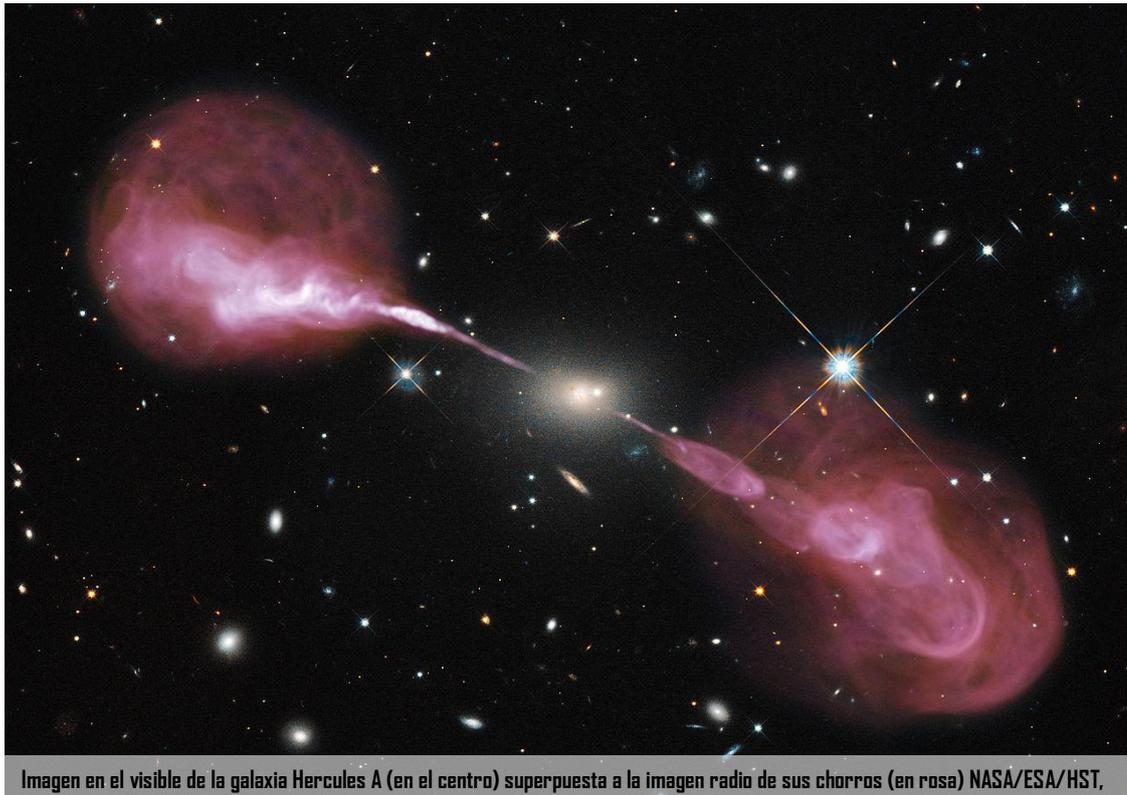


## Los agujeros negros prefieren vivir en pareja

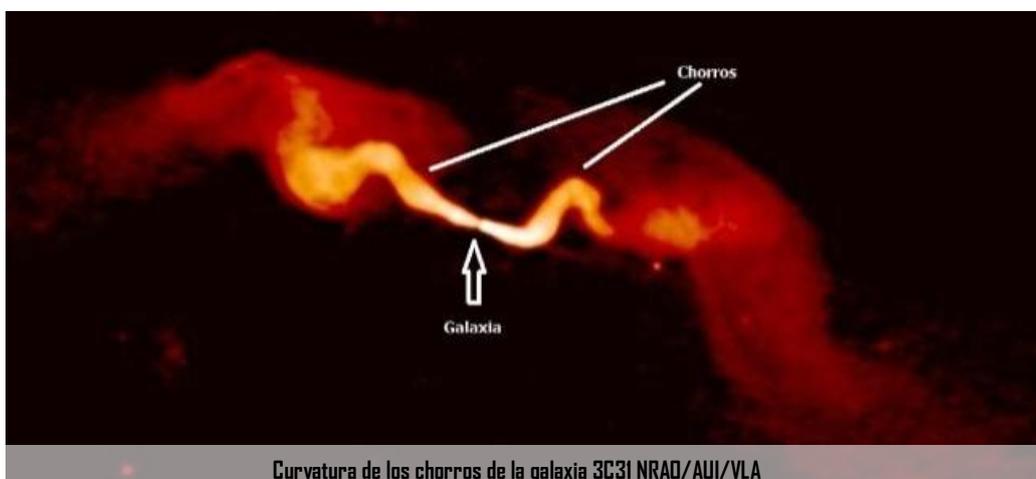


La curvatura de los chorros gigantes que surgen desde los núcleos de las galaxias delata la presencia de numerosas parejas de agujeros negros super-masivos.

Imagen en el visible de la galaxia Hercules A (en el centro) superpuesta a la imagen radio de sus chorros (en rosa) NASA/ESA/HST.

### Fusiones de galaxias

Se piensa que la mayoría de las galaxias esconde en su núcleo un agujero negro con masa superior al millón de masas solares. Por supuesto la Vía Láctea no es una excepción y, de hecho, recientemente la observación de las trayectorias de estrellas orbitando en torno al centro de nuestra galaxia ha permitido calcular en 4,3 millones de masas solares la masa de su agujero negro central, llamado Sagitario A\*.



Curvatura de los chorros de la galaxia 3C31 NRAD/AUI/VLA

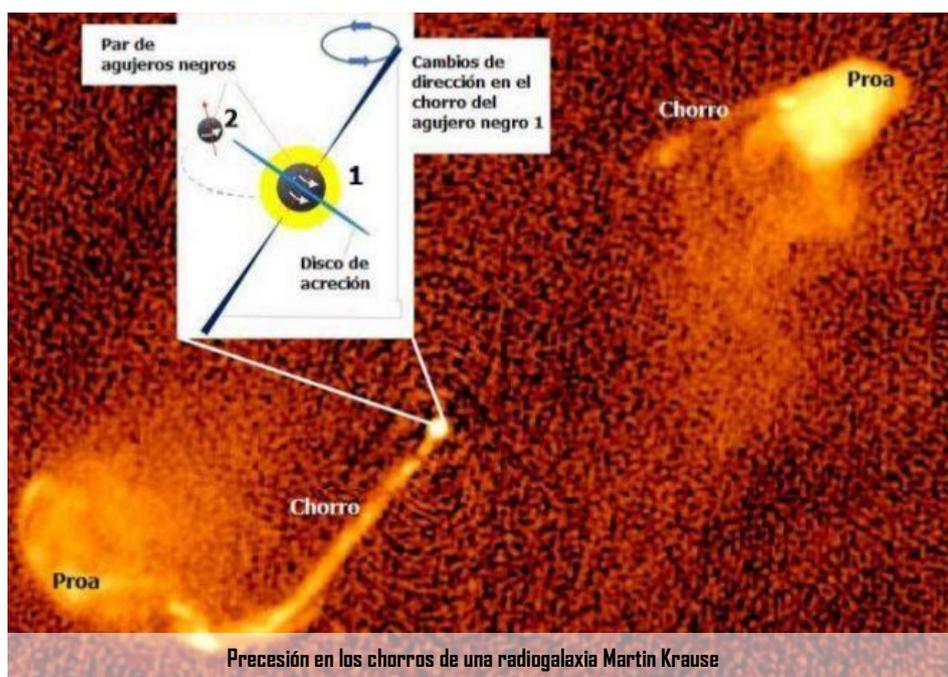
Por otro lado, también se observa que muchas grandes galaxias son el resultado de la fusión de dos galaxias menores. El universo tiene hoy 13.800 millones de edad y aún observamos galaxias en colisión en nuestra vecindad, pero

estas fusiones entre galaxias fueron particularmente frecuentes en una época pasada del universo, en sus primeros miles de millones de años, cuando el espacio aún no se había expandido tanto y las galaxias estaban más próximas entre sí.

Al fusionarse, cada una de las dos galaxias iniciales aporta su agujero negro y éstos irán migrando lentamente hacia el centro de la nueva galaxia que se va construyendo. Por tanto, en todas estas galaxias que son el resultado de una fusión, cabe esperar un agujero negro binario en su interior. Y, de hecho, los astrónomos vienen acumulando indicios sobre la existencia de tales parejas de monstruos. Por ejemplo, a partir de la forma de las líneas espectrales producidas por la emisión del gas del núcleo de las galaxias.

## Gigantescos chorros de plasma

Pero los agujeros negros no pueden verse directamente y, por ahora, para detectar esas parejas hay que seguir recurriendo a métodos indirectos. Una de las manifestaciones más espectaculares de la presencia de un agujero negro supermasivo es la eyección desde sus proximidades de grandes chorros de plasma a velocidades cercanas a la de la luz. Estas eyecciones surgen de manera bipolar: están compuestas por dos haces muy colimados que se propagan por el espacio intergaláctico creando a veces, en su terminación, grandes arcos de proa. El plasma de estos chorros brilla sobre todo en ondas de radio y las imágenes de ellos que obtienen los radiotelescopios se encuentran entre las más fascinantes del universo.



Los chorros pueden extenderse a lo largo de millones de años luz y son bien rectilíneos cuando están creados por un agujero negro simple. Pero si hay un segundo agujero negro en las proximidades, éste hace que los chorros del primero se curven o que adopten morfologías múltiples, alterando la dirección de eyección con la que surgieron inicialmente. En algunos casos, estos cambios de dirección pueden consistir

en una precesión: el chorro puede cambiar su dirección de eyección de forma cíclica, con un periodo del orden de cientos de miles de años. Y esta precesión crea una morfología característica en los mapas de las radiogalaxias (ver figura adjunta).

## Curvatura

Martin Krause de las Universidades de Hertfordshire (Reino Unido) y Tasmania (Australia), junto con un grupo internacional de astrónomos, ha venido estudiando la geometría de los chorros eyectados por un conjunto de galaxias activas buscando aquellos que no sean perfectamente rectilíneos, lo que delataría la presencia de agujeros negros dobles. Hasta ahora han observado 33 de tales galaxias y los chorros de 24 de ellas (el 73 %) muestran algún tipo de curvatura o alteraciones en las trayectorias rectilíneas. Por

ejemplo, en el caso de la galaxia Cygnus-A el chorro está muy separado de su eje, lo que podría explicarse con un modelo teórico de un par de agujeros negros que orbitan entre sí con un periodo de 18 años.

Estos resultados, junto con algunos otros obtenidos anteriormente por otros grupos, confirman que existe una población muy importante de agujeros negros binarios en las mayores galaxias. Sin embargo, algunos astrónomos apuntan que los cambios en la dirección de un chorro no son un indicio unívoco de un agujero binario. En concreto, la posible inclinación o las irregularidades en el disco de acreción que debe de existir en torno a un agujero negro supermasivo (disco del que, en última instancia, procede la energía de los chorros) también podría alterar la trayectoria rectilínea de tales eyecciones de plasma.



Para concluir de manera firme sobre la existencia de esas monstruosas parejas de agujeros negros, los astrónomos tienen puesta la esperanza en la posible detección de las ondas gravitacionales que deben emitirse de

acuerdo con la teoría de la relatividad general de Einstein. Esas deformaciones del espacio-tiempo ya han sido detectadas cuando se produce la fusión de dos agujeros negros de masa estelar. Esos agujeros poco masivos son emisores intensos de ondas gravitacionales debido a las altas velocidades con las que orbitan. Los agujeros supermasivos orbitan entre sí a velocidades mucho menores y su emisión gravitacional es menos intensa, pero quizás en un futuro próximo -cuando los detectores de ondas gravitacionales tengan mayor sensibilidad- quizás alcancen a detectarse.

El artículo de Krause y colaboradores, titulado "How Frequent Are Close Supermassive Binary Black Holes in Powerful Jet Sources?" se publicará en el número del 1 de enero de 2019 de la revista británica *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*.