

Muerte de una galaxia en 3D

En un estudio reciente —liderado por el Centro de Astrobiología (CAB, CSIC-INTA) de España y la Universidad de Cambridge en Reino Unido y publicado en *Nature Astronomy*—, un grupo de investigadores utilizó el instrumento NIRSpec a bordo del JWST para comprender cómo las galaxias cesan su actividad de formación estelar en el universo primitivo; es decir, cómo mueren y se vuelven inactivas. Lograron construir un mapa tridimensional del entorno de una galaxia muerta llamada «Jekyll» y encontraron grandes cantidades de gas, el combustible para la formación estelar. Sin embargo, a pesar de esta gran abundancia de gas, por razones que aún se desconocen, «Jekyll» ha permanecido inactiva durante más de 500 millones de años, cuando el universo tenía tan solo 1500 millones de años.

23'julio.'25.- La teoría general de la formación de galaxias más aceptada combina dos factores. Primero, la masa del universo está dominada por materia oscura que forma lo que se conoce como halos, que se fusionan y crecen lentamente a lo largo de la vida del cosmos. Esto significa que las estructuras pequeñas se forman primero y las más masivas tienden a hacerlo en épocas posteriores, en un proceso que denominamos jerárquico. Segundo, la materia ordinaria que forma las estrellas (y de la que estamos hechos nosotros) sigue la evolución de la materia oscura, formando galaxias pequeñas primero y luego cada vez más grandes, eventualmente (al final de esa evolución; es decir, hoy) tan masivas como nuestra propia galaxia, la Vía Láctea. Sin embargo, hace 20 años descubrimos que algunas galaxias masivas ya existían cuando el universo era muy joven. Y lo que es más sorprendente, algunas de esas galaxias masivas

ya no formaban estrellas; se dice que están muertas o extinguidas y evolucionan pasivamente (sin formación estelar significativa adicional), lo que significa que se formaron muy rápidamente y de forma *antijerárquica*, en total contradicción con el paradigma actual.

Para comprender por qué y cómo algunas galaxias masivas forman grandes cantidades de estrellas en poco tiempo y se extinguen rápidamente, el grupo de astrofísicos involucrado en la construcción de uno de los instrumentos a bordo del JWST, NIRSpec, seleccionó un buen ejemplo de este tipo de galaxias para obtener observaciones espectroscópicas muy detalladas con un modo especial de observación llamado: **unidad de campo integral (IFU)**. El modo de observación **IFU** rompe la luz que viene de una región bidimensional del cielo en miles de tonos de color, cuyo estudio permite hacer mapas detallados de las propiedades de galaxias lejanas y proporciona información de cómo se mueven.

El grupo de astrofísicos —liderado por dos investigadores que contribuyeron por igual al artículo: Pablo G. Pérez-González, investigador del Centro de Astrobiología (CAB, CSIC-INTA) en España, y Francesco D'Eugenio, de la Universidad de Cambridge en el Reino Unido— observó las llamadas galaxias «Jekyll» y «Hyde», un par de galaxias masivas gravitacionalmente ligadas; una muerta y otra con formación estelar muy activa. Su corrimiento al rojo es $z=3.7$; es decir, existían cuando el universo tenía tan solo 1.600 millones de años. Aproximadamente el 11 % de la edad del universo actual. Pablo G. Pérez-González señala que «ya se habían observado con el JWST otras galaxias masivas muertas a corrimientos al rojo similares, pero esta era la primera vez que obteníamos datos espectroscópicos con resolución espacial gracias al modo IFU, para crear, en principio, un mapa 2D del sistema de galaxias».

Los datos **IFU** del JWST fueron más sorprendentes de lo previsto. Francesco D'Eugenio lo describe así: «En primer lugar, pudimos determinar con gran precisión la historia de formación estelar de la galaxia muerta, Jekyll, y su compañera muy activa, Hyde. Descubrimos que Jekyll había dejado de formar estrellas unos 600 millones de años antes de las observaciones (cuando el universo tenía menos de mil millones de años, o hace unos 13 mil millones de años), presentando abundancias de elementos como el oxígeno, el nitrógeno o el magnesio, muy parecidas al Sol o incluso superiores». También añade: «Se descubrió que Hyde era una galaxia con un gran brote de formación estelar que ahora mismo está comenzando a disminuir su actividad, se está muriendo también».

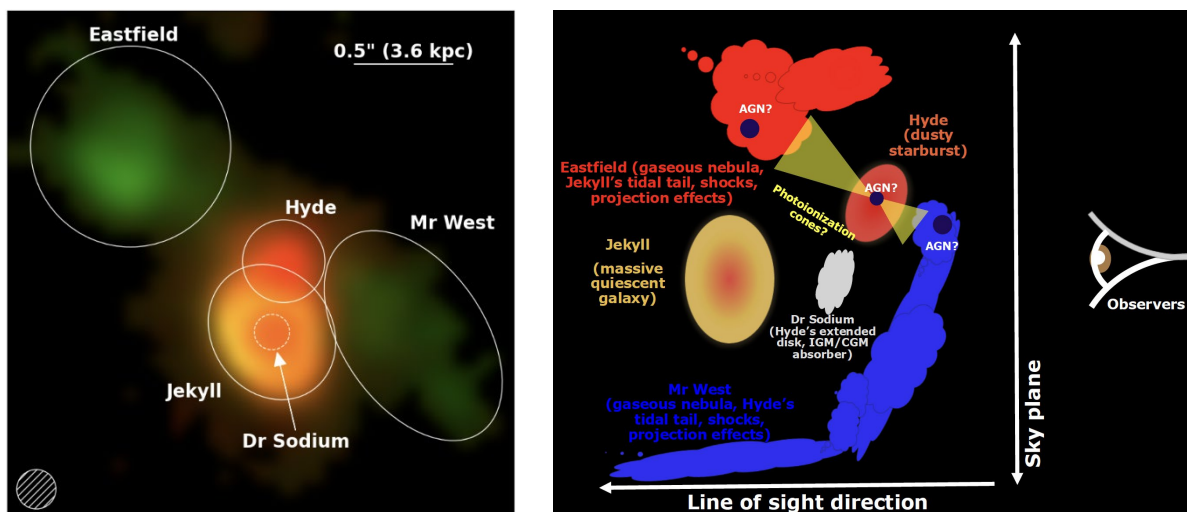
Los autores describen que, inesperadamente, también descubrieron que la región que rodea este par de galaxias está llena de gas. «Descubrimos tres grandes

nubes de gas alrededor de Jekyll-Hyde. En dos de ellas el gas está ionizado y es neutro en la otra. Llamamos a estas nubes —no estamos seguros de que sean galaxias— Eastfield, Mr. West y Dr. Sodium y al conjunto lo bautizamos como el sistema Tusitala, basándonos en otros personajes de la novela que dieron nombre al par original de galaxias masivas y en el apodo del autor, Robert Louis Stevenson, que significa: ‘cuentacuentos’», declara Pablo G. Pérez-González. También explica: «Los datos IFU de NIRSspec fueron tan asombrosos que pudimos estudiar la estructura del sistema no solo en 2D en el plano celeste, sino también en una tercera dimensión. El Dr. Sodium es una nube de gas en frente de Jekyll; lo sabemos porque no es transparente y absorbe los fotones emitidos por Jekyll. Eastfield y el Mr. West se mueven de una forma similar a las colas de marea que dejan las galaxias en interacción al orbitar unas en torno a otras».

Santiago Arribas (CAB, CSIC-INTA) y Roberto Maiolino (Cambridge) — investigadores principales del proyecto que obtuvo las observaciones del sistema Tusitala y que trabajaron en la preparación de las observaciones del JWST durante décadas— nos hablan de las implicaciones del trabajo. Santiago Arribas explica: «La nueva pregunta que nos planteamos tras analizar los datos fue cómo se calentaba y ionizaba ese gas. La cantidad de gas ionizado y el gran volumen que ocupa apuntan a una fuente de ionización muy energética». Roberto Maiolino identifica dicha fuente: «Normalmente este fenómeno es inducido, por lo que llamamos actividad nuclear: agujeros negros supermasivos (SMBH) —más de 100 millones de veces más pesados que nuestro Sol, que atraen gas y lo calientan de modo que ese material emite con una potencia asombrosa y ioniza nubes de gas a distancias enormes, más allá de las galaxias—».

«El problema ahora es que no detectamos actividad nuclear en ninguna de las galaxias», afirma Pablo G. Pérez-González. Los autores explican que «Jekyll» está extinguido, por lo que sería extraño que tuviera un SMBH activo. «Hyde», en cambio, ha estado formando estrellas recientemente, pero no observamos ningún indicio de que su agujero negro supermasivo tenga actividad nuclear. Podría albergar un SMBH activo, pero rodeado por enormes cantidades de polvo interestelar, que lo ocultarían por completo. Francesco D'Eugenio ofrece una explicación alternativa: «El SMBH podría haber interrumpido recientemente su actividad y estamos viendo la prueba de su existencia como un eco a su alrededor, algo que solo se ha observado antes en galaxias cercanas llamadas Voorwerpjes».

«Pero aún no tenemos datos que comprueben ninguno de estos escenarios, necesitamos seguir investigando», dicen los dos primeros autores del artículo.



Imágenes RGB del par de galaxias «Jekyll» y «Hyde» y esquema del sistema.

El panel izquierdo muestra una imagen RGB del sistema Tuscital. «Jekyll» es una galaxia masiva inactiva (dos veces más masiva que la Vía Láctea, cien mil millones de masas solares) cuya luz está dominada por estrellas rojas relativamente viejas. «Hyde» es tan masiva como la Vía Láctea (treinta mil millones de masas solares) y su color rojo se debe a su gran cantidad de polvo que rodea un intenso brote de formación estelar reciente. También se observan en verde dos componentes del sistema ricos en gas (el verde representa la emisión de gas ionizado): «Eastfield» y «Mr. West». Otro componente, «Dr. Sodium», es una nube de gas neutro detectable porque absorbe parte de la luz emitida por «Jekyll». El panel derecho muestra una caricatura con nuestra interpretación de los datos, que añade una tercera dimensión a las observaciones recopiladas por el JWST y muestra la posible localización de los núcleos galácticos activos (AGN), responsables de la ionización de las nubes.

INFORMACIÓN DE CONTACTO

Investigadores CAB: Pablo G. Pérez González pgperez@cab.inta-csic.es

Santiago Arribas

Luca Costantin

Isabella Lamperti

Michele Perna

Bruno Rodríguez del Pino

Investigadores Cambridge: Francesco D'Eugenio fd391@cam.ac.uk

Roberto Maiolino

Jan Scholtz

Hannah Übler

Otros coautores:

Giovanni Cresci

Andrew J. Bunker

Stefano Carniani

Stephane Charlot

Chris J. Willott

Torsten Böker

Eleonora Parlanti

Giacomo Venturi

Guillermo Barro

Ignacio Martín Navarro

James S. Dunlop

Daniel Magee

ARTÍCULO CIENTÍFICO PUBLICADO EN NATURE ASTRONOMY

Título: «*Accelerated quenching and chemical enhancement of massive galaxies in a $z \sim 4$ gas-rich halo*»

Autores: Pablo G. Pérez-González, Francesco D'Eugenio, et al.

Referencia: *Nature Astronomy*, <https://www.nature.com/articles/s41550-025-02586-8>

Enlace a la publicación: [artículo aceptado, versión astro-ph \(Google Drive\)](#)

ENTIDADES FINANCIADORAS

Agradecemos el apoyo de las *Subvenciones PID2022-139567NB-I00, PID2021-127718NB-I00 y PID2022-140483NB-C22 financiadas por el Ministerio de Ciencia e Innovación MCIN/AEI/10.13039/501100011033; FEDER, Una manera de hacer Europa; el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia del Estado español y NextGenerationEU, de la Unión Europea, a través del Mecanismo de Recuperación y Resiliencia, así como el programa de Atracción de Talento de la Comunidad de Madrid (España) a través de la Subvención 2018-T2/TIC-11715.*

SOBRE EL CAB

El [Centro de Astrobiología](#) (CAB) es un centro mixto de investigación del INTA y del CSIC. Creado en 1999, fue el primer centro del mundo dedicado específicamente a la investigación astrobiológica y el primer centro no estadounidense asociado al NASA *Astrobiology Institute* (NAI), actualmente *NASA Astrobiology Program*. Se trata de un centro multidisciplinar cuyo principal objetivo es estudiar el origen, presencia e influencia de la vida en el universo mediante una aproximación transdisciplinar. El CAB fue distinguido en 2017 por el Ministerio de Ciencia e Innovación como Unidad de Excelencia «María de Maeztu».

El CAB ha liderado el desarrollo de los instrumentos [REMS](#), [TWINS](#) y [MEDA](#), operativos en Marte desde agosto de 2012, noviembre de 2018 y febrero de 2021, respectivamente; así como la ciencia de los instrumentos raman [RLS](#) y RAX, que serán enviados a Marte a finales de esta década como parte de la misión ExoMars y a una de sus lunas en la misión MMX, respectivamente. Además, desarrolla el instrumento [SOLID](#) para la búsqueda de vida en exploración planetaria. Asimismo, el CAB *colidera*, junto con otras tres instituciones europeas, el desarrollo del telescopio espacial PLATO y participa en diferentes misiones e instrumentos de gran relevancia astrobiológica, como MMX, [CARMENES](#), [CHEOPS](#), [BepiColombo](#), [DART](#), [Hera](#), los instrumentos [MIRI](#) y [NIRSpec](#) en [JWST](#) y el instrumento [HARMONI](#) en el [ELT](#) de [ESO](#)

CAB SCIENTIFIC CULTURE UNIT (UCC)

divulgacion (+@cab.inta-csic.es); (+34) 915202107

