A estrutura do Universo

Uma explosão de alta energia ocorrida há 13,7 bilhões de anos, o Big Bang, originou o Universo, que, à medida que se expandiu e resfriou, organizou a matéria visível em átomos, estrelas, galáxias e aglomerados de galáxias



A simulação abaixo mostra como a matéria escura (pontos brilhantes), uma forma de matéria invisível que permeia o Universo e interage com matéria comum por meio da gravidade, teria evoluído após o Big Bang em uma região ao redor da Via Láctea



Como as galáxias anãs perdem gás

Bolhas de gás aquecido e menos denso flutuam sobre o gás mais frio e denso rumo ao meio intergaláctico



Nas simulações, até 40% do gás aquecido pelas explosões de supernovas escapou da galáxia em menos de 200 milhões

nômeno é que a composição do gás que sai das galáxias anãs não é a mesma do gás primordial, composto por elementos químicos leves (hidrogênio e hélio), os primeiros a surgirem no Universo. O gás que escapa é enriquecido com elementos químicos mais pesados, criados nas explosões das supernovas.

“Esses resultados são interessantes e devem ser confrontados com observações para verificar se a teoria está correta”, afirma o astrofísico Reinaldo de Carvalho, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, estudioso da evolução das galáxias. Os pesquisadores esperam encontrar evidências do que ocorreu com as galáxias anãs ao investigar a composição química de suas estrelas. Para isso, estão analisando uma galáxia anã, a Urso Menor. Eles planejam comparar as conclusões com a composição do meio intergaláctico, para onde teriam sido expelidos os elementos químicos mais pesados. ■

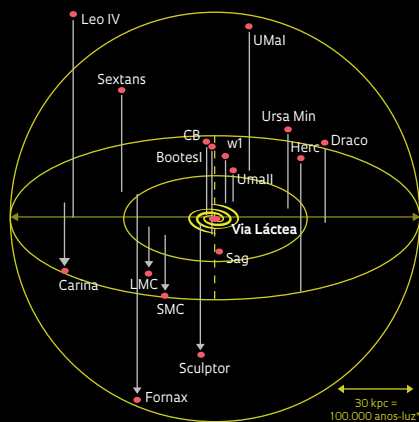
nascimento. No caso mais extremo, 88% do gás foi eliminado em 1 bilhão de anos. “A maioria dos halos acaba com poucas estrelas e se tornam invisíveis”, conta o pesquisador. “As galáxias que observamos hoje se formaram nos cenários em que o vento foi mais brando.”

Os pesquisadores imaginavam que o gás aquecido pelas supernovas superasse a atração gravitacional e escapasse da galáxia por ser impulsionado com muita energia, como um foguete lançado rumo ao espaço. Mas descobriram que não era sempre assim. De 5% a 40% do gás aquecido pelas explosões escapava em menos de 200 milhões de anos, mesmo sem energia para vencer a gravidade, ao flutuar no gás mais frio e mais denso a sua volta. “É mais como uma bexiga cheia de hélio, que sobe sozinha, sem ser lançada”, explica Gonçalves.

Esse fenômeno, conhecido como instabilidade de Rayleigh-Taylor, é o mesmo responsável pela elevação de gás quente em forma de cogumelo de uma explosão de bomba atômica. Na simulação dos brasileiros, as supernovas criam bolhas de gás quente ao seu redor, que migram para as camadas mais externas e frias da galáxia, se expandindo e se fundindo, formando canais por onde o gás escapa. Uma consequência importante desse fe-

Velhas companheiras

As galáxias se formam nas regiões com maior concentração de matéria escura. Em cada ponto ao redor do aglomerado principal, que originou a Via Láctea, deveria haver uma galáxia anã, mas só se observam 26 (ver as principais acima)



Os projetos

1. Campos magnéticos, turbulência e efeitos de plasma no meio intergaláctico – nº 2011/12909-8;
 2. Estudo numérico de plasmas magnetizados collisionais e não collisionais em astrofísica – nº 2009/10102-0;
 3. Aplicação de modelos teórico-computacionais em astrofísica – nº 2006/57824-1.
- Modalidade:** 1. e 2. Linha Regular de Auxílio a Projeto de Pesquisa; 3. Jovem Pesquisador.
- Coordenador:** 1. e 2. Diego Falceta Gonçalves – USP; 3. Gustavo Amaral Lanfranchi – Unicsul.
- Investimento:** 1. R\$ 151.676,28 (FAPESP); 2. R\$ 108.750,89 (FAPESP); 3. R\$ 171.39 5,05 (FAPESP)

Artigo científico

RUIZ, L. O. *et al.* The mass loss process in dwarf galaxies from 3D hydrodynamical simulations: the role of dark matter and starbursts. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society.** No prelo.