


Las estrellas que el viento apagó

El gas emitido por explosiones estelares
bloqueó el crecimiento de galaxias enanas

Igor Zolnerkevic

PUBLICADO EN ENERO DE 2013

Fornax, en el
borde superior
de la página:
una de las 26
galaxias enanas
que orbitan la
Vía Láctea



Existe algo misterioso en la evolución de las galaxias enanas. Los astrónomos observan una cantidad mucho menor de esos pequeños conglomerados de estrellas que la prevista por la actual teoría de formación del Universo, a partir de una explosión ocurrida hace 13.700 millones de años, el Big Bang. Por esa razón, se considera que en esa teoría hay algo erróneo –una opción cada vez menos aceptada por los expertos–, o algo sucedió mientras se formaban esas galaxias, que las dejó tan escasas de estrellas que ni siquiera con los más poderosos telescopios se logra observarlas.

En un trabajo recientemente aceptado para su publicación en la revista *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, un grupo de astrónomos brasileños expone resultados que abonan la segunda hipótesis y describen un posible mecanismo que les habría impedido a algunas galaxias enanas producir estrellas en abundancia. Mediante simulaciones en computadora, Diego Falceta-Gonçalves, de la Universidad de São Paulo (USP), y Luciana Ruiz, Gustavo Lanfranchi y Anderson Caproni, de la Universidad Cruzeiro do Sul (Unicsul), plantean que una serie de explosiones estelares ocurridas en el comienzo de la formación de las galaxias enanas habría expulsado de ellas casi todo el gas que serviría para

generar nuevas estrellas. Por consiguiente, quedaron casi deshabitadas.

Aunque hayan ocurrido hace más de 13 mil millones de años, poco después de la creación del Universo, esos estallidos estelares pueden haber dejado rastros –diferencias en la concentración de elementos químicos dentro y fuera de las galaxias– que pueden verificarse mediante observaciones astronómicas y contribuir para confirmar o refutar el modelo. “Nuestro trabajo explica lo que podría haber ocurrido, tanto en el interior de la galaxia enana como entre los conglomerados de galaxias”, dice Lanfranchi.

Las galaxias enanas existen en todo el Universo, orbitando galaxias mayores, tales como la nuestra, la Vía Láctea. En general, poseen centenares de millones de estrellas, alrededor del 0,1% del total hallado en la Vía Láctea. Algunas todavía poseen gas y son capaces de generar nuevas estrellas. Pero la mayoría alberga tan sólo un grupo de viejas estrellas. En la Osa Menor, una de las galaxias enanas que orbitan la Vía Láctea, por ejemplo, la última estrella nació hace 9 mil millones de años.

Según la teoría cosmológica corriente, en virtud de la cual el Universo nació hace 13.700 millones de años a partir de una explosión inicial y se expande desde entonces, las galaxias enanas fueron

los primeros cúmulos de estrellas que formaron, alrededor de 300 millones de años después del Big Bang. Las galaxias mayores, del tamaño de la Vía Láctea, recién comenzarían a surgir mil millones de años después. Los astrónomos todavía discuten si las galaxias mayores se formaron mediante la aglutinación de enanas o crecieron independientemente de ellas. Pero todos opinan que las galaxias, grandes o pequeñas, nacieron debido al gas acumulado en regiones del espacio donde se concentró la materia oscura.

La materia oscura es una sustancia invisible y con identidad aún desconocida. Ocupa todo el espacio y sólo es evidente debido a la influencia gravitatoria que ejerce en el movimiento de estrellas y galaxias. Según las observaciones cosmológicas, existiría entre cinco y nueve veces más materia oscura que materia normal en el Universo. Y las simulaciones en computadora basadas en la teoría del Big Bang sugieren que las galaxias mayores se formaron precisamente en las regiones donde se aglutinó una mayor cantidad de materia oscura, los denominados halos.

Esas simulaciones también muestran que cada uno de esos grandes halos de materia oscura está rodeado por una constelación de centenares de halos menores, que, en principio, deberían originar galaxias enanas. Pero en lugar

de centenas, tan sólo se observaron 26 de ellas orbitando la Vía Láctea. “De acuerdo con las observaciones y simulaciones, habría centenares de halos de materia oscura que no formaron casi ninguna estrella”, comenta Lanfranchi.

Otro enigma al respecto de las galaxias enanas reside en que la proporción entre la materia normal y la oscura es muy diferente de aquélla que se observa en las galaxias mayores. La masa del halo de materia oscura que envuelve a la Vía Láctea es 10 veces mayor que la masa total de sus estrellas. En tanto, las galaxias enanas estudiadas contienen entre 20 y 3.400 veces más materia oscura que su masa estelar. “Por alguna razón, se formaron proporcionalmente mucho menos estrellas en las galaxias enanas que en la Vía Láctea”, dice Gonçalves.

Para esclarecer el pasado de las galaxias enanas, varios grupos de astrofísicos están desarrollando simulaciones sobre cómo habría evolucionado la concentración inicial de gas y materia oscura que las originó. Todos los trabajos sugieren que las protagonistas de esta historia son las supernovas, los

estallidos que apuntan el fin de la vida de las estrellas con masa muy elevada, decenas de veces mayores que el Sol. Según los modelos teóricos, las primeras supernovas formadas en esas galaxias habrían transferido tanta energía al gas presente en el interior de esos conglomerados de estrellas que terminaron por expulsarlo hacia el medio intergaláctico. Y, sin gas, la formación estelar se habría interrumpido.

Hasta ahora, ninguna simulación, empero, había logrado un nivel de detalle suficiente como para explicar exactamente cómo escaparía ese gas, ni en qué cantidad o en cuál etapa de la evolución galáctica. Los astrónomos brasileños aceptaron entonces el reto de simular los primeros mil millones de años de las galaxias enanas en la forma más realista posible, valiéndose de un código informático desarrollado por el astrofísico polaco Grzegorz Kowal, de la USP. En dichas simulaciones, los científicos analizaron 11 escenarios posibles para la evolución de esas galaxias, variando parámetros tales como la distribución de la materia oscura y el índice de formación

de las supernovas. También tuvieron en cuenta detalles tales como el surgimiento aleatorio de las supernovas en varias regiones de la galaxia y la cantidad de energía derivada de las explosiones que se convierte en calor o luz.

VIENTOS UBICUOS

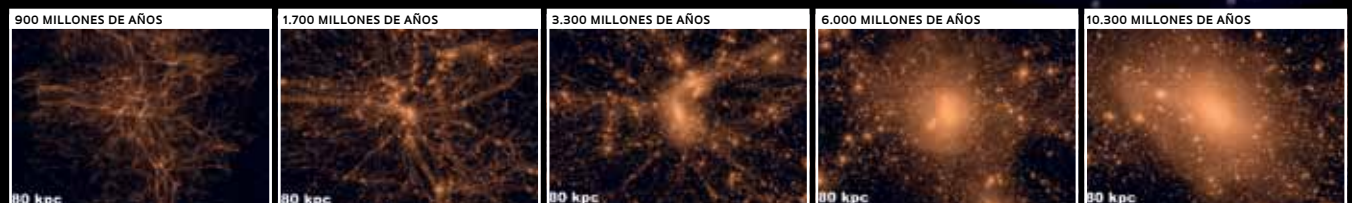
Pese a controlar los parámetros en sus simulaciones, los investigadores no tenían cómo saber el resultado de antemano. “Logramos determinar cuán rápido pierden gas las galaxias, dependiendo de su masa, de la distribución de materia oscura y de la tasa de formación de supernovas”, explica Gonçalves.

En todos los escenarios, las simulaciones revelaron que las supernovas originan vientos que comienzan a expeler el gas de la galaxia 100 millones de años después de su nacimiento. En el caso más extremo, un 88% del gas se eliminó en el transcurso de mil millones de años. “La mayoría de los halos quedan con escasas estrellas y se tornan invisibles”, añade el investigador. “Las galaxias que

INFOGRAFÍA COSMIC TIMELINE ILLUSTRATION: NASA/CXC/IM/NEISS

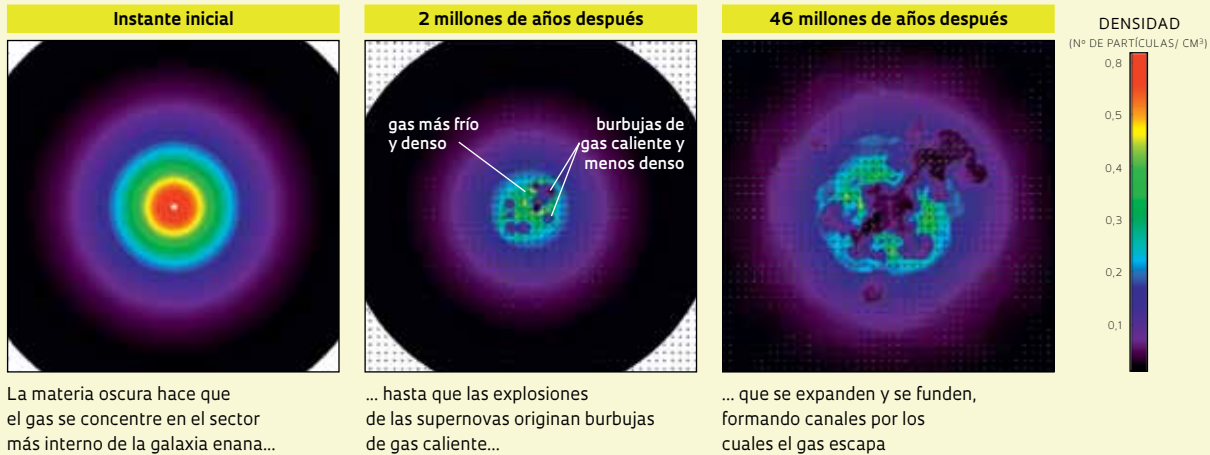
La estructura del Universo

Una explosión de alta energía ocurrida hace 13.700 millones de años, el Big Bang, originó el Universo, que, a medida que se expandió y se enfrió, organizó la materia visible en átomos, estrellas, galaxias y conglomerados de galaxias



Cómo pierden gas las galaxias enanas

Burbujas de gas caliente y menos denso flotan sobre el gas más frío y denso rumbo al medio intergaláctico



En las simulaciones, hasta un 40% del gas que se calienta por las explosiones de supernovas escapó de la galaxia en menos de 200 millones de años

químicos livianos (hidrógeno y helio), los primeros en surgir en el Universo. El gas que escapa está enriquecido con elementos químicos más pesados, originados en las explosiones de las supernovas.

“Esos resultados son interesantes y serán contrastados con observaciones a los efectos de verificar si la teoría es correcta”, sostiene el astrofísico Reinaldo de Carvalho, del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales, estudio de la evolución de las galaxias. Los científicos esperan hallar evidencias de lo que ocurrió con las galaxias enanas al analizar la composición química de sus estrellas. Para ello, están estudiando una galaxia enana, la Osa Menor. Y proyectan comparar las conclusiones con la composición del medio intergaláctico, hacia donde habrían sido expulsados los elementos químicos más pesados. ■

observamos actualmente se formaron en los casos en que el viento fue más leve”.

Los científicos imaginaban que el gas calentado por las supernovas superaba la atracción gravitatoria y escapaba de la galaxia al ser impulsado con gran energía, tal como un cohete que se lanza al espacio. Pero descubrieron que no siempre ocurre así. Entre un 5% y un 40% del gas calentado por las explosiones escapaba en menos de 200 millones de años, aunque no poseyera energía como para vencer la gravedad, al flotar sobre el gas más frío y denso situado a su alrededor. “Es algo más parecido a un globo lleno de helio, que sube por sí solo, sin que se lo lance”, explica Gonçalves.

Este fenómeno, conocido como inestabilidad de Rayleigh-Taylor, es el mismo que hace posible el ascenso del gas caliente en forma de hongo en una explosión atómica. En la simulación realizada por los brasileños, las supernovas originan burbujas de gas caliente a su alrededor, que migran hacia las capas externas y frías de la galaxia, expandiéndose y fundiéndose, formando canales por donde escapa el gas. Una importante consecuencia suscitada por ese fenómeno apunta que la composición del gas que escapa desde las galaxias enanas no es la misma que presentaba el gas primigenio, compuesto por elementos

Antiguas compañeras

Las galaxias se forman en las regiones con mayor concentración de materia oscura. En cada punto en torno del conglomerado principal, que originó la Vía Láctea, debería existir una galaxia enana, pero sólo se observan 26 (vea las principales arriba)



Los proyectos

1. Campos magnéticos, turbulencia y efectos de plasma en el medio intergaláctico –nº 2011/ 12909-8; **Modalidad** Línea Regular de Apoyo al Proyecto de Investigación; **Coordinador** Diego Falceta Gonçalves – USP; **Inversión** R\$ 151.676,28 (FAPESP);
2. Estudio numérico de plasmas magnetizados colisionales y no colisionales en astrofísica –nº 2009/ 10102-0; **Modalidad** Línea Regular de Apoyo al Proyecto de Investigación; **Coordinador** Diego Falceta Gonçalves – USP; **Inversión** R\$ 108.750,89 (FAPESP);
3. Aplicación de modelos teórico-computacionales en astrofísica –nº 2006/ 57824-1; **Modalidad** Joven Investigador; **Coordinador** Gustavo Amaral Lanfranchi – Unicusul; **Inversión** R\$ 171.39 5,05 (FAPESP)

Artículo 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**. En prensa.