

NOTA DE PRENSA

Primera determinación directa de la masa de un agujero negro en el Universo primitivo

Un grupo internacional de científicos, del que forman parte investigadores del Centro de Astrobiología (CAB), CSIC-INTA, han presentado evidencia observacional sólida de la existencia de un agujero negro muy masivo en los albores del Universo. Este resultado, publicado en la revista Nature, ofrece claves fundamentales para entender cómo evolucionaron estos enigmáticos objetos durante las primeras etapas cósmicas.

Coevolución de galaxias y agujeros negros

En el centro de casi todas las galaxias masivas existe un agujero negro supermasivo. Se ha observado que hay una relación muy estrecha entre la masa de ese agujero negro y las propiedades de la galaxia que lo rodea, como la masa de su núcleo estelar. Esto sugiere que ambos objetos, la galaxia y el agujero negro, no se forman y crecen de manera independiente, sino que su historia está profundamente entrelazada.

El mecanismo más aceptado para explicar esta conexión es la retroalimentación: cuando el agujero negro está activo y acumula (“se traga”) materia, libera enormes cantidades de energía en forma de radiación y chorros de partículas. Esa energía puede calentar o expulsar el gas de la galaxia, frenando la formación de nuevas estrellas. A su vez, la disponibilidad de gas en la galaxia regula cuánto puede crecer el agujero negro. Es, en cierto modo, una relación de influencia mutua a lo largo del tiempo cósmico.

Entender cuándo y cómo comenzó esta coevolución, especialmente en el Universo temprano, es uno de los grandes retos de la astrofísica moderna.

Agujeros negros demasiado grandes, demasiado pronto

A lo largo de sus primeros tres años de observaciones del Universo temprano, el telescopio espacial James Webb (JWST) ha realizado numerosos estudios relativos a los agujeros negros. Uno de los hallazgos más sorprendentes es el descubrimiento de agujeros negros extraordinariamente masivos en galaxias con relativamente poca masa en estrellas. La presencia de estos objetos en épocas tan tempranas de la historia cósmica desafía los modelos teóricos tradicionales de agujeros negros, según los cuales estos se forman a partir de los remanentes de estrellas masivas y crecen acumulando materia. Este proceso requiere largos períodos de tiempo para alcanzar las altísimas masas de los agujeros negros inferidas a partir de las observaciones, en algunos casos superiores a la edad del Universo en esa época cósmica, lo que ha impulsado la búsqueda de nuevos escenarios teóricos para explicar su origen.

Entre estos destacan los llamados modelos de “colapso directo”, según los cuales los agujeros negros supermasivos del Universo temprano no habrían surgido del lento colapso de estrellas masivas, sino de la rápida contracción gravitatoria de enormes nubes de gas primordial. Esta alternativa no ha estado exenta de objeciones.

Una complicación adicional reside en la dificultad de determinar la masa de los agujeros negros en estos objetos tan distantes. La comunidad científica ha objetado que, hasta la

fecha, las masas de estos agujeros negros se han determinado de forma indirecta, mediante métodos que podrían introducir sesgos significativos en los resultados. Esta incertidumbre ha alimentado durante años el debate sobre los mecanismos que gobernaron la formación de los agujeros negros en el Universo temprano.

Primera determinación directa de la masa de un agujero negro en el universo temprano

En el estudio publicado esta semana en la revista *Nature*, se presenta la primera determinación *directa* de la masa de un agujero negro localizado en una galaxia cuando el Universo tenía sólo 700 millones de años. Este agujero negro (Abell-2744-QSO1) tiene la ventaja de encontrarse detrás de un cúmulo de galaxias, Abell-2744, que magnifica su señal gracias al llamado efecto lente, e incluso produce varias imágenes del mismo objeto, lo que hace que podamos estudiar este agujero negro con un detalle espacial único.

Este estudio se ha llevado a cabo con la Unidad de Campo Integral (IFU, de las siglas en Inglés) del instrumento NIRSpec del JWST, y ha permitido obtener los movimientos de las nubes de gas muy cerca del agujero negro, a una distancia que no se puede explorar en objetos que no están magnificados por una lente. Dado que estas siguen una rotación Kepleriana, igual que la que rige el movimiento de los planetas alrededor del Sol, la masa del agujero negro se ha determinado de forma directa en base a simple leyes gravitatorias. Este método para determinar la masa del agujero negro es mucho más fiable que los empleados anteriormente, y que se basan en calibraciones indirectas que pueden no ser válidas en el universo temprano. Esta determinación confirma que este agujero negro tiene una altísima masa, equivalente a 10 millones de soles, aproximadamente un factor 10 mayor que el agujero negro de la Vía Láctea. Sorprendentemente, la masa en estrellas de la galaxia es relativamente modesta y menor que la masa del agujero negro, un descubrimiento sin precedentes. Estos resultados, por tanto, apoya firmemente los modelos basados en el colapso gravitatorio directo de nubes de gas primigenio como mecanismo de formación de los primeros agujeros negros. “Representa un cambio de paradigma, tenemos que revisar las teorías de formación in crecimiento de los agujeros negros en el universo temprano”, ha indicado Roberto Maiolino (Universidad de Cambridge). “La clave ha estado en medir la rotación resuelta del gas en regiones extremadamente compactas. Esto nos ha permitido descartar que la masa detectada corresponde a una estructura extensa y confirmar la presencia de un único objeto compacto extremadamente masivo”, explica Michele Perna (CAB) y co-autor del trabajo. Por su parte Pablo Pérez-González (CAB), menciona que “Abell-2744-QSO1 es uno de los conocidos como puntitos rojos, little red dots en inglés, un tipo de objetos descubiertos por JWST y que todavía no entendemos bien. El análisis que presentamos apunta a que los agujeros negros pueden no solo influir en la evolución de las galaxias, sino que quizás son sus semillas”. Bruno Rodríguez del Pino y Santiago Arribas, astrofísicos del CAB y participantes en el estudio, destacan que este tipo de estudios solo se pueden llevar a cabo gracias a la Unidad de Campo Integral del instrumento NIRSpec del JWST, al que los investigadores del CAB han contribuido durante su desarrollo.

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 co-lidera 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](#).

Más información

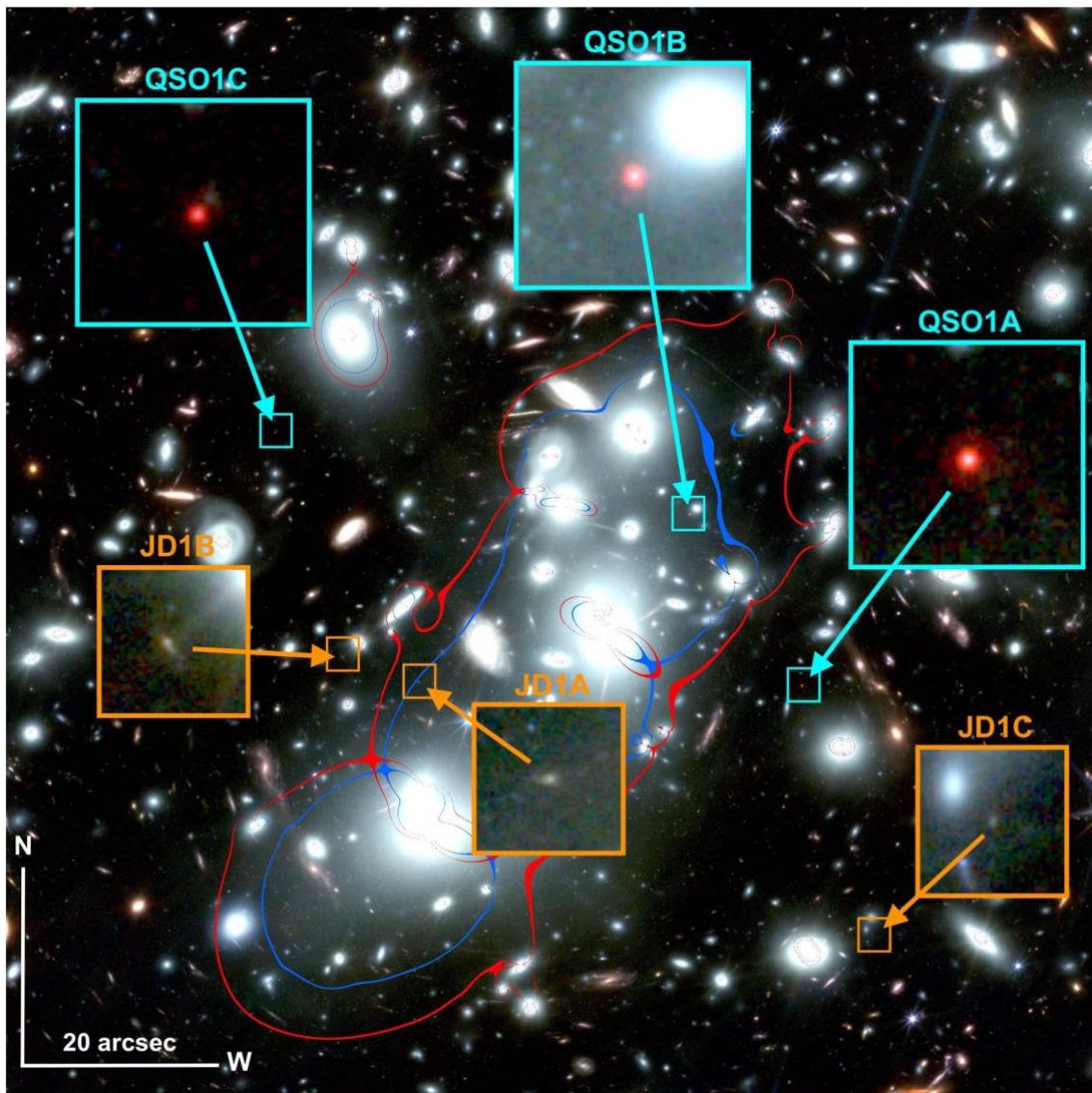


Imagen captada por la cámara infrarroja (NIRCam) del JWST, donde se muestra muestra el QSO Abell2744-QSO1, ampliado y con una imagen triple provocada por el cúmulo de galaxias Abell 2744 (el cúmulo de Pandora). QSO1A, objeto de este estudio publicado en Nature, se muestra en la vista ampliada superior de los recuadros. (CRÉDITO: Lukas J. Furtak, Adi Zitrin, Adèle Plat, et al.)

Artículo científico en Nature [Link ???](#)

Referencia y doi [Link ???](#)

Juodžbalis, I., *et al.*

Doi: ??????

Contacto: Michele Perna (mperna@cab.inta-csic.es)

Investigadores del CAB: Santiago Arribas, Michele Perna, Pablo Pérez-González, Bruno Rodríguez del Pino

FINANCIACIÓN

Proyectos PID2021-127718NB-I00, PID2024-159902NA-I00, y RYC2023-044853-I, PID2022-139567NB-I00, PID2024-158856NA-I00, financiados por MCIN/ AEI /10.13039/501100011033/, por FEDER Una manera de hacer Europa, y FSE+.



UNIDAD DE CULTURA CIENTÍFICA DEL CAB

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

