

## TRANSPARÈNCIES GALÀCTIQUES EN LA FOSCOR DE LA NIT

**P**er què la nit és fosca? Aquesta pregunta es coneix com a paradoxa d'Olbers, ja que amb el raonament que feia Heinrich Olbers el 1823 concloem que el cel nocturn hauria de brillar tant com ho fa el Sol. L'argumentació és bastant senzilla de seguir: si l'univers és espacialment infinit i està poblat per una quantitat infinita d'estels, mirem en la direcció que mirem, tard o d'hora, haurem de trobar un estel, de manera semblant a quan dins d'un bosc espès, si dirigim la mirada en qualsevol direcció, trobem indefugiblement el tronc d'un arbre. L'evident foscor de la nit contradiu aquesta conclusió, però la paradoxa i les seues possibles solucions han estat presents en la literatura astronòmica des del seu plantejament.

Els models d'univers jeràrquic que varen defensar John Herschel i Richard Proctor al segle XIX eren una solució intel·ligent a la paradoxa que feia compatible la foscor de la nit amb la infinitud dels estels, sempre que aquests es distribuïren segons allò que avui anomenem un fractal, de manera que els estels s'agruparien en galàxies, aquestes en cúmuls de galàxies, el cúmuls en agrupaments més grans i així successivament sense límit. Avui sabem que aquesta imatge jeràrquica es verifica en determinades distàncies, a escales més grans, però, la jerarquia es trenca per donar pas a una distribució més homogènia. Aleshores l'univers fractal no pot pas ser la solució a la paradoxa d'Olbers.

Les galàxies són agrupacions de centenars de milers de milions d'estels que junt amb grans quantitats de pols i gas constitueixen els elements bàsics del teixit còsmic. La formulació moderna de la paradoxa d'Olbers caldria plantejar-la fent ús de galàxies i no d'estels. Fóra convenient saber si les galàxies són o no transparents, és a dir si és o no possible veure objectes brillants que estiguen tot just al seu darrere. Això depèn bàsicament de la quantitat de pols que trobem en les galàxies i els seues efectes sobre l'opacitat d'aquestes estructures. La imatge que acompanya aquestes línies va ser realitzada pel telescopi espacial Hubble l'any 2000. Hi podem veure dues galàxies espirals conegudes com NGC3314a i NGC3314b. Aquestes dues galàxies, vistes des de la Terra, es troben, per una extraordinària casualitat, perfectament alineades, és a dir, una es troba tot just davant l'altra. La més pròxima està a 117 milions d'anys llum de la Terra, la distància de la segona és de

140 milions d'anys llum. No són, per tant, objectes que interaccionen l'un amb l'altre. La més petita és la que es troba davant, i és en la que millor s'aprecia l'estructura espiral, no sols per trobar-se de cara, sinó perquè la llum de la galàxia del fons silueteja part del seu material més fosc. Els núvols de gas interestel·lar associats als braços espirals de la galàxia de davant absorbeixen part de la llum procedent de la galàxia més llunyana, i els apreciem brillants quan queden projectats sobre la foscor del cel profund i més foscos quan al darrere brilla l'altra galàxia. La taca taronja que s'observa al centre de la imatge és el nucli de la galàxia del fons. De la mateixa manera que a la posta del Sol la llum del nostre estel s'enrogeix, ja que travessa un major volum d'atmosfera terrestre, el nucli de la galàxia del fons l'observem enrogit com a conseqüència del fet que la seua llum ha de travessar els núvols de pols de la galàxia de davant. L'anàlisi d'aquesta imatge ha permès concloure que les galàxies espirals són bastant transparents perquè deixen veure objectes que brillen al seu darrere. Aquest és un resultat important, almenys per dos motius:

1. En les galàxies espirals, els estels giren al voltant del centre galàctic. Al final dels anys 70, l'equip liderat per l'astrònoma americana Vera Rubin mesurà les velocitats de rotació dels estels en algunes galàxies espirals i va arribar a un resultat inesperat: les velocitats de rotació romanien constants fins a grans distàncies del centre. Hom esperaria que les velocitats de rotació disminuïren en augmentar la distància al centre, com ho fan les velocitats de rotació dels planetes en el seu gir al voltant del Sol. La constància de la velocitat de rotació estel·lar només es pot explicar postulant l'existència d'una gran quantitat de massa no visible en les galàxies que, malgrat no brillar, exerceix la influència gravitatòria que explica aquestes observacions. La natura d'aquesta matèria fosca és encara un dels problemes sense resoldre de la cosmologia moderna. Doncs bé, si com a conseqüència de la pols interestel·lar les galàxies foren molt opaques, part de la seua pròpia llum no ens arribaria i per tant les observacions subestimarien de manera notable la matèria estel·lar ordinària que contenen les galàxies, i estaríem atribuint una rellevància excessiva a la matèria fosca. No és aquest el cas, doncs.

2. Els quàsars són nuclis de galàxies actives molt energètics. Això fa que siguin els objectes més llu-



Cortesia de William Keel, NASA i el Hubble Heritage Team, STScI/AURA

Dues galàxies espirals que es troben exactament en la mateixa línia de la visual, en la direcció de la constel·lació de la Hidra a l'hemisferi sud.

nyans observats. Però més enllà d'una certa distància, al voltant del 85% del radi de l'univers visible, ja no es detecten. Alguns astrònoms atribueixen aquest fenomen al fet que la llum de quàsars que estigueren més enllà d'aquest límit seria eclipsada per les galàxies que es troben en el seu camí. La gran transparència de les galàxies no dóna suport a aquesta hipòtesi i cal, per tant, buscar una altra raó per a explicar l'absència de quàsars a aquestes grandíssimes distàncies.

Però si el cel nocturn no brilla, fins i tot és poblat de galàxies que ens permeten veure la llum que hi ha al seu darrere, com soluciona l'astronomia moderna la paradoxa d'Olbers? El model cosmològic actual prediu un univers en expansió amb una edat finita d'uns 15.000 milions d'anys. Com a conseqüència de l'expansió, la longitud d'ona de la radiació emesa

pels objectes molt llunyans hauria experimentat tal desplaçament cap al roig que hauria sortit de la finestra de l'espectre de radiació visible. Aquest fet contribueix a la solució de la paradoxa d'Olbers, però la contribució més important és l'existència d'un horitzó que tancaria la part de l'univers que avui ens resulta possible d'observar. Efectivament l'univers observable és bàsicament el que es troba dins una esfera d'uns 15.000 milions d'anys llum de radi. La llum de possibles objectes situats fora d'aquesta esfera no ha tingut temps, en tota la història de l'univers, d'arribar a la Terra. La quantitat de galàxies contingudes dins aquesta esfera no és, ni de bon tros, suficient per fer brillar el cel nocturn.

VICENT J. MARTÍNEZ

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