

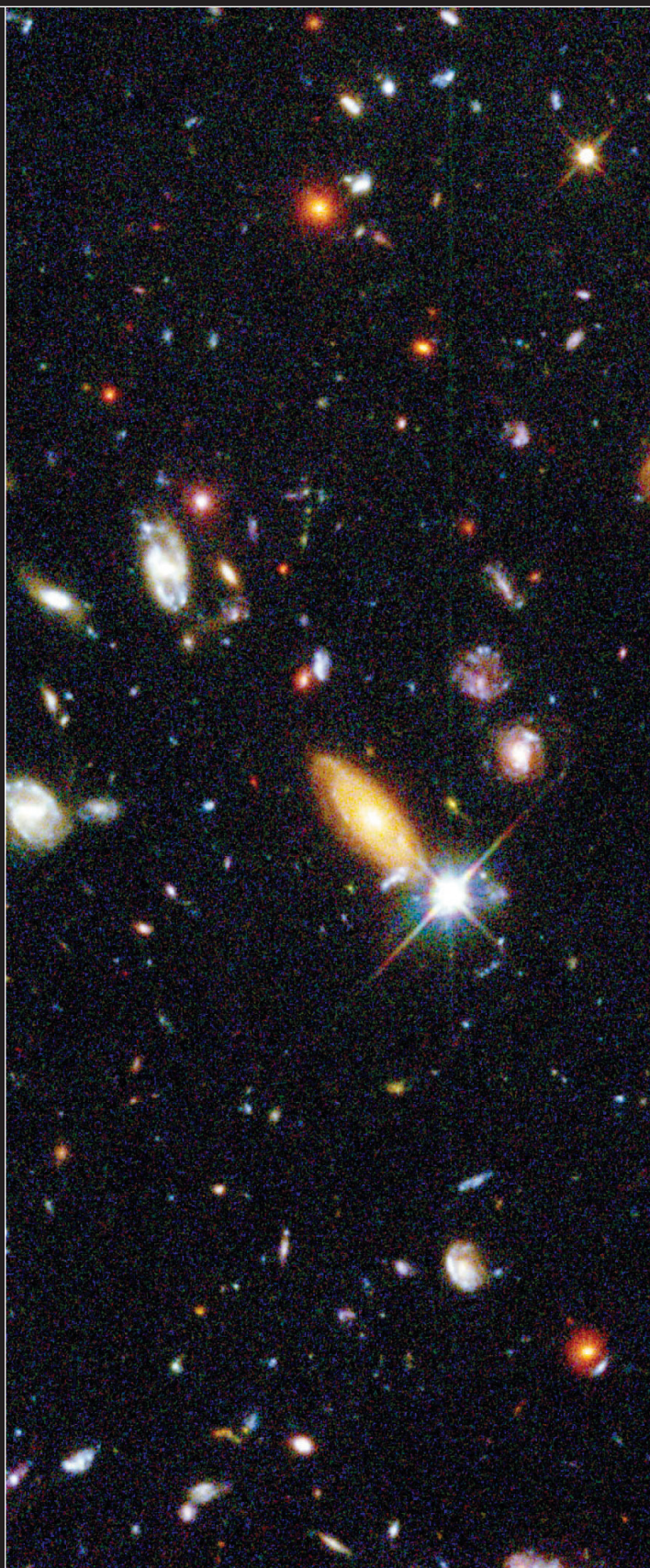
HISTÒRIA DEL BIG BANG

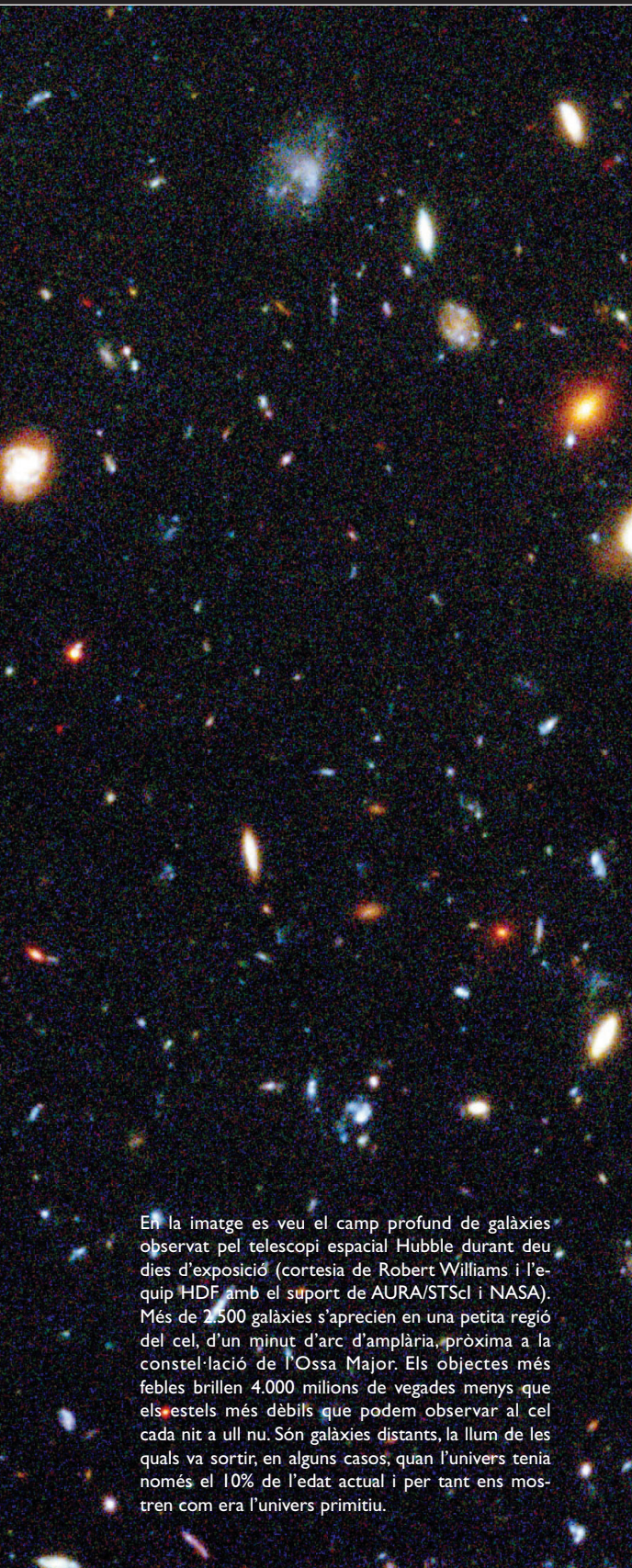
Què són els forats negres? Té sentit preguntar-se què existia abans de la gran explosió? L'univers s'expandeix, però en què?, com és de gran?, quina edat té?, és infinit?, és pla? Què són les supernoves i per què ens informen que l'univers s'expandeix acceleradament? De què està fet l'univers? Quina és la natura de la matèria fosca i on es troba? Hi ha vida en algun altre indret de l'univers? Aquestes són algunes de les preguntes que sovint fan els oients en les xarrades de divulgació d'astronomia i cosmologia. Moltes d'elles no tenen una resposta senzilla, d'altres, fins i tot, no en coneixem la resposta. L'objectiu d'aquesta secció de MÈTODE és posar a l'abast dels seus lectors respostes a aquestes i a altres qüestions a la llum de les investigacions astronòmiques més recents i així, anar, a poc a poc, desvelant l'univers.

Escric aquestes ratlles uns dies després d'haver-se celebrat a València el seminari internacional "Desenvolupament històric de la cosmologia moderna". En aquest seminari cosmòlegs i historiadors de l'astronomia han repassat els esdeveniments científics que, en els darrers vuitanta anys, han fet progressar de manera espectacular la nostra comprensió de l'univers.

A principi de segle la majoria dels astrònoms pensaven que tot allò que s'observa des de la Terra forma part de la nostra galàxia, fins i tot les nebuloses espirals que el 1845 havia dibuixat Lord Rosse assegut davant el telescopi més gran de l'època, el Leviatan de Parsonstown, a Irlanda. Aquesta era la idea que va defensar Harlow Shapley, astrònom americà que més tard esdevindria director de l'Observatori de Harvard, en l'anomenat Gran Debat celebrat a Washington el 26 d'abril de 1920. Tenia enfront Heber Curtis, director de l'Observatori d'Allegheny, el qual, amb arguments molt més febles, sostenia que aquestes nebuloses eren altres galàxies com la nostra, universos-illa, era el terme que utilitzà, encunyat per Emmanuel Kant 165 anys abans. Curtis tenia raó i la prova arribà el 1925 quan Edwin Hubble va mostrar que la nebulosa d'Andròmeda es trobava més enllà dels límits de la nostra galàxia. Anys després, el mateix Hubble descobria que l'univers anava expandint-se, les galàxies s'allunyaven les unes de les altres i això volia dir que l'univers era dinàmic, canviant amb el temps: en el passat hauria estat molt més dens i calent que no ara. A poc a poc va anar configurant-se la teoria de la gran explosió. Les equacions de la relativitat general que Einstein aplicà el 1917 per descriure l'univers varen ser magistralment resoltes pel matemàtic rus Alexander Fridman i pel clergue belga Georges Lemaître tot proporcionant les bases del model cosmològic estàndard.

En els primers minuts després de la gran explosió es formen els elements lleugers amb les abundàncies que





En la imatge es veu el camp profund de galàxies observat pel telescopi espacial Hubble durant deu dies d'exposició (cortesía de Robert Williams i l'equip HDF amb el suport de AURA/STScI i NASA). Més de 2.500 galàxies s'aprecien en una petita regió del cel, d'un minut d'arc d'amplària, pròxima a la constel·lació de l'Ossa Major. Els objectes més febles brillen 4.000 milions de vegades menys que els estels més dèbils que podem observar al cel cada nit a ull nu. Són galàxies dístants, la llum de les quals va sortir, en alguns casos, quan l'univers tenia només el 10% de l'edat actual i per tant ens mostren com era l'univers primitiu.

observem avui. Efectivament, els càlculs fets en els anys cinquanta i seixanta de les proporcions d'hidrogen, heli, deuteri i liti en el model de la gran explosió coincideixen extraordinàriament amb l'abundància observada d'aquests elements. Aquesta va ser una de les primeres prediccions de la teoria confirmada per les observacions. En seguiren d'altres i en molts casos la seua interpretació va anar acompanyada d'agres disputes entre els partidaris de la gran explosió i els partidaris de la teoria de l'estat estacionari, entre els quals destaquen Fred Hoyle, Thomas Gold, Hermann Bondi i Jayant Narlikar. En aquesta teoria, l'univers és infinitament vell i sempre ha tingut el mateix aspecte que ara. Per fer compatible aquesta idea amb l'expansió uniforme de l'univers cal que es cree matèria constantment per omplir l'espai que va quedant entre les galàxies. Aquesta visió d'un univers immutable en el temps, malgrat els seus innegables atractius filosòfics, va entrar en conflicte amb les observacions de radiogalàxies i quàsars, aquests objectes que es troben molt lluny i per tant els observem com eren fa milers de milions d'anys, ens mostren clarament que el contingut de l'univers ha canviat amb el pas del temps.

Finalment el 1965 els radioastrònoms americans Arno Penzias i Robert Wilson detectaren la radiació de fons de microones. L'existència d'aquesta radiació difusa s'explica de forma natural en el model de la gran explosió: quan l'edat de l'univers és d'uns 300.000 anys, l'univers s'ha refredat prou per fer possible la formació d'àtoms d'hidrogen. Abans, aquests estaven dissociats en protons i electrons. La matèria en aquest estat es denomina plasma i es trobava acoblada amb la radiació, totes dues a la mateixa temperatura. Quan es formen els àtoms d'hidrogen, en l'època de recombinació, la radiació electromagnètica s'allibera de la matèria i l'univers esdevé transparent. Aquesta radiació s'hauria de detectar avui a una temperatura d'uns 3 K i això és el que Penzias i Wilson varen trobar. Els resultats varen ser publicats en la revista *The Astrophysical Journal Letters*. Precedint el seu treball i en el mateix número de la revista, els astrofísics Robert Dicke, James Peebles, Peter Roll i David Wilkinson publicaren un article on s'explicava l'origen cosmològic d'aquesta radiació. El descobriment va constituir una de les evidències observacionals més clares a favor del model de la gran explosió. La notícia aparegué en primera plana del *New York Times* el dia 21 de maig de 1965 i des d'aleshores fins ara ha estat un dels principals objectes d'estudi de la cosmologia observacional.

VICENT J. MARTÍNEZ
 Director de l'Observatori Astronòmic
 de la Universitat de València