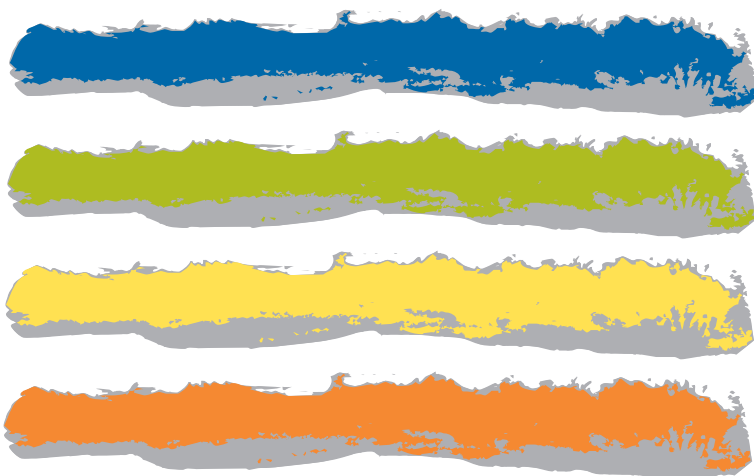




# Univers i Home: El Triomf de la Raó



**Josep Lluís Ballester Mortes**

Lliçó inaugural de la **UOM**  
curs acadèmic 2009-2010





Univers i home:  
el triomf de la raó

Josep Lluís Ballester Mortes

LLiçó inaugural de la **UOM**  
curs acadèmic 2009-2010

© del text: l'autor, 2009

© de l'edició: Universitat de les Illes Balears, 2009

DL: PM 1904-2009

Magnífica Rectora, autoritats, professors, alumnes, amics i amigues, bon vespre i benvinguts a l'obertura del curs acadèmic 2009-2010 de la Universitat Oberta per a Majors de la UIB. Per a mi és un plaer i un honor impartir aquesta lliçó inaugural, he format part del projecte docent de la UOM des del seu començament i puc dir que ha estat una de les experiències acadèmiques més satisfactòries, ja que he pogut gaudir del tipus d'alumnat que ens agrada més als docents: amb curiositat, amb entusiasme i amb el desig d'aprendre.

Enguany se celebren a nivell mundial dos esdeveniments científics cabdals per a la història de la humanitat: l'Any Darwin, en commemoració del segon centenari del naixement de l'insigne científic i del cent cinquantè aniversari de la publicació de la seva obra sobre l'origen de les espècies, i l'Any Internacional de l'Astronomia, perquè fa quatre-cents anys que Galileu va apuntar per primer cop al cel amb un telescopi i començà una extraordinària història de descobriments que encara continuen. Aquesta sortosa coincidència de celebracions ens serveix d'excusa per posar de manifest l'estreta relació entre l'home i l'Univers que l'envolta, i també la de Darwin amb l'Astronomia. L'evolució de l'espècie humana des de la seva aparició fins al desenvolupament de

la intel·ligència i l'ús d'aquesta per entendre el funcionament de la naturalesa ha conduït de forma natural a l'estudi de l'Univers. Aquest camí de l'aplicació del raciocini a l'estudi de l'Univers va tenir un començament més aviat irracional. No és gens difícil imaginar l'esglai dels primers homes quan es feia de nit i gaudien del cel estelat, i les preguntes que sortien de forma espontània: Què són aquests punts que brillen al mateix lloc nit darrere nit? Per què altres punts brillants es mouen a mesura que va passant el temps? Per què aquest objecte que ens il·lumina i ens dóna calor desapareix i torna a aparèixer en un altre lloc? Per què de vegades aquest objecte desapareix durant un breu temps?, etc. Totes aquestes preguntes i d'altres varen significar l'inici d'una aventura intel·lectual que encara no ha acabat.

Evidentment, la manca de desenvolupament de la ciència va facilitar l'aparició dels mites, i per això podem anar cap enrere cercant creences i mites de la humanitat respecte dels fenòmens celestials. Per exemple: d'acord amb un dels mites xinesos del segle tercer després de Crist, inicialment el món tenia la forma d'un ou, Caos, que es va separar en el Cel i la Terra. Entre aquestes dues parts hi havia un nan, P'an-ku, que diàriament, i durant divuit mil anys, creixia tres metres separant Cel i Terra. Quan va morir el nan, els cossos del cel, els trons, els llamps, la pluja i els constituents de la Terra es varen formar a partir del seu cos, i els seus ulls varen donar

lloc al Sol i la Lluna. La Terra es va quedar immòbil, mentre que el Cel girava creant els moviments dels estels al voltant de l'estel Polar. Pels egipcis, el cel era un riu Nil celestial pel qual la barca del déu Sol, Ra, navegava de l'est a l'oest cada dia i, ocasionalment, quan la barca del Sol era atacada per una gran serp, es produïa un eclipsi. La deessa del cel, Nut, es menjava el Sol cada nit, però aquest tornava a néixer cada matí, i quan pujava al cel s'anava menjant els estels, que també tornaven a néixer cada vespre. Les primeres aproximacions als problemes del cel que es poden considerar científiques es produeixen durant el segle sisè abans de Crist i provenen de les colònies gregues del mediterrani occidental amb Tales de Milet, Anaxímenes i Anaximandre, i les del sud d'Itàlia amb Pitàgores. L'escola pitagòrica va descobrir, reflexionant sobre els eclipsis lunars, que la Terra era esfèrica. Al segle cinquè abans de Crist Anaxàgores va ser desterrat d'Atenes per haver dit que el Sol era una massa de ferro ardent, que la Lluna reflectia la llum del Sol i que s'havia format a partir de la Terra. Quan una vegada li varen demanar pel sentit de la vida, va respondre que era investigar el Sol, la Lluna i el cel.

Desgraciadament, quan Atenes va agafar el lideratge intel·lectual es va produir un retorn cap a dotar els astres de caràcter diví. Aquest moviment va ser liderat per Plató i Aristòtil, al segle quart abans de Crist, que menyspreaven les

causes físiques i pensaven que tot estava organitzat d'acord amb un pla previ. Aristòtil va introduir el moviment dels cossos en òrbites circulars centrades en la Terra, va dir que la composició dels cossos celestials era un cinquè element anomenat èter, que l'Univers era finit i no tenia principi ni fi, que la brillantor dels objectes del cel era produïda per la fricció durant el moviment i que el món sublunar era imperfecte, mentre que el supralunar era perfecte i incorruptible. Es varen proposar altres teories amb aproximacions més científiques als problemes del cel, com ara la d'Aristarc de Samos, que va ser qui va introduir per primera vegada la hipòtesi heliocèntrica dient: «Els estels fixos i el Sol no es mouen, i la Terra gira al voltant del Sol descrivint una òrbita circular.» Aquestes afirmacions varen tenir com a conseqüència una acusació de blasfèmia.

Al mateix temps, trobam per primera vegada una referència al sentiment que no sembla lògic que estiguem tots sols a l'Univers i que hi ha d'haver vida en altres indrets. Metrodor, un filòsof grec del segle IV abans de Crist, va dir: «Considerar que la Terra es l'únic món poblat en la infinitat de l'espai és tan absurd com assegurar que en un camp sembrat només hi germinarà una llavor.»

La visió de l'Univers d'Aristòtil va esdevenir l'ortodòxia científica i Ptolemeu d'Alexandria va escriure l'*Almagest*, amb una visió geocèntrica de l'Univers, que explicava com funcionava el sistema solar. Aquesta explicació era tan com-



plicada que quan el rei Alfons X el Savi la va conèixer va dir: «Si el Totpoderós m'hagués demanat opinió abans de començar la creació, li hauria suggerit alguna cosa més senzilla.» Amb la caiguda de l'imperi Romà, va guanyar força un nou moviment religiós, filosòfic i social, el cristianisme, amb poques simpaties per les idees provinents de Grècia i Roma. El cristianisme va donar suport a les teories de Ptolemeu i la visió de l'Univers d'Aristòtil, i aquest suport va permetre que aquestes idees dominassin el pensament occidental al llarg de tretze segles. Durant aquest temps, qualsevol idea que no es podia posar en concordança amb les Sagrades Escripures era rebutjada: la Terra va esdevenir plana, el cel, una tenda o un tabernacle, i els cossos celestials eren moguts per àngels per sempre més.

Entre finals del segle quinze i principis del disset, el treball d'un conjunt d'astrònoms, basat en la reflexió i l'observació, va propiciar l'emergència de l'astronomia moderna. Giordano Bruno va interpretar els estels fixos com a sols, i per tant com si generassin la seva pròpia llum, i va afirmar: «L'Univers és infinit i els estels que veiem són altres sols amb planetes.» Això ja ho havia dit també Nicolau de Cusa: «Els estels són com el Sol i tenen planetes habitats.» Per aquestes i d'altres opinions, Bruno va ser acusat de blasfèmia, heretgia i immoralitat, i cremat a la foguera el 1600. Inútilment, ja que el moviment era imparabile: Copèrnic va revifar la hipòtesi

heliocèntrica d'Aristarc, i novament, el 1616, la teoria copernicana va ser declarada falsa i absurda, formalment herètica i contrària a les escriptures. Però els nous avenços en astronomia observacional, fets per Tycho Brahe a ull nu, i per Galileu amb el telescopi, varen significar el començament de la fi per als dogmes imperants. Les observacions de Tycho Brahe sobre cometes i estels «nous» varen posar de manifest que la regió supralunar no era immutable. Galileu, amb el telescopi, va confirmar que es produïen canvis a la regió celestial més enllà dels planetes, i va afegir evidències sobre les imperfeccions dels cossos celestials: muntanyes de la Lluna, taques del Sol, etc. Aquest darrer descobriment va dinamitar el principi aristotèlic de l'estabilitat i incorruptibilitat dels cossos celestials més enllà de la Lluna. Al mateix temps, les observacions amb el telescopi de les fases de Venus i dels satèl·lits de Júpiter varen reforçar la hipòtesi de l'heliocentrisme i varen significar la mort del geocentrisme i de la visió antropocèntrica de l'Univers. Finalment, Kepler va desmuntar la teoria ptolemaica sobre els moviments planetaris, va introduir la teoria avui universalment acceptada i l'heliocentrisme va anar guanyant adeptes a poc a poc. Les nostres illes no varen ser alienes a aquests canvis, i a finals del segle disset, quan les hipòtesis copernicanes i keplerianes, recolzades després en les teories de Newton, començaren a penetrar, la renovació dels estudis astronòmics als Països Catalans fou iniciada a Mallorca per

Vicenç Mut amb les observacions dels cometes de 1664 i 1665 i l'explicació del seu moviment segons una trajectòria parabòlica, amb l'estudi dels moviments dels planetes segons la hipòtesi el·líptica, amb les investigacions sobre el diàmetre del Sol i amb la primera aplicació de la dinàmica galileana al moviment dels projectils. Per tot això un cràter de la Lluna duu el seu nom, Mutus.

En cent cinquanta anys l'Astronomia va passar del dogma a ser regida per la raó i l'observació, pilars fonamentals de l'astronomia moderna. La construcció i l'ús de telescopis cada vegada més potents va permetre l'acumulació de dades observacionals, i durant els segles divuit i dinou, una parella d'astrònoms va esdevenir molt important, els germans William i Caroline Herschel, que varen catalogar nombrosos objectes del cel, entre els quals les famoses nebuloses espirals. Caroline Herschel es va convertir en la primera astrònoma professional de la història quan el rei del Regne Unit, Jordi III, li va assignar un salari anual. El 1755 Kant va introduir la hipòtesi de la nebulosa protosolar, va dir que les nebuloses espirals eren sistemes gegants d'estels molt allunyats i que hi havia planetes girant al voltant de tots els estels, de manera que va obrir nous horitzons per a l'Astronomia. Com a contrapartida a aquestes aproximacions científiques als problemes del cel, l'any 1835 el filòsof A. Comte va escriure al seu *Curs de filosofia positivista*, i referint-se als cossos del cel, el

següent: «Concebeu la possibilitat de determinar-ne les formes, les distàncies, les mides i els moviments, però no en sabrem estudiar mai per cap mitjà l'estructura química... Els nostres coneixements positius respecte dels astres estan limitats necessàriament als seus fenòmens geomètrics i mecànics.» Seixanta anys després, la recerca duta a terme per Kirchhoff, Bunsen i d'altres científics va posar de manifest que era perfectament possible conèixer la composició química dels cossos del cel i va permetre concloure que en tot l'Univers els elements químics són els mateixos. Enfront del pessimisme i la renúncia a conèixer de Comte, l'audàcia experimental, l'ús d'hipòtesis i el desig de conèixer d'alguns científics varen produir un avenç transcendental per al nostre coneixement de l'Univers.

A finals del segle XIX es varen encetar alguns dels debats més apassionants de la història de l'Astronomia, com ara: Quina és la mida de l'Univers observat?, Com generen l'energia els estels? L'any 1920 va tenir lloc a Washington el Debat Curtis-Shapley, en què es va discutir quina era la mida de la nostra galàxia i si les nebuloses espirals observades per Herschel, Kant, etc. es trobaven a dins o fora de la nostra galàxia. Novament, l'observació i la reflexió varen ser cabdals per resoldre aquest debat i començar a conèixer l'abast de l'Univers. L'any 1912 la senyoreta Leavitt, després d'estudiar 1.777 estels variables, havia trobat una relació que permetia determinar la distància a aquests estels. Aquesta

relació, que aquest mateix any ha rebut oficialment de la Societat Americana d'Astronomia el nom de llei Leavitt, va ser utilitzada per Hubble per determinar la distància a una d'aquelles nebuloses espirals, avui coneguda com a galàxia d'Andròmeda, i posar de manifest que es trobava fora de la nostra galàxia. De cop, l'Univers conegut es va convertir en el doble i es va obrir la porta a determinar distàncies dins l'Univers. Però, a més a més, Hubble va descobrir que l'Univers s'expandia i que, per tant, si un mira enrere, la pregunta òbvia és: Com es va originar? Avui en dia ja disposam de la capacitat d'observar el que succeïa 300.000 anys després del començament del nostre univers i en coneixem l'edat, uns 15.000.000.000 d'anys! El bisbe Usher, que, a partir d'una interpretació literal de la Bíblia, va fixar el començament de la creació en el diumenge 23 d'octubre de 4004 abans de Crist, romandria astorat de veure com podem determinar l'edat de l'Univers a partir de la mateixa informació que conté.

L'altre gran debat feia referència a la manera com generaven l'energia els estels, i ací entra en joc Darwin. El 1850 Darwin, estudiant l'erosió d'una vall del sud-est d'Anglaterra, va arribar a la conclusió que es necessitaven almenys 300.000.000 de milions d'anys per explicar-la, per tant, l'edat de la Terra havia de ser almenys d'aquesta magnitud. A més a més, les seves teories sobre l'evolució de les

espècies també demanaven cents de milions d'anys per a l'edat de la Terra, mentre que lord Kelvin defensava que el Sol generava l'energia per contracció i que la seva edat era d'uns 30.000.000 d'anys. Aquesta controvèrsia es va resoldre al cap de vuitanta anys. Una vegada es va conèixer que l'edat de la Terra era d'uns 4.500.000.000 d'anys, es va fer necessari trobar un mecanisme de generació d'energia que permetés al Sol brillar durant tant de temps. Per això va caldre una nova revolució del pensament científic que va conduir al desenvolupament de noves branques de la Física com ara la relativitat, la mecànica quàntica i la física nuclear, que varen permetre explicar la generació d'energia estel·lar l'any 1938. Arribat a aquest punt, voldria fer una crida d'atenció sobre la recerca bàsica. En aquests temps en què tant es parla de línies prioritàries, de recerca amb objectius definits per la societat, etc., convé reivindicar la recerca bàsica. És ben segur que si Galileu, Darwin i Einstein s'haguessin atingut a aquest criteris, enguany no celebraríem ni l'Any Internacional de l'Astronomia ni l'Any Darwin, ni el 2005 hauríem celebrat el centenari de la relativitat. Tota aquesta recerca bàsica feta contra l'ortodòxia i el pensament dominant i feta solament per entendre com funciona la naturalesa, sense cap ànim inicial d'aplicació i sense cap finalitat lucrativa, ha estat clau perquè avui puguem entendre com funciona l'Univers, i la recerca bàsica feta en Física a finals del segle XIX i principis del XX ha fet

que puguem gaudir d'avenços en la nostra vida quotidiana que, si no, no existirien. Tornant als estels, i en particular al Sol, la teoria que Bethe va proposar l'any 1938 va ser brillantment confirmada de forma experimental l'any 2002 mitjançant els detectors de neutrins que funcionen a l'interior de la Terra. És a dir, observam com funciona l'interior del Sol des de l'interior de la Terra: sorprenent! Per tant, a mitjans del segle XX, els grans debats que havien sorgit un segle abans havien estat resolts mitjançant una combinació d'observació, ingenuïtat, ambició i curiositat científica per entendre l'Univers que ens envolta. Però encara queda una altra pregunta molt més antiga: Hi ha d'altres planetes a l'Univers? I altres mons com la Terra? Metrodor, Nicolau de Cusa i Giordano Bruno pensaven que sí, i l'any 1995 es va detectar el primer exoplaneta. Avui en dia coneixem al voltant de quatre-cents exoplanetes, alguns dels quals formant altres sistemes planetaris. Però tots aquests planetes es troben a una distància molt petita de la Terra, astronòmicament parlant, i si pensam en tots els planetes que hi pot haver a la nostra galàxia, i a continuació en tots els que poden existir en tot l'Univers, el nombre es torna tan gran que mareja. L'heretgia de Giordano Bruno s'ha tornat un fet científic incontrovertible, i avui en dia ja cercam planetes com la Terra i han aparegut noves disciplines com l'astrobiologia o l'exobiologia. I ací torna a aparèixer Darwin. En un llibre, *Diari del viatge d'un naturalista al*

*voltant del món*, publicat el 1845, descriu la trobada i observació d'extremòfils, organismes que viuen en condicions extremes. Avui en dia es pensa que aquest tipus d'organismes podrien ser presents en llocs com Mart, Tità o altres indrets del nostre sistema solar, i formar part de la vida extraterrestre.

Però no us penseu que s'han acabat les connexions de Darwin amb l'Astronomia i la Física: George Darwin, segon fill de Darwin, va ser des de 1883 Plumian Professor d'Astronomia i Filosofia Experimental de la Universitat de Cambridge i va guanyar la medalla d'or de la Royal Astronomical Society el 1892, i Charles Galton Darwin, fill de l'anterior i nét de Darwin, va estudiar amb Rutherford i Bohr i el 1938 va esdevenir director del National Physical Laboratory del Regne Unit. Per tant, Darwin i la seva família han mantingut una estreta relació amb l'Astronomia i la Física.

L'exobiologia es basa en el principi probabilístic que l'Univers és molt gran, que hi ha un nombre enorme d'exoplanetes, i que seria estrany que en algun lloc no sorgís la vida, per tant, el següent pas és la recerca d'exoplanetes que puguin ser habitables i, a poc a poc, cercar una resposta a les grans preguntes que tothom s'ha fet des de segles enrere: Hi ha vida intel·ligent a l'Univers a part de nosaltres? És la vida, i en particular la vida intel·ligent, un acudit còsmic o un imperatiu còsmic? És a dir, es troba «sintonitzat» l'Univers perquè s'hi hagi desenvolupat la vida, i en particular vida intel·ligent,



o aquest fet s'ha produït només per atzar i no hem d'esperar trobar vida en altres indrets de l'Univers? O com ho va enunciar de forma més curta i simple Fermi a la seva paradoxa: On són ells? El descobriment de vida a l'Univers, i si és un fet comú, constitueix un dels grans reptes de la humanitat per a aquest segle, i les conseqüències d'aquest descobriment suposarien una autèntica revolució a tots els nivells, científic, filosòfic, teològic, social, etc. Què diria Darwin de l'evolució de les espècies extraterrestres? Podem ben assegurar que estaria molt excitat amb el fet de poder estudiar la vida extraterrestre i disposat a encapçalar l'expedició d'un *Beagle* interplanetari o interestel·lar!

L'espècie humana ha anat evolucionant amb el pas del temps, millorant les seves capacitats intel·lectuals, habilitats manuals i tecnològiques, i aquesta evolució li ha permès passar d'adorar Ra, el déu Sol, a entendre perfectament com funciona el Sol, de què està fet, i com serà la seva vida i el seu final. La feina conjunta duta a terme per homes i dones des de temps enrere basada en la combinació d'observació, reflexió i ambició per entendre com funciona la naturalesa ens ha conduït a aquesta situació. En aquests temps que les pseudociències estan molt de moda i tenen moltíssims de fidels i que alguns pensam que potser podria arribar el dia que els científics tornassin a ser cremats a la foguera, hem de reivindicar el paper de la raó per damunt dels mites i creences sense fonaments científics. Tinguem

en compte el que observava Carl Sagan: tenim una civilització totalment dependent de la ciència i la tecnologia que, alhora, és completament ignorant respecte de la ciència i la tecnologia, i això és una recepta per al desastre.

Fem un acte de confiança en l'espècie humana, recordem que som una espècie lligada a la Terra, que les nostres naus espacials solament han explorat una part del sistema solar, que l'home solament ha posat peu a la Lluna, és a dir, aquí devora, però malgrat totes aquestes dificultats, hem aconseguit arribar a entendre moltes coses de l'Univers. Hem de seguir per aquest camí, no tenim totes les respostes, però amb l'estratègia adient i amb temps arribarem a conèixer molt més bé l'Univers i a donar resposta a moltes de les preguntes que ara ens ocupen. No renunciem a res, no pensem com Comte que és impossible i que està fora del nostre abast, utilitzem la curiositat, la ingenuïtat i l'atreuiment científic com a eines, aspirem a entendre sobre bases racionals com és aquest univers en el qual ens ha tocat viure. Reivindiquem el coneixement per ell mateix, reivindiquem el cartesianisme: Pens, per tant, existesc.

Gràcies per la vostra atenció

Dr. Josep Lluís Ballester Mortes  
Catedràtic d'Astronomia i Astrofísica  
Universitat de les Illes Balears





**Universitat de les Illes Balears**