

El Webb revela un cuásar maduro en el amanecer cósmico

Los agujeros negros supermasivos en el universo infantil ya se alimentaban y comportaban igual que los actuales, según las observaciones del telescopio espacial James Webb en un brillante objeto fruto del material que cae dentro del agujero: el cuásar J1120+0641, uno de los más distantes y antiguos conocidos.

SINC

17/6/2024 11:20 CEST



Ilustración del lejano cuásar J1120+0641 alimentado por un agujero negro supermasivo.

/ ESO/M. Kornmesser

Un equipo internacional de astrofísicos han utilizado el **Telescopio Espacial James Webb (JWST)** para estudiar uno de los **agujeros negros más masivos y lejanos**, a una distancia de 13 mil millones de años-luz, cuando el **universo tenía unos 800 millones de años**.

Sorprendentemente el agujero negro se alimenta de la misma forma que agujeros negros actuales en nuestro entorno cósmico cercano.

Los astrofísicos han estado tratando de explicar cómo esos agujeros negros en épocas tempranas del universo ganan su extraordinaria masa. Los nuevos resultados, publicados en la revista *[Nature Astronomy](#)*, descartan la existencia de mecanismos exóticos propuestos como

posible solución.

El estudio descarta mecanismos exóticos para explicar cómo los agujeros negros supermasivos en épocas tempranas del universo ganaron su extraordinaria masa

Los primeros mil millones de años de la historia cósmica plantean un desafío: los primeros agujeros negros conocidos en los centros de las galaxias tienen masas sorprendentemente grandes. **¿Cómo se volvieron tan masivos y tan rápido?** Estas nuevas observaciones proporcionan pruebas sólidas en contra de algunas explicaciones propuestas, en particular en contra de un modo de alimentación extremadamente efectivo para incrementar la masa de los primeros agujeros negros masivos.

Las estrellas y las galaxias han cambiado enormemente durante los últimos 13.800 millones de años, la vida del universo. Las galaxias han crecido y adquirido más masa, ya sea consumiendo el gas circundante o (ocasionalmente) fusionándose entre sí. Durante mucho tiempo, los astrónomos supusieron que los agujeros negros supermasivos en los centros galácticos habrían crecido gradualmente junto con las propias galaxias.

Agujero negro, AGN y cuásar

Pero el crecimiento de los agujeros negros no puede ser arbitrariamente rápido. La materia que cae sobre ellos forma un "disco de acreción" brillante, caliente y giratorio. Cuando esto sucede alrededor de un **agujero negro supermasivo**, el resultado es un **núcleo galáctico activo (AGN)**, por sus siglas en inglés), desde el que se liberan grandes cantidades de energía a partir de la acreción de ese gas y polvo sobre el agujero central.

Los AGN más luminosos, conocidos como **cuásares** (potentes fuentes

de radiación), se encuentran entre los objetos astronómicos más brillantes de todo el cosmos. Pero ese brillo limita la cantidad de materia que puede caer sobre el agujero negro: la luz ejerce una presión que puede evitar que caiga materia adicional.

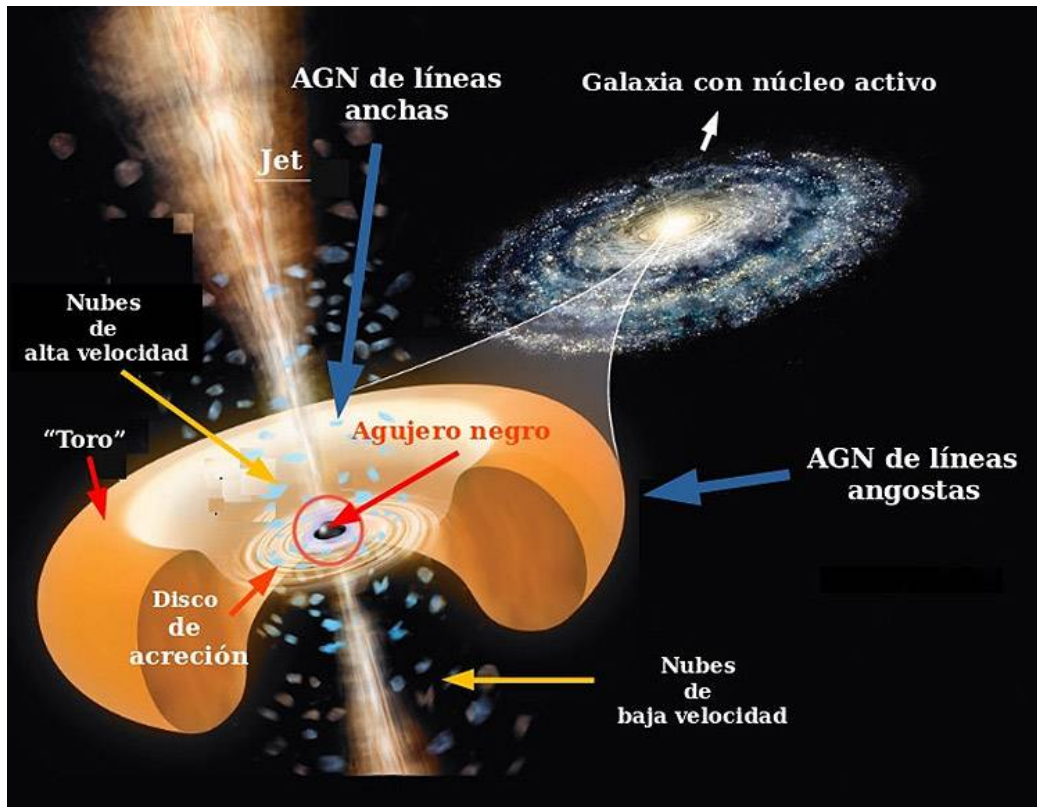


Ilustración mostrando la estructura del núcleo de una galaxia alrededor de un agujero negro supermasivo como el de J1120+0641. / oac.unc.edu.ar/modificada a partir de la revista Astronomy, original de Roen Kelly

Por eso los astrónomos se sorprendieron cuando, durante los últimos veinte años, las observaciones de cuásares distantes revelaron agujeros negros muy jóvenes que, sin embargo, habían alcanzado masas de hasta 10 mil millones de masas solares. La luz necesita tiempo para viajar desde un objeto distante hasta nosotros, por lo que mirar objetos lejanos significa mirar hacia el pasado distante.

Cuásares del amanecer cósmico

Vemos los cuásares conocidos más distantes tal como eran en una era conocida como "amanecer cósmico", **menos de mil millones de años después del Big Bang**, cuando se formaron las primeras estrellas y galaxias. Explicar esos primeros agujeros negros masivos es un desafío

considerable para los modelos actuales de evolución de las galaxias.

¿Podría ser que los primeros agujeros negros fueran mucho más eficientes a la hora de acumular gas que sus homólogos modernos? ¿O podría la presencia de polvo afectar las estimaciones de la masa de los cuásares de una manera que hiciera que los investigadores sobreestimarán las masas de los primeros agujeros negros? Hay **numerosas explicaciones propuestas** en este momento, pero ninguna es ampliamente aceptada.

Decidir cuál de las explicaciones es correcta requiere un estudio de los cuásares más completo que la que había estado disponible hasta ahora. Con la llegada del telescopio espacial JWST, específicamente el instrumento de infrarrojo medio MIRI, la capacidad de los astrónomos para estudiar cuásares distantes dio un salto gigantesco.

El estudio se ha realizado con el instrumento de infrarrojo medio MIRI del Webb y se ha centrado en el cuásar J1120+0641, apenas 770 millones de años después del Big Bang

El **instrumento MIRI** fue construido por un consorcio internacional con la participación de los científicos e ingenieros del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA). A cambio de construir el instrumento, el consorcio recibió una cierta cantidad de tiempo de observación. En 2019, años antes del lanzamiento del Webb, el consorcio europeo de MIRI decidió utilizar parte de este tiempo para observar el que entonces era el cuásar más distante conocido, un objeto que lleva la designación J1120+0641.

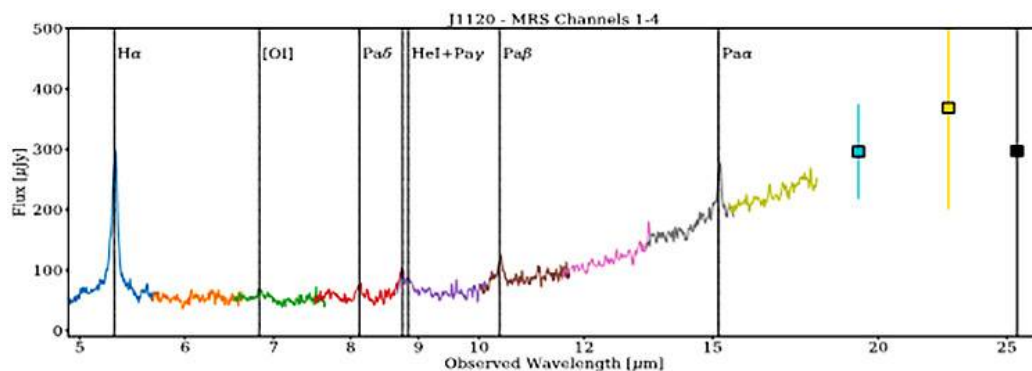
El desplazamiento o corrimiento hacia el rojo (z) de una fuente luminosa ayuda a los astrónomos a deducir su lejanía y antigüedad. "Hasta la fecha hay nueve cuásares confirmados a corrimientos al rojo de más de 7, y J1120 fue el primero que se detectó por encima ($z=7,08$), pero en la actualidad hay tres que están más alejados, a corrimientos entre 7,51 y 7,62 (a unos 700 millones de años desde el inicio del Big Bang)", explica

uno de los autores, **Luis Colina**, del Centro de Astrobiología (CAB, CSIC-INTA).

Colina y **Álvarez Márquez**, también del CAB, se encargaron de diseñar la toma de datos del cuásar y de su posterior calibración, corrigiendo los efectos instrumentales. El análisis de las observaciones recayó en **Sarah Bosman**, investigadora postdoctoral en el Instituto Max Planck de Astronomía (MPIA) en colaboración estrecha con los científicos españoles.

Espectro en distintas longitudes de onda

Las observaciones se llevaron a cabo en enero de 2023, durante el primer ciclo de observaciones del JWST, y duraron aproximadamente dos horas y media. Constituyen el primer estudio en el infrarrojo medio de un cuásar en el período del amanecer cósmico, apenas 770 millones de años después del Big Bang (desplazamiento al rojo $z=7$). La información no proviene de una imagen, sino de un **espectro**: la descomposición en forma de arco iris de la luz del objeto en componentes de diferentes longitudes de onda.



Espectro del cuásar J1120+0641 obtenido con el instrumento MIRI del Webb. / J. Álvarez Márquez

Un 'toro' que no cambia

La forma general del espectro del infrarrojo medio (continuo) codifica las propiedades de un **gran toro de polvo** que rodea el disco de acreción en los cuásares típicos. Este toro ayuda a guiar la materia hacia el disco de acreción, "alimentando" el agujero negro. La mala noticia para aquellos cuya solución preferida para los primeros agujeros negros masivos radica en modos alternativos de crecimiento rápido: el toro, y por

extensión el mecanismo de alimentación en este cuásar muy temprano, parece ser el mismo que el de sus homólogos más modernos.

La única diferencia es una que ningún modelo de rápido crecimiento temprano de los cuásares predijo: una **temperatura del polvo algo más alta**, alrededor de cien Kelvin más cálida que los 1.300 K encontrados para el polvo más caliente en los cuásares menos distantes. La parte del espectro de longitud de onda más corta, dominada por las emisiones del propio disco de acreción, muestra que para nosotros, como observadores distantes, la luz del cuásar no se ve atenuada por más polvo de lo habitual. Los argumentos de que tal vez estemos sobreestimando las masas de los primeros agujeros negros debido al polvo adicional tampoco son la solución.

La **región de línea ancha del cuásar**, donde grupos de gas orbitan alrededor del agujero negro a velocidades cercanas a la de la luz, lo que permite deducciones sobre la masa del agujero negro y la densidad e ionización de la materia circundante, también parece normal. En casi todas las propiedades que se pueden deducir del espectro, J1120+0641 no se diferencia de los cuásares de épocas posteriores.

En casi todas las propiedades que se
pueden deducir del espectro,
J1120+0641 no se diferencia de los
cuásares de épocas posteriores

"En general, las nuevas observaciones solo aumentan el misterio: los **primeros cuásares son sorprendentemente normales**. No importa en qué longitudes de onda los observemos, los cuásares son casi idénticos en todas las épocas del universo", afirma Bosman. No solo los propios agujeros negros supermasivos, sino también sus mecanismos de alimentación aparentemente ya estaban completamente "maduros" cuando el cosmos tenía apenas el 5% de su edad actual.

Agujeros negros supermasivos primordiales

Al descartar una serie de soluciones alternativas, los resultados apoyan firmemente la idea de que los agujeros negros supermasivos comenzaron con masas considerables desde el principio, en la jerga de la astronomía: que son **"primordiales" o "sembrados grandes"**.

Los agujeros negros supermasivos no se formaron a partir de los restos de las primeras estrellas y luego se volvieron masivos muy rápidamente. Debieron haberse formado temprano con masas iniciales de al menos cien mil masas solares, presumiblemente a través del colapso de enormes nubes de gas tempranas, según revelan estudios como este.

Referencia:

S. Bosman et al. "JWST rest-frame infrared spectroscopy reveals a mature quasar at cosmic dawn". *Nature Astronomy*, 2024

Derechos: **Creative Commons**.

TAGS

AGUJERO NEGRO | UNIVERSO | JAMES WEBB | CUÁSAR |

Creative Commons 4.0

Puedes copiar, difundir y transformar los contenidos de SINC. [Lee las condiciones de nuestra licencia](#)