

Il dibattito delle idee

Astronomia Prima della fine del decennio potremo vedere «da vicino» un oggetto senza paragoni

Nell'occhio del mostro

Sagittarius A* è un buco nero lontano 26 mila anni luce: la sua massa è 4 milioni di stelle, la taglia mille volte la Terra. I radiotelescopi del mondo si uniscono per osservarlo

di CARLO ROVELLI

Nel 1932, Karl Jansky, giovane ingegnere di 27 anni della compagnia telefonica Bell, è incaricato di studiare un fastidioso rumore che disturba le comunicazioni radio transatlantiche. Jansky costruisce una piccola antenna orientabile e arriva a una conclusione sorprendente: una parte dei disturbi viene dal cielo. Propone di costruire una grande antenna da puntare verso l'alto per studiare questi misteriosi segnali extraterrestri. I suoi datori di lavoro, concreti come molti ministeri della ricerca odierni, lo riportano con i piedi per terra: non servirebbe a niente di utile; il progetto è respinto.

Verso la fine degli anni Trenta nei sobborghi di Chicago un dilettante senza studi scientifici, Grote Reber, legge della scoperta di Jansky su una rivista di divulgazione e costruisce a sue spese un'antenna di 9 metri nel giardino di sua madre. È il primo radiotelescopio nella storia. Nel 1938 Reber conferma che una zona del cielo nella costellazione del Sagittario emette onde radio molto forti, alla frequenza di circa 160 MHz.

Oggi abbiamo numerosi grandi radiotelescopi e queste onde radio extraterrestri sono studiate in dettaglio. La forte sorgente nella costellazione del Sagittario è chiamata *Sagittarius A**, abbreviato *Sgr A**. Sta esattamente al centro della nostra galassia. Se guardate il cielo notturno, il Sagittario, con il centro della galassia, è visibile verso le nove di sera da metà luglio (a sud est) fino a fine ottobre (a sud ovest).

Cos'è *Sgr A**? Cos'è questa «cosa» al centro della galassia che emette segnali così forti da disturbare comunicazioni terrestri? Il velo si dirada solo verso la fine degli anni Novanta: osservando le stelle che vi orbitano attorno, si calcola che *Sgr A** concentra una massa quattro milioni di volte la massa del Sole in un raggio piccolissimo. Conosciamo una sola spiegazione possibile: un buco nero gigantesco, con la massa di 4 milioni di stelle. Le emissioni radio sono prodotte dal calore di grandi quantità di materia — nubi di polvere, tal-

volta intere stelle — che gli vortica intorno infuocandosi, prima di esserne risucchiata.

Da sempre impariamo cose sorprendenti alzando lo sguardo verso il cielo. Osservando il moto del Sole e delle stelle, Anassimandro ha capito che abitiamo su un sasso che galleggia nello spazio. Osservandone l'ombra proiettata sulla luna durante le eclissi, Aristotele ha mostrato che questo sasso, la Terra, ha forma di palla. In una fatale notte del 1609, in una strada di Padova, Galileo ha alzato verso il cielo il suo tubo con lenti, vedendo cose che noi umani non avremmo mai potuto immaginare: fasi di Venere, anelli di Saturno, satelliti intorno a Giove, macchie sul Sole, montagne sulla luna... A ogni miglioramento dei telescopi, vediamo di più del vasto mondo: l'immensità della Via Lattea, la siderale vastità dello sterminato mare delle galassie, la caleidoscopica varietà di oggetti che lo riempiono: immense nubi di polvere, ammassi di stelle, esplosioni gigantesche, valzer di coppie e triple di stelle, scontri di galassie, getti di materia lunghi migliaia di anni luce, la stupefacente bellezza delle forme delle nebulose catturate dalle immagini del telescopio orbitante Hubble, e via via... tutta la crescente colorata zoologia dell'astrofisica contemporanea.



Ma di tutti gli strani oggetti che abbiamo scoperto nel cielo, i più strani sono i buchi neri. Sapevamo che in teoria potevano esistere: corrispondono a certe soluzioni delle equazioni della relatività generale di Einstein. Ma pochissimi sognavano esistessero davvero. Sembravano cose troppo strane: per fare un buco nero qui, per esempio, dovremmo trovare il modo di comprimere l'intero pianeta Terra, con tutte le montagne, mari, eccetera, sul fondo di una tazzina di caffè. A quel punto la Terra diverrebbe un buco nero. Di dimensioni che possono stare dentro una tazzina di caffè, ma ancora pesante come la Terra. Nessuno riteneva ragionevole che in natura potessero esserci processi capaci di schiacciare tanta massa in una regione

tanto piccola. Invece, negli anni Settanta gli indizi che alcuni oggetti nel cielo fossero proprio buchi neri si sono moltiplicati. Oggi lo studio dei buchi neri per gli astronomi è routine. Ne contiamo a migliaia.

Se potessimo vederlo da vicino, un buco nero si mostrerebbe come un buco in una scatola chiusa: un disco nero. Una regione dalla quale non arriva luce. La ragione è che la superficie del buco nero racchiude una zona dalla quale nulla può più scappare, neppure la luce, per la forte gravità dovuta alla materia molto concentrata. La superficie del buco nero si chiama «orizzonte» (talvolta, forse impropriamente, «orizzonte degli eventi»), perché non vediamo quello che c'è al di là, come non vediamo al di là dell'orizzonte sul mare. L'orizzonte sul mare esiste perché la Terra si incurva all'ingù e si nasconde alla nostra vista. L'orizzonte dei buchi neri ha qualcosa di simile: l'estrema concentrazione di materia curva intorno a sé lo spazio e il tempo, tanto da nascondere la regione centrale alla nostra vista. La forza che può comprimere tanta massa in così poco spazio è la più semplice: il peso. Quando smette di brillare perché ha bruciato in elio tutto il suo idrogeno, una grande stella sprofonda su sé stessa sotto il suo stesso peso, e si schiaccia in un buco nero. Così si è formata la maggior parte dei buchi neri che vediamo nel cielo, che ha quindi massa più o meno simile a una stella.

Ma *Sagittarius A** è ben altra bestia: un mostro gigantesco con la massa di 4 milioni di stelle, e una taglia mille volte la Terra. Come si sia formato e sia finito lì, nel centro della nostra galassia, non è chiaro, ma non sembra essere una peculiarità nostra:



la maggior parte delle galassie nasconde simili giganti. Una lontana galassia, la galassia «lenticolare» NGC 1277, sembra racchiudere un buco nero mille volte più grande del nostro: un gargantua con una massa di 5 miliardi di soli, largo un milione di volte la Terra...

Chi non vorrebbe vederli da vicino, questi mostri cosmici? Il problema è che, per quanto grandi, sono lontani. Il centro della galassia dista 26 mila anni luce. La luce che ci arriva da là è partita più o meno quando gli abitanti dell'Italia erano Neanderthal e i nostri antenati erano gli immigranti. A questa distanza, osservare Sgr A* è come voler osservare una pulce sulle Alpi stando a Messina. Fino a poco fa, l'idea di poter vedere Sgr A* «da vicino» sembrava assurda. Ci dovevamo accontentare di studiarlo in maniera indiretta, osservandone gli effetti su stelle vicine o le emissioni radio della materia che sta per caderci dentro.



Ma oggi i radioastronomi stanno mettendo a punto una tecnica per osservare Sagittarius A* direttamente. Fotografare il mostro. L'idea è collegare i grandi radiotelescopi nei diversi continenti, e farli funzionare come fossero una singola grande antenna. Un'antenna grande come la Terra. La chiave è sincronizzare gli orologi dei telescopi, perché quello che conta sono le minutissime differenze di tempo d'arrivo dei segnali fra un telescopio e l'altro. Oggi esistono orologi atomici di precisione fantastica, che perderebbero meno di un secondo lungo tutta la vita dell'universo. Con questi, si dovrebbe riuscire.

Il progetto si chiama «event-horizon telescope», perché l'obiettivo è vedere l'orizzonte («horizon») di Sagittarius A*. Coinvolge una ventina di università e un centinaio di scienziati sparsi nel mondo. Il telescopio centrale è sulla Sierra Negra, nello stato del Puebla, in Messico. È un progetto graduale: un primo gruppo di radiotelescopi è già collegato, e comincia a produrre immagini. Ci avviciniamo lentamente alla risoluzione necessaria per vedere direttamente Sagittarius A* negli occhi. O meglio, nell'occhio. A mano a mano che nuovi radiotelescopi vengono collegati, o costruiti, la risoluzione migliora. Se tutto va bene, prima della fine del decennio dovremmo avere una foto di un buco nero. Una foto del disco nero della pupilla del mostro.

Lo vedremo come prevede la teoria? Non lo sappiamo. I buchi neri hanno ancora aspetti misteriosi. Non sappiamo dove vada a finire tutta la materia che vediamo inghiottita dai buchi neri. Cosa succeda dentro, nel centro, è qualcosa che ancora non sappiamo. Dipende dalle proprietà quantistiche dello spazio, che controlliamo ancora male. Steve Giddings, un teorico dell'università di Santa Barbara in California, ha studiato l'ipotesi che effetti di gravità quantistica possano modificare l'aspetto esterno del buco nero. Le osservazioni ravvicinate potrebbero sorprenderci. Se lo faranno, sarà ancora più interessante: nuovi indizi su quello che ancora non

capiamo.

Siamo esserini che vivono sulla crosta di una palla di roccia lanciata nello spazio. Non sappiamo dove vada a finire tutta la materia che vediamo inghiottire dai buchi neri, come una piccola astronave. Fuori, attorno a noi c'è uno straordinario mondo ancora inesplorato. Come un bambino che si affaccia per la prima volta a una finestra sul mare, l'umanità intera sta a guardare dall'oblò dei suoi telescopi, curiosa, incantata.

© RIPRODUZIONE RISERVATA



Bibliografia

L'articolo di Steve Giddings *Black Holes, Quantum Information, and the Foundations of Physics* («Buchi neri, informatica quantistica e fondamenti della fisica») è apparso nell'aprile del 2013 su «Physics Today». Un testo di riferimento per l'astrofisica è il libro di Stephen Hawking *Dal Big Bang ai buchi neri* (traduzione di Libero Sosio, Rizzoli, 1990). Dello stesso autore: *Buchi neri e universi neonati. E altri saggi* (traduzione di Libero Sosio, Rizzoli, 1993). Altri libri sull'argomento: Kip Thorne, *Buchi neri e salti temporali* (traduzione di David Santoro, Castelvecchi, 2013); Leonard Susskind, *La guerra dei buchi neri* (traduzione di Franco Ligabue, Adelphi, 2009); Caleb Scharf, *I motori della gravità* (traduzione di Mauro Gaffo, Codice, 2014); Alessandro Marconi, *I buchi neri* (Il Mulino, 2013)

Tesi

COPERNICO VIVISEZIONATO

di STEFANO GATTEI

Il *De revolutionibus libri sex (1543)* di Copernico è uno dei pochi testi che stabiliscono un prima e un dopo: la Terra viene strappata dalla propria posizione privilegiata nel cosmo, l'uomo non è più al centro del mondo. L'universo non gira più per lui. Esce in questi giorni per *Les Belles Lettres* una nuova edizione dell'opera, che sarà un punto di riferimento imprescindibile per gli studi a venire. Frutto di lunghi anni di lavoro da parte di un gruppo eccezionale di studiosi dell'Osservatorio astronomico di Parigi (Michel-Pierre Lerner, Alain-Philippe Segonds e Jean-Pierre Verdet, con la preziosa collaborazione di Isabelle Pantin, Denis Savoie, Michel Toulmonde e in particolare di Concetta Luna, filologa della Scuola Normale di Pisa) i tre volumi — introduzione, testo latino e traduzione francese a fronte, commento — coprono complessivamente oltre 2.700 pagine. L'opera si caratterizza per intelligenza critica e perizia filologica: due elementi ineludibili, secondo Eugenio Garin, senza i quali la pagina rimane muta. L'analisi del testo, stabilito sulla base delle tre edizioni a stampa (oltre alla princeps, quelle del 1566 e del 1617) e del manoscritto, ha potuto per esempio evidenziare come la fine del libro quinto e buona parte del libro sesto siano una traduzione (implicita) dall'Almagesto di Tolomeo. Una novità assoluta, ma non la sola, in un'edizione destinata a rimanere nel tempo.

© RIPRODUZIONE RISERVATA

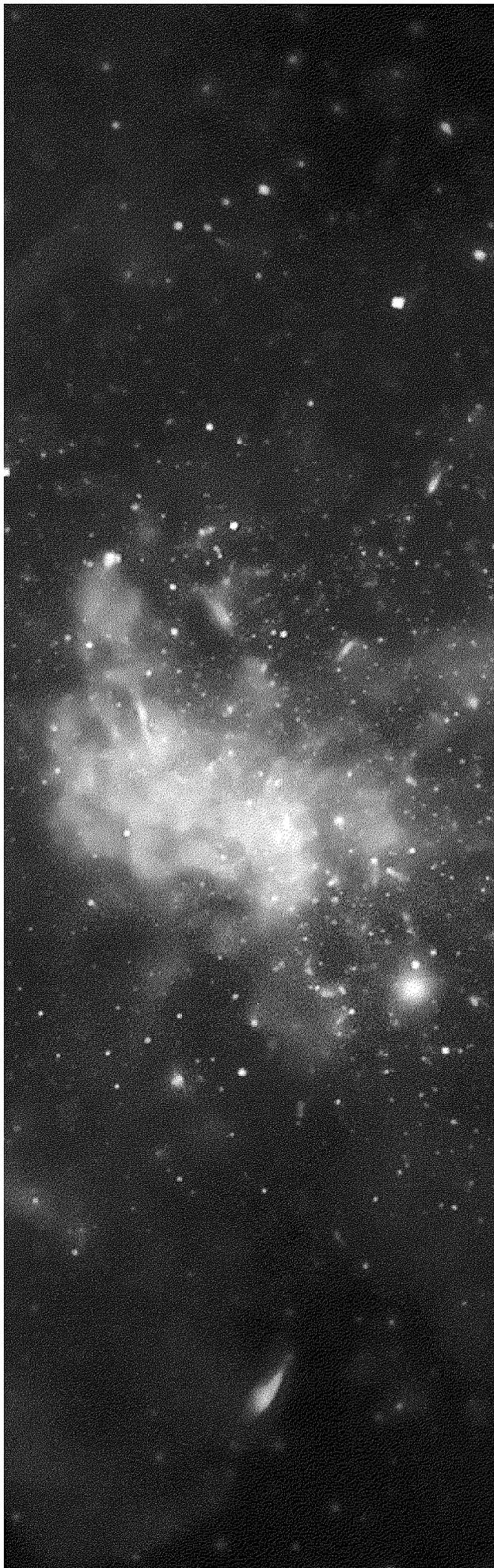


Immagine ottenuta dall'osservatorio a raggi X, Chandra, della zona centrale della Via Lattea, dove si trova la sorgente chiamata *Sagittario A**, e dove è stato individuato il buco nero che domina il centro della nostra galassia (Baganoff/Nasa)