

FORATS NEGRES

En el llibre *Cosmic Catastrophes* (Cambridge University Press 2000), el professor J. Craig Wheeler afirma que els forats negres s'han convertit en una icona cultural. Certament, el simbolisme que acompanya aquest objecte còsmic, com una regió de l'espai de la qual no pot mai escapar ni la matèria ni la llum, ha estat perfectament integrat en la cultura general.

Tanmateix, aquesta definició desperta més aviat curiositat. Intriga per exemple saber si els astrònoms tenim proves de l'existència dels forats negres i com en podem estar segurs si efectivament són negres, és a dir, no en surt cap tipus de radiació.

Tractarem d'esbrinar en aquestes ratlles com es detecta la possible presència d'un forat negre en diferents circumstàncies. El mecanisme fonamental es basa a tractar d'observar els efectes de l'atracció gravitatòria que exerceixen sobre el seu entorn i que provoca la caiguda de la matèria que els envolta. Aquesta matèria, en caure sobre el forat negre, s'escalfa i emet radiació que sí que podem detectar.

Encara que el terme *forat negre* va ser encunyat el segle passat pel físic americà John Archibal Wheeler, el concepte va estar introduït a les darreries del segle XVIII pel físic britànic John Michell (1783) i pel matemàtic i astrònom francès Pierre Simon Laplace (1798). Aplicant la teoria de la gravetat de Newton i la seua interpretació corpuscular de la natura de la llum, Michell i Laplace especularen sobre l'existència d'estels invisibles tan massius i compactes que la velocitat d'escapament a la seua superfície excediria la velocitat de la llum. La velocitat d'escapament d'un objecte gravitant és aquella que cal imprimir a un projectil en la seua superfície per tal que pugua vèncer l'atracció gravitatòria del cos en qüestió. Així per exemple la velocitat d'escapament a la superfície de la Terra és d'11,2 km/s. Els *corps obscurs* de Laplace han estat reemplaçats per models moderns de forats negres basats en la teoria general de la relativitat d'Albert Einstein. Quan la massa que constitueix un estel es comprimeix de tal manera que queda dins d'una esfera amb el radi de Schwarzschild, aleshores esdevé un forat negre. La superfície d'aquesta esfera representa la frontera del forat negre i es coneix amb el nom d'horitzó d'esdeveniments. El radi de Schwarzschild és extraordinàriament petit. Per a la massa del Sol, valdria només 3 km.

Els forats negres s'han pogut produir en les darreres etapes de l'evolució estel·lar a partir d'estels molt massius que, en finalitzar les reaccions termònucleares al seu

interior, han col·lapsat fins comprimir-se dins el radi de Schwarzschild. Si aquest ha estat el destí final d'un estel aïllat, difícilment coneixerem la seua existència, ja que haurà desaparegut per sempre de la nostra visió. Si, per contra, l'estel que ha esdevingut forat negre formava part d'un grup, per exemple un sistema binari, tenim l'esperança de poder detectar-lo a partir de la influència sobre el seu company. El primer candidat a forat negre d'aquesta mena va ser descobert el 1971 en la constel·lació del Cigne i s'anomena *Cygnus X-1*. Es tracta d'un sistema binari format pel presumpte forat negre i un estel supergegant blau orbitant al voltant del seu centre de masses comú amb un període de 5,6 dies. El forat negre estaria arrancant grans quantitats de gas del seu company. Aquest material cauria en espiral cap al forat negre i formaria un disc d'acreció al seu voltant. La fricció faria que, en les proximitats de l'horitzó d'esdeveniments, el gas arribara a temperatures de dos milions de graus i emetria grans quantitats de raigs X.

Altres tipus de forats negres dels quals cada vegada tenim indicis més sòlids són els forats negres supermassius que es trobarien a l'interior de les galàxies. Per exemple, en el centre de la nostra galàxia és molt probable que residisca un forat negre (Sagitari A*) d'uns tres milions de masses solars en un espai no més gran que el que determina l'òrbita de la Terra al voltant del Sol. Encara més massius serien els forats negres que es troben al si de radiogalàxies, quàsars i altres galàxies actives. Centaure A, en la imatge que acompanya aquest article, n'és un exemple. Es tracta d'una galàxia el·líptica a uns 11 milions d'anys llum de la Terra observable des de l'hemisferi Sud. John Herschel la va incloure en el seu catàleg de nebuloses el 1847. És una extraordinària font d'emissió en ràdio. Recentment, l'equip dirigit per l'astrònom Ethan Schreier ha estudiat Centaure A fent observacions espectroscòpiques en l'infraroig utilitzant el Very Large Telescope que opera a l'Observatori Europeu Austral (ESO) al Cerro Paranal en Xile. Han pogut mesurar la velocitat de rotació del disc d'acreció al voltant del forat negre supermassiu. Amb aquest mesurament es pot determinar la quantitat de massa que hi ha al nucli. El resultat obtingut –més de 200 milions de masses solars– no pot ser pas conseqüència exclusiva de la presència d'estels normals, perquè aleshores el nucli brillaria molt més que ho fa. És, en realitat, l'empremta d'un forat negre supermassiu que resideix al nucli de la galàxia.

VICENT J. MARTÍNEZ

*Director de l'Observatori Astronòmic
de la Universitat de València*



La galàxia el·líptica Centaure A té una forma peculiar amb un franja de pols que la travessa. Es pensa que aquesta estructura ha estat causada per la col·lisió amb una galàxia espiral. Per analitzar-ne el nucli, els astrònoms l'han observat a Centaure A en l'infraroig ja que la pols és més transparent en aquestes longituds d'ona. Cortesia de l'European Southern Observatory (ESO).