



Pedro Berruguete, 1495 (aprox). *Auto de Fe presidido por Santo Domingo de Guzmán*. Taula, 154 x 92 cm. Madrid, Museo Nacional del Prado.

# ELS RESSONS TEOLÒGICS DE LES REVOLUCIONS DE LA FÍSICA

David Jou

## THEOLOGICAL IMPACTS OF BREAKTHROUGHS IN PHYSICS.

BREAKTHROUGHS IN PHYSICS REACH FAR BEYOND THE SPECIALISED SCIENTIFIC COMMUNITY ALONE, INSTEAD THEY PRESENT NEW WAYS OF SEEING THE WORLD THAT AFFECT CULTURE IN GENERAL, AND SOME ASPECTS OF THEOLOGICAL THOUGHT. IN THIS ARTICLE, WE BRIEFLY OUTLINE HOW CERTAIN BREAKTHROUGHS IN PHYSICS HAVE AFFECTED THEOLOGY: THE BIRTH OF CLASSICAL MECHANICS AND ITS DETERMINISM, THE COSMOLOGY OF A UNIVERSE IN EXPANSION, QUANTUM INDETERMINISM AND THE THEORY OF CHAOS. ALL THESE HAVE GRADUALLY MODIFIED THE WAYS IN WHICH WE IMAGINE THE CONNECTION BETWEEN GOD AND EARTH.

Les grans revolucions de la física han tingut immenses conseqüències culturals, tecnològiques, econòmiques i socials, i han modificat conceptes bàsics com l'espai, el temps, la matèria, la causalitat i la relació entre pensament i realitat. Per això no sorprèn que hagin interessat força la teologia. En efecte, la física se situa entre el món més concret i les construccions matemàtiques més abstractes, i parla d'aspectes clau de la realitat. Per comprendre la realitat, no en té prou amb la raó: necessita contrastar contínuament les seves reflexions amb la «revelació» del llibre de la naturalesa, de tal manera que hi ha moltes teories correctes i elegants que, malgrat llur consistència matemàtica interna, no són consistents amb els resultats experimentals. Per això, la posició del físic en el món no és tan radicalment allunyada de la del teòleg com es podria pensar d'antuvi: tots dos intenten comprendre amb rigor racional un «text revelat» –escrit en la matèria o en la història–. Molt notables són, és clar, les diferències, ja que el món que estudia el físic és constituït per fenòmens mesurables i repetibles, mentre que el del teòleg consta d'esdeveniments intrínsecament únics, irrepetibles, singulars, i la naturalesa de la «revelació» és també ben diferent per al físic –la natura, accedida a través d'experiments sofisticats– i per al teòleg –uns textos sagrats i unes experiències humanes de plausibilitat sempre discutible.

**«EL MÓN QUE ESTUDIA EL FÍSIC ESTÀ CONSTITUÏT PER FENÒMENS MESURABLES I REPETIBLES, MENTRE QUE EL DEL TEÒLEG CONSTA D'ESDEVENIMENTS INTRÍNSECAMENT ÚNICS, IRREPETIBLES I SINGULARS»**

El teòleg parla d'univers, de creació, de final del món, d'espai, de temps, de matèria, de responsabilitat, de llibertat. No ho fa pas en un sentit superficial, sinó que vol anar al fons del significat d'aquestes paraules, que el remeten a Déu. El físic va en el mateix tren, però baixa a l'estació anterior a la del teòleg: la seva activitat no consisteix a parlar de Déu, sinó a entendre la naturalesa en allò que té de mesurable i demostrable.

### ■ EL PRINCIPI D'INÈRCIA I EL NAIXEMENT DE LA MECÀNICA

Vegem, molt breument, alguns dels punts de contacte –i de vegades, de fricció– entre la física i la teologia. Un dels casos més comentats i discutits es refereix als inicis de la mecànica moderna, amb Galileu, Descartes i Newton. En el segle XVII, el model ptolemaic, geocèntric, i el copernicà, heliocèntric, competien com a explicació del Sistema Solar. La física de l'època, aristotèlica, abonava el model ptolemaic. Una qüestió central en contra del model copernicà era el problema del moviment de la Terra. Si la Terra gira, amb una velocitat elevada, quan saltéssim el sòl hauria de lliscar sota els nostres peus amb gran velocitat i aniríem a parar a un punt força distant d'aquell on vam iniciar el salt. Com que això no s'observa, se'n segueix que la Terra no



gira. No calia la teologia per negar el model ptolemaic: n'hi havia prou amb la física aristotèlica i l'experiència quotidiana. Per superar aquest problema, Galileu proposà el principi d'inèrcia, segons el qual quan sobre un objecte no actua cap força, l'objecte es continua movent indefinidament amb velocitat constant. Per això, quan saltem conservem el moviment horitzontal que teníem abans del salt, i ens movem paral·lelament a la Terra, amb la mateixa velocitat que ella, i caiem aproximadament en el mateix punt on vam iniciar el salt. Tan evident és el principi d'inèrcia? La veritat és que no. Pot ser una explicació plausible de la raó perquè no ens adonem que la Terra gira, però hauria pogut ser fals. La discussió sobre aquest principi va ser més física que teològica, però qui tenia el poder sobre les universitats era l'Església Catò-

lica, que no s'oposà inicialment a les idees de Galileu, sempre que les presentés com una possibilitat raonable, més que no com la realitat definitiva, però que posteriorment va endurir i tancar la seva posició. La lloable però problemàtica impaciència de Galileu, d'una banda, i l'amenaça inadmissible de la Inquisició convertiren un problema científic apassionant en un malson del pensament.

«LA LLOABLE PERÒ  
PROBLEMÀTICA  
IMPACIÈNCIA DE GALILEU  
I L'AMENÇA INADMISSIBLE  
DE LA INQUISICIÓ  
CONVERTIREN  
UN PROBLEMA CIENTÍFIC  
APASSIONANT EN UN  
MALSON DEL PENSAMENT»

El principi d'inèrcia tingué conseqüències rellevants en teologia. En l'escolàstica de Sant Tomàs d'Aquino, d'arrel aristotèlica, el moviment de les coses era la primera via de demostració de l'existència de Déu. Efectivament, si els planetes i les estrelles es mouen i si, segons Aristòtil, cal que una força actuï contínuament per tal de mantenir-ne el moviment, Déu –primer motor– hauria d'actuar contínuament sobre



Un dels casos més comentats i discutits dels punts de contacte entre física i teologia es refereix als inicis de la mecànica moderna, amb Galileu, Descartes i Newton.

el món per mantenir-lo en moviment. Ara bé, quan la física arriba a la conclusió que el moviment de l'univers es conserva, la imatge de les relacions entre Déu i el món canvia. Ja no cal un Déu que actuï contínuament sobre el món. N'hi ha prou amb un Déu que, tal com un rellotger, construeixi el mecanisme del món i el posi en marxa. Després, pot retirar-se'n. El món continuarà funcionant tot sol. Tot i això, el seu funcionament serà determinista, prefixat, sense llibertat humana ni divina, tret que Déu vulgui trencar de tant en tant les lleis amb miracles –llibertat i miracles, uns altres dos grans temes de discussió.

L'òptica també tingué alguns contactes amb la teologia. Per a la tradició teològica, la llum era una metàfora de Déu, ja que suposava intangibilitat, subtilesa i coneixement. Com a metàfora de Déu se

suposava que la llum blanca era pura, sense mescla. Per això, la interpretació usual de les coloracions de la llum en passar per un prisma era que la matèria –impura– tenia de colors la llum blanca –pura–. Calgué la intuïció sagaç de Newton per pensar que la llum blanca era una mescla de llum de tots els colors i que el vidre del prisma no tenia la llum sinó tan sols separava els colors. Finalment, la teoria electromagnètica de Maxwell posà en relleu que la llum és un cas particular d'ona electromagnètica. Així, la visió, pedra de toc, fins llavors, de la certificació sensible de la realitat, esdevingué una petita finestra sobre la realitat. I la realitat resultà estar plena de radiacions invisibles, que hem trigat bastant a saber observar i controlar, i la utilització de la qual –ràdio, televisió, telefonia cel·lular– forma part essencial de la societat actual.

**«EL DINAMISME DE  
L'UNIVERS RESULTÀ DIFÍCIL  
D'ACCEPTAR A AQUELLS  
QUI, COM EINSTEIN,  
CERCAVEN EN LES LLEIS  
FÍSQUES MÉS PROFUNDES  
L'EXPRESSIÓ D'UNA  
RACIONALITAT ABSOLUTA  
I ETERNA, GAIREBÉ DIVINA»**

#### ■ COSMOLOGIA: EL DINAMISME DE L'UNIVERS

Una altra revolució física amb poderoses interrelacions teològiques és la cosmologia. Gràcies a les seves tècniques d'observació i a l'utilatge conceptual necessari per explorar-ne les conseqüències, la física del segle xx ha descobert que l'univers està en expansió, n'ha posat de manifest un començament i ha trobat la manera de mesurar-ne l'edat. El dinamisme de l'univers resultà difícil d'acceptar a aquells qui, com Einstein, cercaven en les lleis físiques més profundes l'expressió d'una racionalitat absoluta i eterna, gairebé divina –en un sentit de divinitat tirant a panteista, com en la filosofia de Spinoza– que xocava amb la idea d'un univers canviant. La física ha sabut preguntar a la nit l'edat del cel i la història de la matèria, i ha constatat la delicada harmonia que ha d'haver-hi entre els valors de les constants físiques per tal que hi pugui haver vida en alguns llocs de l'univers, qüestió que ha esdevingut un punt de reflexió i discussió ben vives, a l'entorn de les diverses formes de l'anomenat «principi antròpic».

Difícilment el teòleg podrà menystenir aquestes troballes; difícilment podrà resultar convincent al públic d'avui si ignora completament aquesta visió de l'univers –tan plena d'enigmes, encara, com la naturalesa de la matèria fosca o de l'e-





nergia fosca—. Però aquesta racionalitat còsmica, enllà dels seus detalls concrets i especialitzats, resulta tan atractiva des del punt de vista teològic! Ara bé, quan la física és a prop d'arribar a l'exploració dels orígens, posa en dubte la causalitat. La incorporació d'aspectes de física quàntica en la cosmologia pot fer pensar que no hi hagi un sol univers, sinó molts universos que vagin sorgint com fluctuacions aleatòries d'un buit quàntic primordial, sense causa ni finalitat. Aquí, Déu i l'atzar semblen disputar-se l'origen del món.

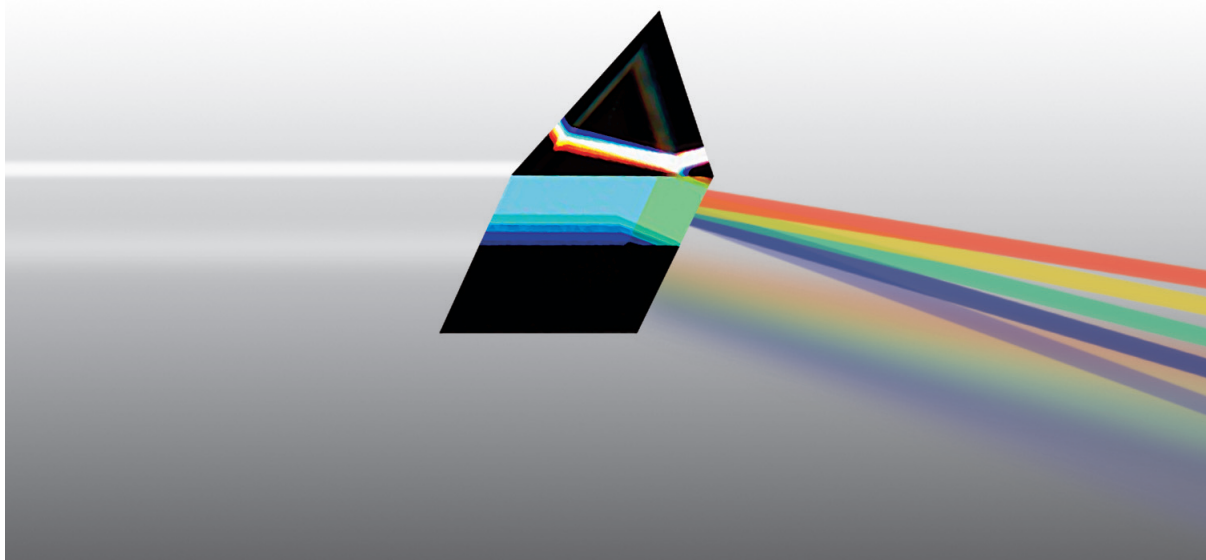
#### ■ LA MATÈRIA, LA RELATIVITAT I LA FÍSICA QUÀNTICA

La física ha explorat la matèria: que lluny som del materialisme de les acaballes del segle XIX, amb la seva matèria feta de boletes minúscules concretes immutables i eternes i sotmeses a lleis estrictament deterministes! Avui la matèria no és una porta que tanca tota metafísica, sinó que ha esdevingut una invitació a la metafísica: en les subtils quàntiques de la matèria, en el seu caràcter complementàriament corpuscular i ondulatori i en els aspectes indeter-

**«COM A METÀFORA DE DÉU SE SUPOSAVA QUE LA LLUM BLANCA ERA PURA, SENSE MESCLA. LA INTERPRETACIÓ DE LES COLORACIONS DE LA LLUM EN PASSAR PER UN PRISMA ERA QUE LA MATÈRIA TENYIA DE COLORS LA LLUM BLANCA»**

ministes de les lleis que en regeixen el comportament. La matèria està impregnada d'història —formada gradualment en els estels—, les portes entre radiació i matèria estan obertes, matèria i antimatèria poden anihilar-se en radiació i ser produïdes a partir de radiació pura, la nanotecnologia fa que la tecnologia depengui cada cop menys de les quantitats de matèria primera i cada cop més d'estructures dissenyades gairebé àtom a àtom, i és possible aconseguir —per processos nuclears de pocs àtoms— grans quantitats d'energia; com si la matèria s'anés atansant a l'esperit: matematitzant, estructuralitzant, energetitzant, informatitzant.

La relativitat ha invitat a defugir el relativisme: ha subratllat el caràcter absolut de la velocitat de la llum i de l'interval espaciotemporal, i ha invitat a abandonar l'absolut de les nostres certeses mil·lenàries sobre l'espai i el temps, el sentit comú de l'experiència quotidiana, i acceptar —en acord fructífer amb l'experimentació— coses tan poc intuïtives, tan sorprenents, com la variació de la longitud, del temps i de la massa amb la velocitat de l'espectador, i a recordar-nos que, malgrat això, el diàleg entre espectadors diferents continua essent possible si saben transformar



Va ser Newton qui va intuir que la llum blanca era una mescla de tots els colors i que allò que provocava el vidre era la seua descomposició i no la seua coloració, com es pensava.



adequadament les informacions que té cadascun en termes de la situació en què es troba l'altre.

La física ha passat del determinisme newtonià i laplacià a l'indeterminisme quàntic i a la impredictibilitat de la teoria del caos: en aquest darrer, perturbacions mínimes dels sistemes queden ràpidament amplificades, en allò que s'ha popularitzat en la metàfora de l'«efecte papallona»: un cop d'ala d'una papallona en la selva amazònica pot fer que aparegui un huracà a les costes de Mèxic. Així, podríem actuar –nosaltres, Déu o l'atzar– sobre el desè decimal de la posició d'una partícula, imperceptible a qualsevol mesura, i els seus efectes, al cap de poca estona, ja serien manifestos a les observacions. Per tant, per fer un «miracle» no caldria un esdeveniment espectacular, sinó que n'hi hauria prou amb manipular subtilment decimals imperceptibles.

En la física quàntica, la realitat no és objectiva. Si ningú no l'observa, una partícula no té ni posició ni velocitat: està en una superposició de totes les posicions i totes les velocitats, és a dir, en una situació molt més difuminada, subtil, complexa, que no pas el corpuscle amb posició i velocitats ben definides que acostumava a pensar la tradició occidental. Només en el moment en què és observada la partícula adquireix una posició o una velocitat concreta. Aquestes afirmacions sorprenents han estat corroborades per experiments subtils. Aquest caràcter velat, enigmàtic, indeterminista, no local, no fragmentable i no objectiu de la realitat sembla proper a la tradició oriental. No conec prou bé aquesta tradició com per aventurar-me a conjeturar l'interès que aquestes constatacions puguin tenir per al pensament religiós en el món oriental.

Pel que fa a la teologia cristiana, la física quàntica representaria sortir del món estrictament determinista de la física clàssica. No resoldria el problema de la llibertat –la compatibilitat de la qual amb el determinisme clàssic era un problema d'envergadura– ja que l'indeterminisme quàntic és irreductiblement aleatori, però li obriria possibilitats. També obriria la possibilitat d'una acció de Déu amagada rere l'indeterminisme del col·lapse de la funció d'ona: com que només en podem tenir un coneixement estadístic, però no pas de cada esdeveniment concret, no sabem si el resultat concret és pur atzar o si hi ha intervingut algun projecte diví, no considerat, és clar, per la física, però sí indagat per la te-

ologia. D'altra banda, la física quàntica ofereix la possibilitat d'una realitat que no és una sola història, sinó una suma d'històries, una superposició de totes les trajectòries possibles, de les quals, al final, només una és realitzada. Per tant, la història no estaria feta d'antuvi: totes les històries serien possibles, inicialment, i la llibertat de l'individu en realitzaria una i desestimaria l'altra, però no com en la visió clàssica, en què la decisió només tindria conseqüències per als instants posteriors, sinó d'una manera més global, que afectaria tota la història, és a dir, tots els instants anteriors. Si més no, això és el que passa, segons la quàntica i els experiments ideats per posar-la a prova, amb un fotó que pugui anar per dos camins entre dos punts. El fotó fa tots dos camins

ahora i, només quan fem un experiment per trobar per quin camí va, tot un camí és confirmat i tot l'altre refutat, no perquè el fotó hagués pres inicialment un dels dos camins i no l'altre, sinó perquè, estant en tots dos alhora, tota una història s'esborra i tota l'altra esdevé realitat.

Malgrat els al·licients que pugui tenir el diàleg entre ells, el físic i el teòleg recordaran l'un a l'altre que la ciència és provisional i que la teologia no parla de ciència, que revolucions conceptuals del futur poden fer interpretar de manera molt diferent de la d'avui

les coses que ara interpretem d'una certa manera a la llum de la ciència actual. Per això, basar cap teologia en la ciència és impropedent i perillós, perquè no ens pot parlar d'allò definitiu; però construir una teologia que ignori la ciència del seu temps és fer una teologia menys versemblant, en alguns aspectes, del que podria ser-ho si compartís amb la cultura del seu temps el saber i les inquietuds pel món que la ciència li ofereix. ☺

**«CONSTRUIR UNA TEOLOGIA  
QUE IGNORI LA CIÈNCIA  
DEL SEU TEMPS ÉS FER  
UNA TEOLOGIA MENYS  
VERSEMLANT DEL QUE  
PODRIA SER-HO  
SI COMPARTÍS EL SABER  
I LES INQUIETUDS QUE  
LA CIÈNCIA LI OFEREIX»**

#### BIBLIOGRAFIA

- ARTIGAS, M., 2004. *Ciencia, razón y fe*. EUNSA (Ediciones de la Universidad de Navarra). Navarra.  
 DAVIES, P., 1985. *Dios y la nueva física*. Labor. Barcelona.  
 NICOLAU, F., 1991. *Ciències físiques i filosofia de la naturalesa*. Catalunya Cristiana. Barcelona.  
 RUSSELL, R. J. et al., 1997. *Physics, philosophy and theology. A common quest for understanding*. Vatican Observatory Foundation.

**David Jou**. Catedràtic de Física, Àrea de la Matèria Condensada, Universitat Autònoma de Barcelona.