



Els investigadors de l'univers

L'IFAE i l'IEEC són dos centres de recerca catalans que investiguen per desxifrar els misteris que guarda l'univers. D'una banda, miren el cel per estudiar els objectes i fenòmens cosmològics i, de l'altra, estudien la física de partícules en la qual es fonamenta el món macroscòpic.

Reportatge d'Àstrid Bierge

L'univers és un lloc francament enigmàtic. Només cal dir que tot el que veiem i coneixem més o menys bé, és a dir, la llum i la matèria de la qual estem fets nosaltres, els planetes, les estrelles o les galàxies, representen un insignificant 5% del total de l'univers. El 95% restant, ni el veiem ni sabem ben bé de què és fet. Fins al 1998, ni tan sols érem conscients del nostre grau de desconeixement. Aquell any es va fer un descobriment

xocant que anava en contra de tota lògica astrofísica, un fenomen inexplicable tant des del punt de vista cosmològic com quàntic.

Fins llavors es donava per fet que l'univers s'expandeix cada cop més a poc a poc. Tenia sentit científic pensar que la gravetat aniria frenant l'expansió provocada per la força del Big Bang. Es van fer diversos experiments per saber a quin ritme s'estava frenant i el resultat va ser el més inesperat possible. L'univers s'es-

tà expandint cada cop més ràpid. Investigadors de l'Institut d'Estudis Espacials de Catalunya (IEEC) van participar activament en aquest experiment. El Nobel de física del 2011 es va donar als tres científics que van fer la sorprenent descoberta.

Aquest canvi sobtat d'escenari va forçar els astrofísics a introduir un nou actor en l'univers. Calia posar-li un nom al fenomen que supera la força de la gravetat i impulsa l'univers a créixer amb

Recreació artística d'un dels telescopis que es volen construir en el marc del projecte Cherenkov Telescope Array, que pretén estudiar els raigs gamma per obtenir informació sobre els objectes d'on provenen.

acceleració. En van dir energia fosca. Ramon Miquel, director de l'Institut de Física d'Altes Energies (IFAE), es dedica entre d'altres coses a investigar aquesta misteriosa substància: "No tenim ni la més remota idea de què és. El concepte d'energia fosca és un *deus ex machina*, no sabem com explicar un fenomen i ens hem inventat un concepte que l'expliqui. És una manera de codificar el nostre desconeixement però no sabem si és una energia ni sabem què vol dir que sigui fosca". Podríem imaginar-la, diu, com una mena de fluid còsmic que d'alguna manera genera una repulsió que venç la gravetat. En tot cas, resulta que això que no entenem gens ni mica representa un 70% de l'univers, comptant matèria i energia.

Diversos projectes estan intentant obtenir informació de l'energia fosca, i recentment se n'ha engegat un d'àmbit estatal, el PAU (Physics of the Accelerating Universe). S'ha instal·lat una càmera en un telescopi de les illes Canàries que permet saber de manera molt precisa com de lluny paren les galàxies. La precisió és tan alta perquè la càmera permet prendre imatges de la llum que li arriba en 40 rangs diferents de l'espectre electromagnètic. La llum sempre porta informació, en funció de la quantitat d'ones i de la seva longitud, es poden treure conclusions sobre on és i com és la cosa d'on prové. Per tant, si fragmentes la llum que reps d'una galàxia i observes el flux de llum que hi ha en 40 longituds d'ona diferents, pots obtenir informació molt precisa sobre la posició i el moviment d'aquella galàxia. Això es fa amb filtres. Si poses un filtre vermell davant de la càmera, només hi passarà la llum vermella. Tant l'IFAE com l'IEEC han tingut un paper líder en aquest projecte, en el seu disseny i també en la construcció de la càmera.

Els dos centres així mateix col·laboren en un projecte internacional similar, el DES, que compta amb una càmera amb només cinc filtres –en comptes de 40– però que permet prendre imatges de

fragments molt més grans del cel, i captar 150.000 galàxies per fotografia. Les dues aproximacions –la precisió i l'amplitud– són complementàries per a l'estudi de l'energia fosca. Pel que fa al futur, s'està preparant un projecte internacional per construir un satèl·lit, l'Euclid, que pugui fer aquestes mesures des de l'espai. Sense l'atmosfera, la llum arriba més nítida i per tant es poden captar imatges molt més clares. L'IEEC i l'IFAE hi contribueixen amb la construcció d'una part important i delicada del satèl·lit. Es tracta de la roda que haurà d'anar col·locant els diferents filtres en funció de les ordres enviades des de la Terra per control remot. Hi haurà cinc filtres, i per tant podrà captar cinc longituds d'ona diferents. Aquesta roda, que haurà de moure's, no pot fallar, i aquí rau la dificultat. L'Euclid estarà a 1,5 milions de quilòmetres de la Terra; si la roda s'encaïlla, no la podrà anar a arreglar ningú.

Mirant la matèria invisible

Hi ha una segona substància que ens és desconeguda i que representa al voltant d'un 25% del total de l'univers. Es tracta de la matèria fosca, que no té res a veure amb l'energia fosca i que entenem una mica millor. Però tampoc gaire. El Model Estàndard, que és com la Bíblia de la física de partícules, no té una explicació per a cap dels dos fenòmens.

La matèria fosca s'anomena així perquè ni absorbeix llum, ni n'emet ni en reflecteix. Dit d'una altra manera, no la podem veure. Només sabem que existeix perquè, com tota matèria, té força gravitatòria, i per tant es poden observar i mesurar els efectes que exerceix en la matèria convencional que l'envolta. Així, quan els científics miren estrelles o galàxies llunyanes, sovint veuen que el camp gravitatori que les afecta no es pot explicar sense la presència de més matèria que la que poden veure.

Hi ha altres manera de detectar-la, m'explica Miquel, que és especialista en aquest tipus d'observacions. La gravetat també torça els raigs de llum, i per tant si

hi ha molta matèria fosca entre una galàxia i nosaltres, els científics en reben una imatge molt distorsionada, amb formes estranyes.

També s'estan intentant fabricar partícules de matèria fosca. A l'accelerador de partícules LHC del CERN, a Ginebra, fan col·lidir protons quasi a la velocitat de la llum i, quan s'esmicolen, es poden generar partícules que prèviament no existien en els protons. Pot sortir-ne de tot, la clau està a aplicar prou energia a la col·lisió perquè es pugui produir allò que busques. Buscant, buscant, un dia cèlebre van trobar el bosó de Higgs, i de fet un dels dos detectors que el van captar és l'ATLAS, un projecte en què l'IFAE fa un paper molt rellevant. Doncs bé, els dos experiments més grans de l'accelerador més potent del món estan mirant de generar partícules de matèria fosca. No és que després poguessin conservar-les en un lloc per estudiar-les, durarien molt poc temps, però el detector a l'accelerador de partícules podria captar unes dades que ajudarien a definir aquella partícula, a saber com és.

El neutrí és una partícula subatòmica elemental que podria donar pistes sobre la naturalesa de la matèria fosca. Els neutrins no interaccionen amb la força electromagnètica, és a dir, que tampoc absorbeixen, emeten o reflecteixen llum. Per tant, diu Miquel, en un punt es va pensar que podrien ser les partícules que conformen la matèria fosca. Malauradament es va comprovar que no es així i que els neutrins només representen una ínfima part de la matèria fosca que hi ha a l'univers. →

**LA MATÈRIA FOSCA
ES DIU AIXÍ PERQUÈ
NI ABSORBEIX LLUM,
NI N'EMET NI EN
REFLECTEIX**

La PAUCam (a sota), instal·lada al telescopi William Herschel de l'Observatorio El Roque de los Muchachos (La Palma, illes Canàries) permet saber de manera molt precisa com de lluny són les galàxies observades. Una informació molt útil per estudiar la misteriosa acceleració de l'expansió de l'univers. A l'altra pàgina, representació artística de la sonda espacial LISA Pathfinder, que ha de provar les tecnologies necessàries per al futur observatori d'ones gravitacionals LISA.



IFAE

→ D'altra banda, quan dues partícules d'antimatèria es troben, poden anihilar-se l'una a l'altra i convertir-se en energia, concretament raigs gamma. És veritat que hem dit que la matèria fosca no emet llum, però si s'anihila, deixa de ser matèria per transformar-se en energia, i això genera llum. L'estudi d'aquests raigs gamma, ens explica Miquel, podria do-

nar-nos informació sobre la matèria fosca de la qual provenen. "Observem galàxies properes tot buscant fonts de raigs gamma que no es puguin explicar d'una altra manera. N'hem trobat, però de moment no es pot descartar que es deguin a d'altres fenòmens".

De fet, més enllà de la matèria fosca, l'estudi dels raigs gamma, que són

els més energètics de l'espectre electromagnètic, pot donar-nos molta informació sobre els successos més energètics de l'univers, com ara les supernoves. Francesca Figueras, vice-directora de l'Institut d'Estudis Espacials de Catalunya (IEEC), ens parla del projecte internacional Cherenkov Telescope Array (CTA), en el qual participen molt activament tant aquest centre com l'IFAE. "Els raigs gamma, quan travessen l'atmosfera de la Terra, produeixen una cascada precisa de partícules que s'anomena llum Txerenkov", explica Figueras. En el marc del projecte CTA, es construiran més de cent telescopis per analitzar aquesta llum i, així, estudiar els raigs gamma que ens arriben de l'univers i transporten informació del seu origen. La construcció del primer telescopi ja està en marxa a l'observatori de les Illes Canàries.

L'IEEC també participa en la missió Gaia, un observatori de l'Agència Espacial Europea (ESA) que es va llançar a l'espai l'any 2013. En el període de cinc anys que ha de durar la missió, s'observaran amb molta precisió més de mil milions d'estrelles de la Via Làctia, fent un mapa de les seves posicions, de la distància que ens en separa, dels seus moviments respecte a nosaltres i dels canvis en la brillantor. Analitzant la llum d'aquesta quantitat ingent d'estrelles no sols podrem saber la seva edat, composició química i massa sinó també obtenir informació sobre l'origen i l'evolució de la nostra galàxia. A més, ens explica Figueras, també podrem avançar en l'estudi de la matèria fosca: "No sabem si la matèria fosca és freda o calenta, però sabem que, si és freda, el nombre de galàxies satèl·lit que hi ha al voltant de la Via Làctia hauria de ser alt. Per tant, les dades que generi Gaia en aquest sentit ens seran molt útils per conèixer millor la naturalesa de la matèria fosca". L'IEEC va tenir un paper important en el disseny de la missió i actualment és un dels centres responsables del preprocessat de les dades que ens