



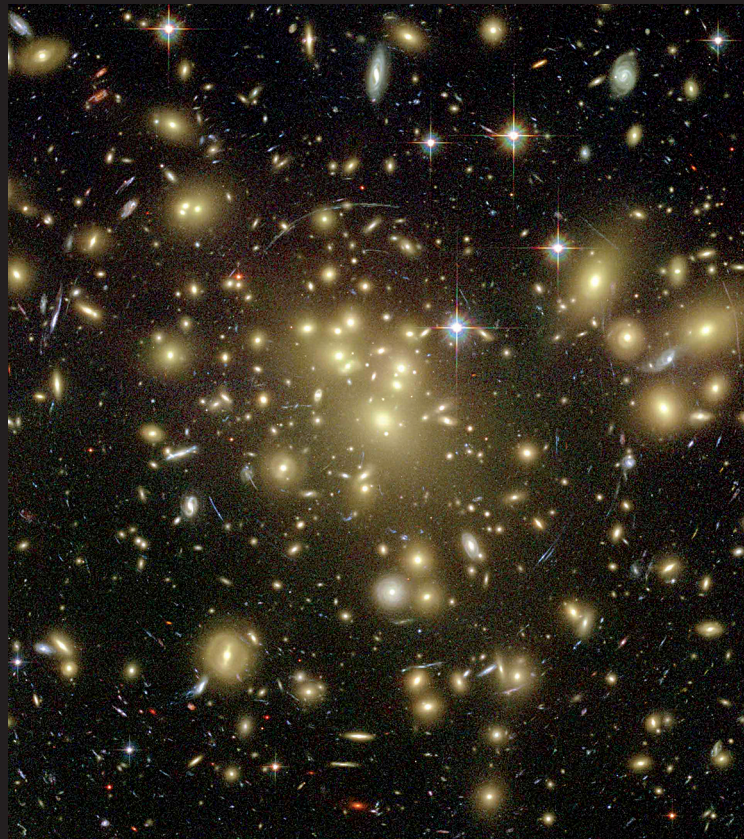
L'INVENTARI CÒSMIC

En l'antiga Grècia, Empèdocles va afirmar que tot es componia de només quatre elements: aigua, foc, terra i aire. Va ser, sens dubte, el primer intent de descriure el contingut del nostre univers. Més de cent anys després, Aristòtil hi va afegir un cinquè element: l'èter o quinta essència, que formava els estels, mentre que els altres quatre eren els constituents de les substàncies terrestres.

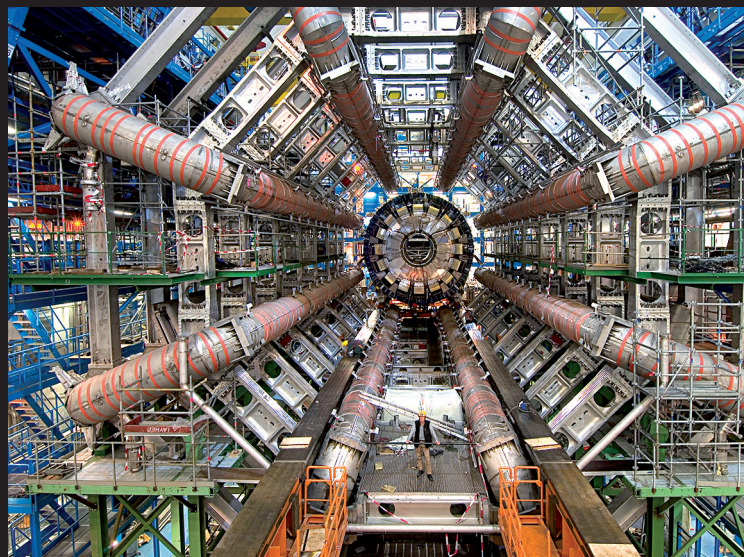
Amb el transcurs del temps els alquimistes van començar a diferenciar els elements: el ferro de les armes i les eines de conreu, el bronze de les primeres monedes, l'or de les joies. En el segle XIX, el rus Mendelèiev va posar ordre i va establir la taula periòdica: hidrogen, heli, liti, beril·li, bor, carboni, nitrogen, oxigen... més de cent. Quasi tots els elements químics que formen part de les molècules del nostre cos es van formar fa milers de milions d'anys en l'interior d'estels que avui ja no existeixen. La fusió termonuclear és la font d'energia dels estels, un mecanisme pel qual es transforma primer l'hidrogen en heli i després, progressivament, en altres elements químics com el carboni, l'oxigen, el silici o el ferro. Aquest últim és l'element més pesant que es forma durant la vida *tranquil·la* d'un estel. L'or de les nostres joies o l'urani dels reactors nuclears es produeix al final de la vida d'estels molt massius, gràcies a reaccions termonuclears que ocorren en les explosions de supernoves, que a més serveixen per a inundar el medi interestel·lar amb els elements químics que es van formar en l'interior d'aquells estels. De les restes d'aquestes explosions es van formar noves generacions d'estels, com el nostre Sol. Molts estels alberguen sistemes planetaris, com el nostre Sistema Solar, i qui sap si també vida com la Terra.

Però com Shakespeare posa en boca de Hamlet: «Hi ha més coses al cel i la terra, Horaci, que les que pot imaginar el teu pensament.» Les observacions cosmològiques actuals apunten que en l'univers només el 5% és matèria ordinària, un altre 25% és un tipus de matèria ben diferent del que coneixem i la naturalesa de la qual continua essent un misteri, la matèria fosca. Els grans acceleradors de partícules, com el LHC (Gran Col·lisionador d'Hadrons) al CERN, la cerquen i potser, algun dia, la trobaran. Més estrany encara es fa el concepte d'energia fosca, que contribueix amb un 70% al total i deu ser, per tant, el component dominant del contingut de matèria i energia de l'univers.

L'existència de la matèria fosca es va postular fa molts anys. Des que, l'1 de gener de 1925, l'astrònom americà Edwin Hubble va mostrar que la galàxia d'Andròmeda era una galàxia com la nostra i, per tant, no formava part de la Via Làctia, es van començar a catalogar centenars



El cúmul d'Abell 1689 conté matèria fosca que distorsiona les imatges de les galàxies remotes com a conseqüència de l'efecte lent gravitatòria.



L'accelerador de partícules Large Hadron Collider, al CERN (Ginebra). En un futur, aquesta gran instal·lació científica podria revelar la naturalesa de la matèria fosca.



© N. Benítez, T. Broadhurst, H. Ford, M. Clavin, G. Hartig, G. Illingworth, NASA, the ACS Science team, ESA



© CERN

de galàxies primer, més tard milers, i avui dia milions d'aquestes enormes concentracions d'estels, pols i gas, que contenen, en molts casos, centenars de milers de milions de sols. Ben aviat es van adonar els astrònoms que les galàxies semblaven sociables –la gravetat les fa així–, i s'agrupen per formar estructures més grans. En fotografiar grans àrees del cel, es va poder comprovar que hi havia cúmuls constituïts per centenars o milers de galàxies. Un dels més espectaculars i pròxims és el cúmul de Coma, a uns 325 milions d'anys-llum. L'astrònom d'origen suís, però establert a Califòrnia, Fritz Zwicky va intentar, en els anys trenta, determinar la massa d'aquest cúmul i va arribar a la conclusió que, donades les velocitats a què es desplacen les galàxies en el seu si (com les abelles en un eixam), l'única manera d'explicar que el cúmul no es disgregara era que hi haguera una gran quantitat de matèria no visible que el mantinguera lligat per efecte gravitatori. Va postular, per primera vegada, l'existència de matèria fosca. La seua contribució a la massa total del cúmul és molt superior a la suma de la massa de les galàxies que el componen. Moltes altres evidències s'han aportat des de llavors per justificar la necessitat de comptar amb la matèria fosca en l'inventari còsmic, encara que la seua naturalesa continua sent un misteri.

En estudiar les explosions de supernova en galàxies situades a milers de milions d'anys llum, els cosmòlegs han conclòs que la seua brillantor és més dèbil que s'esperava. En realitat, aquesta observació l'expliquen argumentant que la distància que ha recorregut la llum de les supernoves fins a arribar als nostres telescopis és major que no es pensava, i això s'explica si l'univers s'està accelerant. La raó d'aquesta acceleració no és clara. Els cosmòlegs parlen, sense saber ben bé què és, d'energia *fosca*: no és matèria i, per tant, no es pot detectar mitjançant el seu influx gravitatori; tampoc emet radiació. Es tracta d'una energia associada a l'espai mateix, que actua com una gravetat repulsiva, i que seria la responsable de l'acceleració còsmica.

Dos mil quatre cents anys després d'Aristòtil, ens agrada o no, els successors d'aquells pensadors i filòsofs de la naturalesa en l'antiga Grècia continuem parlant –com ells– de quinta essència: d'un costat fosc i desconegut de l'univers. A pesar de tot el que hem après, només coneixem la punta de l'iceberg; la resta, la major part de l'univers, continua essent un misteri.

**«ESTEM ELS COSMÒLEGS
REEDITANT CONTÍNUAMENT
UN MODEL D'UNIVERS
–POTSER ERRONI– PER
ACOMODAR-LO A LES
NOVES I INESPERADES
OBSERVACIONS?»**



© Fermilab

Igual com els caramels de goma del flascó, el contingut de l'univers és fonamentalment fosc (com els caramels negres, que representen el 95% del flascó). Només al voltant del 5% de l'univers (la mateixa proporció que els caramels de colors clars) està constituït per matèria ordinària.

Els astrònoms precopernicans feien cada vegada més complexos els models geocèntrics del món, afegint-hi noves esferes, epicicles, deferents, etc. Tractaven, segons els historiadors actuals, de descriure els fenòmens, no d'explicar-los. Però les complicacions eren tan evidents que van portar el mateix Alfons X el Savi a afirmar que «si haguera estat present en la Creació, hauria suggerit un esquema més simple». Estem els cosmòlegs d'avui dia fent alguna cosa semblant, postulant l'existència de components exòtics per explicar l'univers? Estem reeditant contínuament un model d'univers –potser erroni– per acomodar-lo a les noves i inesperades observacions? Serà necessari plantejar la crisi del model i buscar alternatives, potser un canvi de paradigma? El temps ens donarà respostes, però mentrestant un cert escepticisme és aconsellable.

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