

## COMPRENENT ELS FORATS NEGRES

Em trobe al despatx del director de l'Observatori Astronòmic de la Universitat de València, Vicent J. Martínez, per fer-li una entrevista sobre els forats negres. Però, per a sorpresa meua, quan s'obre la porta el científic no entra sol. Els físics Fernando Ballesteros, Alberto Fernández i Carlos Peña l'acompanyen. S'asseuen tots a la mateixa taula i note com, a poc a poc, em vaig posant una mica nerviós. A banda de la meua inexperiència, tenir al voltant quatre persones que saben, i en saben molt, d'un tema et fa sentir una mescla d'incomoditat i admiració. Allò que havia de ser una entrevista formal es converteix en una conversa entre quatre científics i un estudiant de periodisme que intenta descobrir els secrets d'aquesta incògnita que són els forats negres.

Per començar, podrien intentar explicar-me què és un forat negre tenint en compte que no sé d'astronomia?

FERNANDO BALLESTEROS: Hi ha una definició molt senzilla: si agafes una pedra i la llances a l'aire, cau; si la llances a més velocitat puja més i tarda més a caure. Quan la llances a certa velocitat, la d'escapament (que a la Terra és d'11 km/s), aquesta pedra ja no cau. Quan augmentes la gravetat superficial, la velocitat d'escapament augmenta. En el moment en què aquesta velocitat és major a 300.000 km/s (la velocitat de la llum) no es pot escapar ni la llum, i aleshores es tracta d'un forat negre.

I què és de la matèria que s'hi acosta?

F. BALLESTEROS: Si la matèria s'hi acosta massa serà absorbida, si passa l'horitzó.

És difícil d'imaginar.

VICENT MARTÍNEZ: Necessitem una concentració de massa en un volum prou reduït perquè la velocitat d'escapament en la superfície d'aquest cos siga la velocitat de la llum, de manera que ni la llum pot escapar-ne.

Com podem detectar-los, llavors, si són «negres»?

V. MARTÍNEZ: Això ja està relacionat un poc amb allò que passa al seu voltant, ja que si no n'ix llum no podem saber on és. Un forat negre aïllat a l'espai és indistingible.

I com sabem que existeixen?

V. MARTÍNEZ: Per la influència que tenen a l'entorn on es troben. Per exemple, el primer forat negre, descobert a la constel·lació del Cigne, el detectem perquè absorbeix la matèria d'un estel que gira al seu voltant. Aquesta

matèria s'escalfa a una temperatura de milions de graus i comença a emetre la radiació de raigs X que nosaltres observem.

Per tant no albirem el forat negre, sinó la matèria que absorbeix i escalfa, no?

CARLOS PEÑA: Exacte.

V. MARTÍNEZ: Hi ha un tipus de radiació sobre el qual podries preguntar a Carlos. És una radiació que, en principi, hauria d'emetre un forat negre, però no és una radiació ordinària: és la radiació de Hawking. Apareix si es considera la física quàntica, però encara no ha estat detectada.

C. PEÑA: Sí, podem explicar-ho millor, però abans, que quede clar què és un forat negre. Sempre s'ha d'intentar trobar una definició. Un objecte, pel principi de relativitat, no pot viatjar a més velocitat que la llum i aleshores res no s'escapa. L'exemple de la pedra és fonamental, ja que tu pots dir que la Terra és un forat negre per a qualsevol cosa que no tinga un motor per eixir-ne. Tècnicament, el forat negre està relacionat amb el terme «horitzó d'esdeveniments», que és un concepte matemàtic. Sempre que hi ha un horitzó d'esdeveniments hi ha un forat negre.

F. BALLESTEROS: Horitzó d'esdeveniments seria el punt en què la velocitat d'escapament és la de la llum, una espècie de frontera d'allò que és el forat negre.

V. MARTÍNEZ: L'horitzó d'esdeveniments correspon amb la frontera d'una esfera que té el radi de Schwarzschild, un concepte més tècnic. Per a la massa de la Terra aquest radi seria de 3 km: si tu comprimeixes tota la massa del Sol en aquest espai tindries ni més ni menys que un forat negre.

D'esquerra a dreta, Fernando Ballesteros, de l'Observatori Astronòmic de la UV; Alberto Fernández, del Departament d'Astronomia i Astrofísica de la UV; Vicent J. Martínez, director de l'Observatori Astronòmic de la UV, i Carlos Peña, de l'Institut de Física Corpuscular (IFIC), UV-CSIC.



© Alex M. Orts

Ara que parlem de comprimir extremadament la matèria, fent un parèntesi, és l'origen de l'univers un exemple d'aquesta compressió? He llegit que l'univers s'inicià en un punt de densitat infinita...

V. MARTÍNEZ: En realitat l'univers comença amb una gran explosió, però no en un lloc determinat, perquè si aquest lloc existira, l'univers ja existia amb anterioritat. L'explosió ocorre simultàniament a tot l'univers. Potser és més senzill pensar en un univers infinit, ja que si és infinit ho va ser sempre, fins i tot des del principi.

ALBERTO FERNÁNDEZ: El conflicte que se't planteja a tu, que a mi m'han preguntat sovint, és que si d'un forat negre no pot eixir-ne res, com va poder nàixer l'univers a partir de matèria concentrada, és a dir, d'un forat negre? El problema no és que hi haguera molta massa en un espai molt petit i que començara a expandir-se, sinó que el mateix espai s'ha expandit, i ho ha fet més ràpid que la llum. Som encara dins d'aquell forat negre, però aquest forat s'ha expandit.

C. PEÑA: Com deia abans, açò no deixa de ser una representació. Sempre és important recordar que tot açò és descrit per unes equacions. En aquesta fracció inicial a la qual fèiem referència no sabem la teoria, estem un poc perduts. De fet, no entenem els forats negres realment. Sabem moltes propietats dels forats negres, però no coneixem tots els seus engranatges.

Abans parlàvem d'una radiació especial, la radiació de Hawking. Què és?

C. PEÑA: Segons Stephen Hawking, aquests forats negres que ho absorbeixen tot no són absolutament negres, emeten una radiació de molt baixa intensitat, que no s'ha aconseguit mesurar encara, determinada per les característiques de la seua superfície. Els científics opinem que aquest raonament és correcte. Però ara falta observar-ho.

F. BALLESTEROS: A més, aquesta radiació, com que és de tan baixa freqüència, és apantallada per la radiació que emet la matèria que s'està escalfant al forat negre, per això és tan difícil de veure.

És cert que una possible manera de detectar un forat negre és la deformació que provoca en la llum dels cossos que hi ha al seu voltant?

A. FERNÁNDEZ: En efecte, el forat negre és un exemple d'aquest fenomen perquè té molta massa concentrada, però en realitat qualsevol massa deforma la llum.

C. PEÑA: El teu cos també fa una distorsió com la que puga fer el forat negre. Ara bé, és tan petita que és inapreciable.

A. FERNÁNDEZ: L'argument és igual que el del forat negre

que ja havies entès: tu tens un forat negre, molt massiu, que en el moment que alguna cosa hi passa prop l'absorbeix. Ara bé, si aquesta matèria hi passa un poc més lluny o a més velocitat, no serà absorbida, sinó que patirà una desviació en la seua trajectòria. Això és el que li passa a la llum, que no passa tan prop com per caure-hi, que se'n desvia. La que hi passe més a prop farà una espiral i entrarà en la seua òrbita.

De vegades es peca un poc de catastrofista quan es parla d'aquests temes. Un documental de la BBC sobre el tema mostrava els forats negres com uns destructors espacials que van arrasant-ho tot al seu pas...

A. FERNÁNDEZ: Sí, en efecte, però si no ets al seu pas no et passa res.

F. BALLESTEROS: I trobar-se al seu pas resulta molt improbable.

C. PEÑA: Mentre la trajectòria d'un objecte no passe per l'àrea d'influència d'un forat negre no li passarà res. Ara bé, si en la seua trajectòria s'encamina cap al forat negre i creua la frontera... adéu, i ja està.

A. FERNÁNDEZ: Per exemple, al centre de la nostra galàxia hi ha un forat negre enorme, de 3 milions de masses solars, i la galàxia no ha estat absorbida pel seu

centre ni res per l'estil.

A. FERNÁNDEZ: Un altre aspecte dels forats negres, que resulta molt curiós, és el tema de la informació. Un forat negre és negre i tot el que hi cau desapareix per a nosaltres. La informació li fa exactament igual, s'esvaeix.

C. PEÑA: El problema fonamental és que no tenim les equacions que determinen els forats negres i sorgeixen preguntes que no sabem respondre. Per exemple, el meu company comenta que la informació que hi introduïm es perd. En efecte, nosaltres podem introduir coses ordenades en un forat negre, però quan n'ixen estan totalment desordenades. Si tornem a allò que deia Hawking, els forats negres fan alguna cosa més que «engrossir»: també «suen» aquesta radiació que abans hem mencionat. La diferència és què allò que «mengen» està ordenat i la radiació que emeten és totalment desordenada.

On s'ha quedat l'ordre?

C. PEÑA: Doncs no ho sabem. En cert sentit els científics sabem que hem amagat sota l'estora el problema. No hi ha una violació aparent de res però no sabem explicar-ho perquè desconeixem què passa allà dins. El que passa allà dins és encara un misteri.

ÀLEX M. ORTS

Estudiant de Periodisme, Universitat de València

**«SI COMPRIMÍREM TOTA  
LA MASSA DEL SOL  
EN UN RADII DE 3 KM  
TINDRÍEM NI MÉS NI MENYS  
QUE UN FORAT NEGRE»**

(VICENT MARTÍNEZ)