

**LA REVOLUCIÓ CIENTÍFICA.
RUPTURA O CONTINUÏTAT:
UN FALS DILEMA?**

JOSEP HEREU I BOHIGAS
BARCELONA, JUNY 2003

Introducció

Per tal d'entendre el sentit de la *revolució científica* i els problemes que ara ens comporta aquesta caracterització de la ciència al segle XVII sobretot, necessitem entendre el punt de vista de la ciència que la va promoure. Perquè el concepte de ciència no ha estat sempre el mateix al llarg de la història, i segons hagi estat el concepte de ciència en una època determinada s'hauran comprès les èpoques històriques precedents. Com diu molt bé B.J.T. Dobbs, la història escrita és el producte d'una inherent i inestable relació entre el present i el passat¹.

Els historiadors que han desenvolupat el concepte de *revolució científica* atribueixen a l'adveniment de la ciència valors liberals tals com llibertat i independència de pensament contra la superstició i el dogma eclesiàstic. Consideraven la *revolució científica* com l'elevació de l'experiència sobre la tradició i l'autoritat, o l'erecció de la recerca i l'experiment contra l'estudi dels textos antics. Aquesta actitud era exemplificada en el rebuig de Ptolomeu per Copèrnic, d'Aristòril per Galileu o de Galè per Harvey. Aquests historiadors concebien la *revolució científica* en termes de l'avenç del pensament lliure, i generalment concebien la política, la religió o l'economia només com a factors que impediien aquest progrés.

Tots aquests intents, com assenyalen A. Cunningham i P. Williams², estan abocats al fracàs, perquè el concepte de *revolució científica* fou específicament creat per a encasellar una *cosmovisió*³ particular i una particular visió de la naturalesa de la ciència que era convincent als anys 1940, però que ara no és plausible, perquè els historiadors han deixat de creure en un

¹ Dobbs, B.J.T., "Newton as Final Cause and First Mover", en Osler, M.J. (ed.), *Rethinking the Scientific Revolution*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000, p. 29.

² Cunningham, A.; Williams, P., "De-centring the 'big picture': *The Origins of Modern Science and the modern origins of science*", en *British Journal for the History of Science* 26 (1993), p.417.

³ Tradueixo l'expressió anglesa *big picture* per *cosmovisió*.

únic mètode científic que equipara tots els coneixements amb els de les ciències físiques, o que la ciència és sinònim de lliure investigació intel·lectual i prosperitat material entre altres coses.

Una nova *cosmovisió* s'ha de basar en l'emergent reconcepció de la ciència com a històricament contingent i assumint els valors i les normes d'un grup social particular: una entre la pluralitat de maneres de conèixer el món. En aquesta nova *cosmovisió*, el que entenem per ciència s'ha de veure com a limitada, lligada a l'espai i al temps i a la cultura.

Reconsiderar, però, no vol dir abolir. Sense la *revolució científica* no és possible entendre l'evolució i el sentit de la ciència moderna ni moltes de les característiques de la nostra cultura moderna i de la nostra societat actual. Però l'historiador, com diu R. Westfall, no és cap antiquari⁴. La seva tasca consisteix a comprendre el present entenent la manera com ha arribat a ser aquest present. "Quan s'aborda l'estudi d'un pensament que no és el nostre, el més difícil - i el més necessari - és, com ha demostrat admirablement un gran historiador, no tant captar allò que no se sap i allò que sabia el pensador en qüestió com oblidar allò que sabem o creiem saber". Aquestes paraules d'A. Koyré⁵ constitueixen un bon principi metodològic per abordar l'estudi de la *revolució científica*, ja que per a ser un bon historiador de la ciència, com diu P. Tannery, no n'hi ha prou amb ser un bon científic⁶.

⁴ Westfall, R.S., "The Scientific Revolution Reasserted", en Osler, M.J. (ed.), *Rethinking the Scientific Revolution*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000, p. 42.

⁵ Citat per A. Beltran a *Revolución científica, Renacimiento e historia de la ciencia*, Madrid: Siglo XXI, p. 13.

⁶ Citat per A. Beltran, *Revolución científica, Renacimiento e historia de la ciencia*, o.c. a la nota 5, p.9.

Àmbit semàntic del concepte de revolució científica

Tal com assenyala M. Osler, el concepte de revolució científica és probablement el concepte singular unificador més important en la història de la ciència⁷. Ara bé, aquesta categoria conceptual dels historiadors, per utilitzar l'expressió de J. Henry⁸, ha evolucionat, i no podem oblidar, com ens recorda B. Dobbs⁹, que es tracta d'una metàfora. Tanmateix, el concepte de revolució científica pot ser considerat per a referir-se a un procés molt real de canvi fonamental.

Per a jutjar si la ciència ha tingut la seva revolució, necessitem una idea operativa de revolució que sigui compatible amb l'ús històric comú en altres contextos. B. Dobbs recull dues definicions del terme revolució provinents de l'àmbit de la política. Una és la de I.B. Cohen, que defineix la revolució política com "un canvi sobtat, radical i complet"¹⁰. L'altra és la d'A. Marwick, que considera la revolució com "un canvi significatiu en l'estructura política ocorregut en un espai breu de temps"¹¹. La pregunta és si podem extrapolar el sentit de la revolució política a la ciència. I la resposta a la pregunta, lluny de ser unànim, és divergent, perquè no tots els historiadors estan d'acord en el fet que hagi existit realment *una* revolució en la ciència.

⁷ Osler, M.J., "The Canonical Imperative: Rethinking the Scientific revolution" en Osler, M.J. (ed.), *Rethinking the Scientific Revolution*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000, p. 3.

⁸ Henry, J., "The Scientific Revolution and the Historiography of Science" en Henry, J., *The Scientific Revolution and the Origins of Modern Science*. Londres: MacMillan, 1997, p.1.

⁹ Dobbs, B.J.T., "Newton as Final Cause and First Mover", a.c. a la nota 1, p. 25.

¹⁰ Citat per B.J.T. Dobbs, "Newton as Final Cause and First Mover", a.c. nota 1, p. 25.

¹¹ Citat per B.J.T. Dobbs, "Newton as Final Cause and First Mover", a.c. nota 1, p. 25.

R. Porter creu que una revolució en la ciència requereix suprimir una rigorosa ortodòxia, que les oportunitats, la resistència, la lluita i la conquesta li són essencials. La simple formulació de noves teories no constitueix una revolució. Tampoc no és una revolució el fet que la comunitat científica aplaudeixi una innovació, saludant la seva superioritat. Una revolució requereix, no només el rebuig de les antigues teories, sinó el triomf de les noves. Un nou ordre ha de ser establert i el trencament ha de ser visible. Seguint, doncs, aquestes indicacions, sembla que ajuden a caracteritzar les transformacions en la ciència ocorregudes al segle XVII com a revolucionàries¹². R. Westfall està també convençut, no només que hi ha hagut una revolució en la ciència, sinó que no hi ha hagut cap altre canvi tan fonamental com aquest en la història de la civilització europea. Una cita de Butterfield confirma la tesi de R. Westfall. Diu Butterfield: "Since the Scientific Revolution overturned the authority in science not only of the middle ages but of the ancient world - since it ended not only in the eclipse of scholastic philosophy but in the destruction of Aristotelian physics - it outshines everything since the rise of Christianity and reduces the Renaissance and Reformation to the rank of mere episodes, mere internal displacements, within the system of medieval Christendom. Since it changed the character of men's habitual mental operations even in the conduct of non-material sciences, while transforming the whole diagram of the physical universe and the very texture of human life itself, it looms so large as the real origin both of the modern world and of the modern mentality that our customary periodisation of European history has become an anachronism and an encumbrance"¹³.

B. Dobbs, per la seva banda, considera que si una revolució és un "canvi sobtat, radical i complet", tal com l'ha definit I.B. Cohen, no hi va haver revolució científica, ja que al final del segle XVI només hi havia 10 copernicans

¹² Porter, R., "The Scientific Revolution: A Spoke in the Wheel?" en Porter, R., Teich, M. (eds.), *Revolution in History*. Cambridge: Cambridge University Press, 1986, p. 300.

¹³ Citat per D.C. Lindberg, "Conceptions of the Scientific Revolution From Bacon to Butterfield" en Lindberg, D.C., y Westman, R.S. (eds.), *Reappraisals of the Scientific Revolution*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990, p.1.

a tot el món¹⁴. Dobbs creu que l'extrapolació del terme revolució de l'esfera política a l'esfera científica ha desarrelat clarament el terme del seu significat originari, i que és sempre problemàtic imposar una terminologia posterior a un període anterior, un període en el qual el terme en qüestió tenia un significat diferent. L'ús modern sorgeix en el context de l'esfera política i arrossega el bagatge de la significació moderna, amb la qual cosa correm el risc de llegir malament el passat¹⁵.

Serà útil resseguir l'evolució històrica del concepte, primer en la història de la ciència i després en la historiografia de la ciència, abans de plantejar el sentit del que podem entendre per *revolució científica*, de si representa una ruptura o no amb el passat, o de si hem de parlar, més aviat, dels pensadors en el seu context per a comprendre realment el seu pensament.

¹⁴ Dobbs, B.J.T., "Newton as Final Cause and First Mover", a.c. a la nota 1, p. 30.

¹⁵ Dobbs, B.J.T., "Newton as Final Cause and First Mover", a.c. a la nota 1, p. 26.

Origen i evolució del concepte de revolució en la història de la ciència

Molts historiadors de la ciència creuen que la idea de *revolució científica* té un origen recent, però el cert és que durant uns tres segles s'ha donat una tradició més o menys ininterrompuda consistent a considerar el canvi científic com una successió de revolucions. Tal com indica A. Elena, l'estudi de I.B. Cohen *Revolution in Science* ha acabat per devaluar el concepte de *revolució científica* fins al punt de poder parlar de dotzenes de revolucions en les ciències¹⁶.

En el mateix sentit, R. Porter assenyala, de manera més matitzada, que Cohen parla de quatre grans revolucions científiques: la primera, referida al segle XVII, la segona al començament del segle XIX amb la institucionalització i professionalització de la ciència associada a la Revolució Francesa i a la tecnocràcia napoleònica, la tercera entre 1880 i 1920 incloent el replantejament de la física newtoniana per la mecànica quàntica i la teoria de la relativitat, la quarta amb l'adveniment de la "Big Science" després de la segona guerra mundial amb la interacció de ciència, governs, tecnologia, indústria i guerra¹⁷.

Stephen G. Brush afirma l'existència de només dues grans revolucions en la història de la ciència: la primera seria la famosa transformació intel·lectual que va tenir lloc als segles XVI i XVII; la segona vindria a caracteritzar el no menys complexe i espectacular canvi experimentat per la pràctica totalitat de les disciplines científiques entre 1800 i 1950¹⁸.

¹⁶ Elena, A., "La revolución científica: conjeturas e interpretaciones", en Elena, A., *A hombros de gigantes. Estudios sobre la primera revolución científica*. Madrid: Alianza Editorial, 1989, p. 12.

¹⁷ Porter, R., "The Scientific Revolution: A Spoke in the Wheel" en Porter, R., y Teich, M. (eds.), *Revolution in History*. Cambridge: Cambridge University Press, 1986, p. 306.

¹⁸ Citat per A. Elena, "La revolución científica: conjeturas e interpretaciones", a.c. a la nota 17, p. 12s.

Les indicacions que fa I.B. Cohen¹⁹ al respecte em semblen una bona guia per resseguir el moviment històric del que representa la revolució en la ciència. Segons Cohen, les referències específiques a "revolucions" en les ciències abans de 1700 no només no existeixen, sinó que a més, els qui escrivien sobre les ciències, encara que es referissin a la "novetat" de les ciències experimentals que en aquell moment estaven sorgint, no consideraven en general que les seves ciències haguessin trencat tan radicalment amb la tradició com per a constituir el que avui dia considerariem una revolució.

Una clara referència a una revolució, en el sentit de canvi radical, apareix en el prefaci de Fontenelle els seus *Eléments de la géométrie de l'infini* (1727), en referència a Newton i Leibniz.

¹⁹ Cohen, I.B., *La revolución newtoniana y la transformación de las ideas científicas*. Madrid: Alianza Editorial, 1983, p. 61ss.

Una altra referència de començaments del segle XVIII a Newton i a una revolució científica es troba en l'afirmació de Clairaut de 1747, en el sentit que els *Principia* de Newton havien assenyalat "l'època d'una gran revolució en la Física"²⁰.

L'*Enciclopèdia* de Diderot i d'Alembert conté diverses referències a revolucions científiques en el mateix començament d'aquesta obra col·lectiva, en el *Discurs Preliminar*, escrit per d'Alembert. A l'època de la publicació de l'*Enciclopèdia*, el terme "revolució" s'havia convertit en moneda corrent amb el nou significat d'un canvi de considerable magnitud.

Jean Sylvain Bailly, els escrits del qual foren publicats en la dècada anterior a la revolució francesa, pensava que les revolucions científiques de gran envergadura exigien dos estadis. En el primer, es produïa una revolta capaç de destruir el sistema científic acceptat, mentre que en el segon s'introduïa quelcom nou per a ocupar el seu lloc.

A la dècada dels 1780 ja no hi ha cap dificultat a trobar als autors francesos al·ludint explícitament a una o altra revolució científica, si bé el cas de Condorcet pot atreure la nostra atenció, ja que va manifestar haver estat un dels introductors del terme "revolutionaire".

Lavoisier es referia a la seva pròpia obra en termes de "revolució", almenys en tres manuscrits: dues cartes i una anotació en el registre de laboratori: la publicació d'aquesta última per Marcelin Berthelot l'any 1890, en un llibre intitulat *La révolution chimique: Lavoisier*, va fixar l'expressió "revolució química" en els anals de la història.

Al final del segle, la idea de revolució científica s'havia establert ja de manera ferma. La primera visió de conjunt de les fites intel·lectuals del segle XVIII, la *Brief Retrospect* de Samuel Miller, publicada l'any 1803, assenyalava en el sotstítol que contenia "un esbòs de les Revolucions i invencions en les Ciències,

²⁰ Citat per I.B. Cohen, *La revolución newtoniana y la transformación de las ideas científicas*, o.c. a la nota 19, p. 62s.

les Arts i la Literatura durant aquest període"²¹.

És veritat que la idea general de revolució social i política no va aparèixer fins a finals del segle XVII. Ara bé, tan aviat com va sorgir la idea de revolució com a propietat del pensament i l'acció social i política, resulta inevitable aplicar-la a altres àrees de l'actualitat humana, amb l'única condició que ofereixin mostres de canvi revolucionari en aquest nou sentit. La primera d'aquestes àrees fou la de les ciències exactes, concretament el desenvolupament del càlcul i aquella part de la física composta per la dinàmica i la mecànica celeste. En el transcurs del segle XVIII, la designació de revolucionari es va estendre a les descobertes de Descartes i Copèrnic, així com a diversos esdeveniments científics. Així doncs, és un fet històric que els *Principia* de Newton en concret, i les fites científiques newtonianes en general, es converteixen en la primera revolució científica reconeguda.

²¹ Citat per I.B. Cohen, *La revolución newtoniana y la transformación de las ideas científicas*, o.c. a la nota 19, p. 67.

Origen i evolució de la historiografia de la ciència²²

La historiografia de la ciència és, en realitat, una disciplina recent. Tal com indica A. Beltran²³, l'any 1832 Comte sol·licitava al ministre Guizot la creació d'una càtedra d'"Història general de les ciències". Però no fou fins l'any 1892 que s'inaugurà al *Collège de France*, amb Pierre Lafitte com a primer titular, el qual l'ocuparia fins l'any 1903. Era, doncs, gairebé al segle XX quan es donava el reconeixement institucional a la *Història de la ciència* com a disciplina, la qual tampoc va ser continuada en d'altres països.

Fou Sarton qui, de fet, va portar a terme fins on era humanament possible allò que per a Comte no havia passat de ser un programa. De Sarton destaca la fundació, l'any 1912, de la revista trimestral *Isis*, la d'*Osiris* l'any 1936, i l'elaboració de la seva famosa *Introduction to the History of Science*.

L'any 1901, Paul Tannery publicava un estudi innovador sobre la mecànica galileana. Fou la primera vegada que es duia a terme una anàlisi conceptual del text galileà tenint en compte el context històric.

S'ha dit repetidament que amb Koyré la historiografia de la ciència assoleix la seva maduresa. L'anàlisi conceptual de Koyré posa de manifest les subestructures filosòfiques, les estructures de pensament dels científics del passat desentranyant els límits d'allò pensable en la seva època. La seva és una història del pensament científic que, en apuntar al "camí del pensament" en la seva actitud creadora, i no només als resultats, resulta inseparable de les històries del pensament filosòfic i religiós, i posa de manifest els factors extralògics del seu desenvolupament. És una història de la ciència que denuncia l'anacronisme i substitueix el concepte positivista de *precursor* pel concepte històric de *predecessor*, en la que els "errors" són tan racionals com les "veritats" i el desenvolupament de la ciència dista molt de ser un procés

²² Aquí em limitaré a indicar les grans etapes d'aquesta disciplina, sense analitzar-les.

²³ Beltran, A., *Revolución científica, Renacimiento e historia de la ciencia*, o.c. a la nota 5, p. 4ss.

linial. De tota manera, Koyré creu en un progrés "cap a la veritat". No significa això "acumulatiu" malgrat la pluralitat de camins? es pregunta Beltran.

El desafiament "externalista", al qual Koyré havia donat una resposta explícita, havia sorgit a arrel del Congrés Internacional d'Història de la Ciència celebrat a Londres el juliol de 1931, en el qual hi havia una important delegació soviètica que havia defensat una interpretació materialista del desenvolupament de la ciència²⁴. Qui va donar, tanmateix, un impuls important a l'externalisme fou R.K. Merton, sociòleg nordamericà, amb la publicació d'un llarguíssim i provocador article sobre la ciència, la tecnologia i la societat anglesa del segle XVIII. Merton proposava dues tesis imbricades, les arrels de les quals s'han de buscar en la historiografia marxista, per un costat, i en les investigacions de Max Weber sobre el protestantisme i l'origen del capitalisme, per l'altre.

Finalment, Th.S. Kuhn proposa una divisió en les ciències, entre *ciències baconianes* i *ciències clàssiques*, que ens fa considerar diferentment el concepte d'evolució i d'influència externa en les mateixes.

Si la historiografia de la ciència és una disciplina recent, el concepte de *revolució científica* en la historiografia de la ciència és encara més recent. Tal com I.B. Cohen ha demostrat en la seva obra *Revolution in Science*, el terme *revolució* va començar a adquirir el seu sentit modern només al segle XVIII. I el concepte de *la revolució científica* dels segles XVI i XVII va acabar imposant el seu domini historiogràfic en aquest segle, després de la segona guerra mundial, al final dels anys 1940 i 1950 en les obres d'A. Koyré, H. Butterfield i R.A. Hall. Ara bé, encara que fins als anys 1950 no s'imposés l'expressió *revolució científica*, les discrepàncies al respecte ja havien començat molt abans.

²⁴ Elena, A., "La Revolución Científica: conjeturas e interpretaciones", a.c. a la nota 16, p.17.

Per a aquests historiadors, la ciència era essencialment *pensament*, i el pensament era en definitiva filosofia. Sembla que fou A. Koyré qui va afirmar que encara que episodis específics en la ciència hagin estat anomenats revolucionaris, el concepte de revolució científica té una antiguitat no superior a dues o tres generacions. Qui va donar carta de ciutadania definitiva a la idea va ser Rupert A. Hall, l'any 1954, amb la seva obra *La revolució científica*. Aquesta idea va passar probablement al pensament angloamericà a través de l'obra de Butterfield *Els orígens de la ciència moderna 1300-1800*, publicada l'any 1949²⁵.

Diversos historiadors de la ciència - Martha Ornstein, Alfred N. Whitehead, E.A. Burt, John Hermann Randall Jr., Preserved Smith, J.D. Bernal - consideren que el concepte de revolució científica és un esdeveniment de significació major per a la creació, no només de la ciència moderna, sinó també del món modern. L'impacte fou enorme, però, com ha observat Cohen, fou la publicació l'any 1962 de *L'estructura de les revolucions científiques* de Th.S. Kuhn que va donar al concepte tota la seva amplitud, opinió que comparteix B.J.T. Dobbs referida, però, a una obra anterior de Kuhn, *La Revolució Copernicana*.

²⁵ Porter, R., "The Scientific Revolution: A Spoke in the Wheel?", a.c. a la nota 18, p.296.

Ruptura i /o continuïtat: un fals dilema?

"Els historiadors han de reconèixer el paper que les seves pròpies concepcions tenen en les seves construccions del passat". Aquestes paraules de M. Osler²⁶, que tenen un inequívoc rerefons Weberià, ens serveixen d'introducció a aquest apartat, que vol ser el nucli del present treball.

Les diferents èpoques històriques han accentuat la ruptura o la continuïtat de la *revolució científica* segons motius diversos. Així, podriem mencionar en primer lloc els partidaris d'accentuar la ruptura. En la tradició escolar que sorgeix al segle XIX, proposada bàsicament pel positivista E. Mach, els historiadors han explicat una història que subtralla la radical discontinuïtat de la revolució científica en relació al que venia abans de Galileu. Aquesta tradició presumeix que pel 1700 hi hagué una ruptura definitiva entre l'escolasticisme del pensament precopernicà i la nova ciència que emergia al segle XVII.

²⁶ Osler, M., "The Canonical Imperative: Rethinking the Scientific Revolution", a.c. a la nota 7, p. 9.

En aquesta mateixa direcció, segons Bury i Jones, citats per Lindberg, on els humanistes es concebien a si mateixos compromesos en una restauració de la filosofia antiga, els escolars del segle XVIII, configurats per la idea d'un progrés infinit, varen entendre que el que es requeria era un repudi de l'antiguitat i una radical reorientació de l'activitat filosòfica i científica. Els creadors de la *nova filosofia*, segons Bury i Jones, veien això no com una restauració de la vella filosofia, sinó com una nova concepció de la realitat i de l'empresa filosòfica sense precedents en la història humana. Segons aquesta concepció, el que s'ha de valorar és allò *nou* en *La nova astronomia* de Kepler, el *Novum Organon* de F. Bacon i *Les dues noves ciències* de Galileu²⁷.

La secularització a l'època de la Il·lustració va erosionar la creença en la divina providència com a força que mou la història i va desacreditar la teleologia cristiana com un tema segons el qual estructurar el curs del canvi històric. La historiografia estava atrapada per la idea de progrés, basat en la fe en el desenvolupament i l'aplicació de la raó humana. Si el mèrit relatiu dels antics i els moderns en la literatura i en les arts podia encara ser debatut, semblava incontestable que en la filosofia natural els moderns havien obtingut superioritat²⁸.

En segon lloc trobariem els partidaris de la continuïtat, representada especialment per la postura de P. Duhem (1861-1916). Segons Duhem, les preteses revolucions intel·lectuals no eren res d'altre que simples evolucions pausades i preparades. Duhem ataca especialment la noció de ciència com a "sèries de descobertes sobtades i inesperades"²⁹. L'aposta de Duhem per a la continuïtat entre la ciència medieval i la moderna fou un esdeveniment revolucionari en la historiografia de la ciència. Duhem va emprendre la tasca de

²⁷ Lindberg, D.C., "Conceptions of the Scientific Revolution from Bacon to Butterfield", a.c. a la nota 13, p. 3.

²⁸ Lindberg, D.C., "Conceptions of the Scientific Revolution from Bacon to Butterfield", a.c. a la nota 13, p. 6.

²⁹ Citat per D.C. Lindberg, "Conceptions of the Scientific Revolution from Bacon to Butterfield", a.c. a la nota 13, p. 14.

reivindicar la ciència medieval, entenent que tant l'escolàstica medieval com l'Església havien cultivat i promocionat la ciència. En particular Duhem va arribar a la conclusió que la ciència moderna no fou un producte del Renaixement, sinó que calia buscar els seus orígens a la baixa Edat Mitjana. De tota manera, la importància de la contribució de Duhem no està tant en aquesta mena de puntualitzacions com en la seva oposició a l'arrelada concepció de la revolució científica com una transformació sobtada i dràstica³⁰.

³⁰ Elena, A., "La Revolución Científica: conjeturas e interpretaciones", a.c. a la nota 16, p. 14.

La postura d'Edwin A. Burtt (1892-1989) és una postura rupturista, però no ho és com la dels positivistes. L'any 1924 publica el seu llibre *Els fonaments metafísics de la ciència moderna*, en el qual buscava les assumpcions filosòfiques o metafísiques que estaven a sota de la ciència moderna. La ciència moderna, segons Burtt, no havia tingut començaments medievals; al contrari, fou precisament la concepció medieval que va haver de ser superada abans que la ciència moderna pogués néixer. En comptes de buscar la causa de la nova ciència en la repudiació de la metafísica i en l'adopció d'una metodologia empírica, Burtt, sota la influència del neokantisme germànic, especialment de Cassirer, ho va trobar en la substitució d'un sistema metafísic per un altre³¹.

En el pensament de Koyré, representant també del rupturisme, és central el fet que existeix una unitat fonamental en tot l'esforç intel·lectual humà, un lligam entre ciència, filosofia i teologia. Koyré admetia, naturalment, la persistència d'alguns importants elements de tipus medieval en la ciència moderna. Amb tot, l'adveniment de la ciència moderna va requerir una autèntica revolució, un canvi dràstic que va introduir importants transformacions en la mentalitat europea de l'època. Els dos més significatius foren la dissolució de la idea de cosmos i, molt especialment, la geometrització de l'espai i la consegüent aparició d'una concepció qualitativa de la investigació científica. L'inspirador d'aquest canvi radical de perspectiva hauria estat Plató³².

³¹ Lindberg, D.C., "Conceptions of the Scientific Revolution from Bacon to Butterfield", a.c. a la nota 13, p. 16.

³² Elena, A., "La Revolución Científica: conjeturas e interpretaciones", a.c. a la nota 16, p. 16. Veure sobre aquest punt l'escrit d'A. Koyré "Galileo y Platón" en Koyré, A., *Estudios de historia del pensamiento científico*. Madrid: Siglo XXI, pp. 150ss.

El que podríem anomenar "interpretació clàssica" de la *revolució científica*, segons l'expressió de R. Porter³³, mitifica la dinàmica del canvi teòric; però hi ha altres aspectes que també requereixen ser investigats. Ens hem de preguntar què va revolucionar la *revolució científica*. Els conceptes i la pràctica de moltes ciències individuals foren transformats i noves filosofies de la naturalesa foren establertes. En altres paraules, les transformacions de la ciència foren revolucionàries no només en tècniques i conceptes, sinó forjant un lloc sense precedents per a la ciència en la cultura i la consciència europees. R. Westfall sosté encara amb més contundència que la ciència després de 1687 és radicalment diferent de la d'abans de 1543, perquè els científics d'avui poden llegir i reconèixer treballs fets després de 1687, i no en canvi escrits abans de 1543 si no són historiadors³⁴.

Els historiadors han intentat entendre, cada vegada més, la relació entre la ciència i els innumbrables factors que constituïen la cultura europea dels segles XVI i XVII, tals com la màgia, la religió, l'educació, l'art, la literatura o la tecnologia. I, en allò que és indubtablement el més sòlid d'aquests corrents, els historiadors socials, influenciats pel marxisme o pels desenvolupaments de la sociologia, l'antropologia i la lingüística, han rebutjat tractar la ciència com una pura recerca intel·lectual de la veritat i han començat a aparèixer qüestions sobre la seva construcció social i política.

Molts dels investigadors més estimulants a partir dels anys 1970 han estat descobrint com era d'important la contínua influència en la ciència de la metafísica, la teologia i els interessos humans, molt després que la ciència hagués proclamat la seva independència d'aquestes influències. En el seu sentit més general, la revolució científica fou, tal com sosté R. Westfall, la substitució de la filosofia natural aristotèlica: la comprensió de la natura pel sentit comú.

³³ Porter, R., "The Scientific Revolution. A Spoke in the Wheel?", a.c. a la nota 12, p. 298.

³⁴ Westfall, R.S., "The Scientific Revolution Reasserted", en Osler, M.J. (ed.), *Rethinking the Scientific Revolution*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000, p. 44.

L'univers no és tal com se m'apareix³⁵. La filosofia mecànica va universalitzar el rebuig del sentit comú. Res no és tal com sembla ser. Ara bé, el concepte de revolució científica no inclou la desaparició de la ciència medieval. Al contrari. No es pot parlar sobre la revolució contra la ignorància. Parlar de discontinuïtat no suposa negar tota continuïtat.

Després de tot, noves concepcions de la natura i de la relació de l'home amb ella esdevingueren dominants. Tenint en compte tot això, la *revolució científica* és presentada com el triomf de la nova filosofia de la naturalesa. La *revolució científica* hauria instaurat la gran divisió entre la mentalitat tradicional o primitiva dels antics i la racionalitat madura dels moderns. Tanmateix, aquesta visió de la *revolució científica* superant la tradició, el mite o la màgia per la racionalitat, no és un altre mite? es pregunta R. Porter³⁶.

La ciència, al segle XVII, va crear i imposar el seu propi model de naturalesa com un ordre regular i mecànic, que legitimava el control científic i intel·lectual de la naturalesa per part de l'home. Les creences tradicionals sobre la naturalesa per part de l'home varen caure. Encara que la vertadera divisió entre Déu i la naturalesa ha de ser subratllada, en la filosofia mecànica tota activitat era atribuïda a Déu, però un Déu que era cada vegada més distant, i la natura era reduïda a una màquina, inerta i passiva.

Dins d'aquestes reconceptualitzacions del segle XVII, Déu esdevingué cada vegada més remot i la natura menys sagrada. El dret de l'home a progressar a través de la persecució del coneixement i del poder sobre la naturalesa esdevingué central per a les influents visions del destí humà; i la conquesta de la natura esdevingué un objectiu pràctic, noble i fins i tot diví. La transformació material d'Occident durant els tres darrers segles hauria estat impossible sense la capacitat tècnica generada per la ciència del segle XVII; però hauria estat també impensable sense la sanció i l'encoratjament donats per les noves visions de la ciència i de la naturalesa formulades en el

³⁵ Westfall, R.S., "The Scientific Revolution Reasserted", a.c. a la nota 34, p.46.

³⁶ Porter, R., "The Scientific Revolution: A Spoke in the Wheel?", a.c. a la nota 12, p. 299.

baconianisme, el cartesianisme i altres filosofies paraleles del segle XVII.

Tota segregació programàtica entre el diví, el natural i l'humà té enormes conseqüències en termes de transgressió del dret de l'home, a través de la intervenció científica i tecnològica, per actuar sobre la naturalesa. Una vegada la naturalesa ha estat "desencantada", segons l'expressió de Max Weber, els nous científics varen reclamar insistentment el dret de l'home, tal com ho va dir Bacon, de "conquerir-la i sotmetre-la". Si, després de tot, la natura no era viva, sinó només un objecte, podia ser descomposada en peces o reduïda a àtoms. Passiva i uniforme, la natura estava oberta a l'experiment o, en la metàfora de Bacon, a ser "torturada" fins a revelar la seva veritat³⁷. Bacon considerava la ciència com una empresa eminentment qualitativa - no matemàtica -, experimental i inductiva, fent de la recerca de la veritat una investigació cent per cent empírica d'allò que la naturalesa amaga darrera el seu rostre aparent. La veneració per l'antiguitat deixava pas així a una nova actitud que fa de l'experiència suposadament lliure de prejudicis el gran principi rector de la investigació natural. Aquest és un dels deutes contrets per Bacon amb la tradició hermètica.

³⁷ Porter, R., "The Scientific Revolution: A Spoke in the Whell?", a.c. a la nota 12, p.303.

El treball de F.A. Yates, *Giordano Bruno i la tradició hermètica* (1964), va incrementar l'interès i les controvèrsies sobre el possible paper d'aquelles matèries no canòniques com l'alquímia, la màgia natural i l'hermetisme en la "nova ciència" del segle XVII. La nova ciència, afirma R. Porter, fou a la vegada "no científica" en els seus orígens i ideològica en les seves funcions³⁸. La pervivència d'elements *irracionals* (animistes o vitalistes) durant una bona part d'aquesta primera revolució científica ha posat de relleu la importància de la tradició hermètica en el marc d'aquesta atzarosa història de la constitució de la ciència moderna. Tot i que el *Corpus Hermeticum* és una simple juxtaposició de fragments diversos escrits en moments distints per autors diferents, es pot tanmateix trobar un denominador comú. Tota l'obra es pot llegir com el relat de la regeneració de l'home a través de la comunió mística amb el cosmos, deixant enrere la història de la caiguda recollida en el llibre del Gènesi i recuperant així el domini de la naturalesa que tenia en el seu origen diví. En realitat, l'home del que parla la tradició hermètica és el *mag*, figura en la que els especialistes han volgut veure el precedent més directe dels artífexs de la primera revolució científica. El mag era, d'acord amb la tradició hermètica, l'únic capaç de penetrar en els secrets més amagats de la naturalesa, obtenint així un coneixement més vertader que el proporcionat per la filosofia natural aristotèlica. La naturalesa formava una xarxa de correspondències subjacents, de simpaties i antipaties, el coneixement de les quals havia de permetre el control de la mateixa per part de l'home. En conseqüència, les tècniques d'investigació es concebien en termes màgics i d'innovacions numerològiques d'arrel cabalística, de les quals l'home havia de rebre els poders per a actuar sobre la naturalesa i assolir així la seva redempció.

L'hermetisme s'ha de tenir en compte si es vol comprendre la naturalesa de la primera *revolució científica* i posar fi a les acrítiques i ingènues visions de la mateixa que durant tan de temps van estar en boga dintre de la historiografia

³⁸ Porter, R., "The Scientific Revolution: A Spoke in the Wheel?", a.c. a la nota 12, p.303.

de la ciència³⁹.

Newton, "pare canònic de la ciència moderna"?

³⁹ Elena, A., "La Revolución Científica: conjeturas e interpretaciones", a.c. a la nota 16, p. 28.

La metàfora amb la qual B. Dobbs titula el seu article - *Newton com a primer motor i causa final de la revolució científica* - és una invitació a reconsiderar el pensament i la ciència de Newton des d'una perspectiva nova. La reflexió de Dobbs és inequívoca. Escollim com a model pensadors que ens semblen haver contribuït a la modernitat, però assumim inconscientment que el seu model de pensament era com el nostre. I quan mirem més detingudament envers ells, descobrim que els nostres avantpassats intel·lectuals no eren com nosaltres⁴⁰. Estem acostumats a considerar Newton com el gran realitzador de la *revolució científica*, sense tenir present que el nostre ús del terme *ciència*, com ens recorda J. Henry, fou acunyat per primera vegada al segle XIX i, estrictament parlant, no hi havia una tal cosa com la *ciència*, en el nostre sentit, en el període modern primer⁴¹. Hi havia el que anomenem *filosofia natural*, que consistia a descriure i explicar el sistema del món. La *filosofia natural* tenia una extensió diferent que el terme *ciència*, englobant la creació de Déu i del món, la seva relació providencial amb la creació, la immortalitat de l'ànima, etc. Els filòsofs naturals no establien criteris de demarcació entre aquests camps i el que nosaltres considerem qüestions estrictament científiques, sinó que eren vistes com inseparables⁴².

Tal com varen recordar Mc. Guire i Rattansi ja l'any 1966, Newton "no era un científic sinó un filòsof de la natura"⁴³. La filosofia natural tractava de Déu i de *l'univers de Déu*. Aquest era el pilar central de la seva identitat com a disciplina. I això és el que la distingeix, més que qualsevol altra cosa, de la ciència moderna actual. No fou fins al començament del segle XIX que el terme *ciència* fou utilitzat per investigar el món natural tal com és estudiat avui dia. A

⁴⁰ Dobbs, B.J.T., "Newton as Final Cause and First Mover", a.c. a la nota 1, p.34.

⁴¹ Henry, J., *The Scientific Revolution and the Origins of Modern Science*, o.c. a la nota 8, p. 4.

⁴² Osler, M., "The Canonical Imperative: Rethinking the Scientific Revolution", a.c. a la nota 7, p.17.

⁴³ Cunningham, A., "How the *Principia* Got Its Name; or, Taking Natural Philosophy Seriously", en *History of Science* 29 (1991), p. 381.

començaments del segle XIX, el terme "filosofia natural" es va deixar d'utilitzar per a referir-se a la investigació de la natura, i es va començar a parlar, per primera vegada, de "ciència" o de les "ciències" per referir-se només a les ciències de la naturalesa⁴⁴. Aquest període també ha estat identificat com aquell en què esdevingué possible investigar el món natural de manera professional. La utilització del laboratori com a àrbitre final de la veritat sobre la naturalesa és un element que també cal tenir en compte.

⁴⁴ Cunningham, A.; Williams, P., "De-centring the 'big picture'. *The Origins of Modern Science and the modern origins of science*", a.c. a la nota 2, p. 422.

Durant el mateix període que Newton era aclamat com el "pare de la ciència moderna", l'alquímia sofria un eclipsi, com diu Crosland⁴⁵. Més potser que una davallada o un eclipsi, ja que l'alquímia era caracteritzada, al segle XIX, com a il·lusió o superstició. I l'alquímia tenia, per a Newton, més d'un nivell ontològic de significació: Newton suposava que podia obtenir d'ella no només coneixement del món natural, sinó també del sobrenatural. El que Newton esperava guanyar amb l'alquímia era un coneixement precís de les operacions de la divinitat organitzant i vivificant les partícules inertes de la matèria en el microcosmos.

L'alquímia mai no fou un estudi de la matèria per ella mateixa o un estudi del món natural per ell mateix. Els alquimistes varen veure en la pedra filosofal un agent de perfecció per a ambdós, la natura i la humanitat. La pedra filosofal dels alquimistes estava estretament lligada amb el Crist del cristianisme. Ambdós eren, després de tot, agents de perfecció i redempció. El Crist arrià de Newton, agent de Déu en la creació i el govern del món creat, estava estretament lligat amb la pedra filosofal, el principi actiu de l'alquímia. Si Newton hagués pogut demostrar les lleis de l'activitat divina en la natura, el Crist operant i governant el microcosmos, aleshores hagués pogut demostrar de manera irrefutable l'existència i la cara providencial de la divinitat. Newton esperava, diu Dobbs, restaurar la vertadera religió original⁴⁶. Si Newton hagués triomfat en aquest ànim, i hagués combatut els perills del mecanicisme, el deisme i l'ateisme, com havia esperat, viuríem probablement en un món diferent. Però Dobbs reconeix, en aquest punt, que no podem fer història contrafactual. Newton estava ben instruït dels perills d'aquestes tendències pels platònics de Cambridge, i va dur a terme una acció valenta contra aquests perills, però no va guanyar.

⁴⁵ Citat per B.J.T. Dobbs, "Newton as Final Cause and First Mover", a.c. a la nota 1, p. 36.

⁴⁶ Dobbs, B.J.T., "Newton as Final Cause and First Mover", a.c. a la nota 1, p. 38.

R. Westfall es situa, a propòsit del mateix tema, en una posició diferent. Per Westfall, quan parlem de l'alquímia de Newton, ho hem de fer en el context de la totalitat de la seva carrera científica, en ordre justament a no veure inconscientment l'alquímia com la clau primària del seu pensament. L'alquímia va ajudar Newton a transcendir les limitacions de la filosofia mecànica convencional, i només va abandonar-la després que hagués incorporat els conceptes alquímics transmutats en la seva noció de foca. La qüestió que cal plantejar, segons Westfall, és la relació de Newton amb els perills del mecanicisme, el materialisme, el deisme i l'ateisme. Perquè, segons Westfall, Newton es va moure més en harmonia que en oposició a aquestes idees⁴⁷. "La història de la salvació" de Newton i la seva creença en la "cura providencial de la divinitat" que Dobbs menciona, en la manera que Newton les comprèn, no haguessin estat acceptades per la cristiandat tradicional, per la qual cosa Newton les va situar en un context arrià. Es va veure a si mateix com a escollit per a preservar la cristiandat pura, és a dir, l'arrianisme. Va mirar per sobre del trinitarisme, la religió de l'ordre establert, no només com un error, sinó com un frau imposat al segle IV.

Les conclusions de Westfall i Dobbs, tanmateix, no difereixen en l'essencial. Per Westfall, Newton es va convertir ràpidament en un dels pensadors religiosos més radicals de la seva època. En una època en la que gairebé ningú no va anar tan lluny, va abraçar l'arrianisme, o una posició tan propera que era gairebé indistingible d'ell ⁴⁸. Dobbs diu que li agradaria suggerir que hi pot haver algun valor històric a avaluar Newton d'una manera diferent: no com un dels guanyadors de la història, no com el primer motor de la ciència moderna, no com la causa final de la revolució científica, sinó com un dels grans perdedors de la història, un perdedor de la batalla titànica entre les

⁴⁷ Westfall, R.S., "The Scientific Revolution Reasserted", a.c. a la nota 34, p. 54.

⁴⁸ Westfall, R.S., "The Scientific Revolution Reasserted", a.c. a la nota 34, p.53.

forces de la religió i les forces de la irreligió⁴⁹.

Dues interpretacions contraposades que, per a poder ser compreses correctament, caldria contrastar amb el concepte de religió que utilitzen i les nocions teològiques implícites que contenen. Potser les dues són legítimes, però en totes dues hi ha qüestions implícites que caldria explicitar i reconstruir històricament, de la mateixa manera que es s'ha reconstruït el context històric en el qual va sorgir la ciència newtoniana. La pregunta que cal plantejar no és, doncs, la influència de la religió en la filosofia natural, sinó com les concepcions religioses de cada autor eren constitutives de llurs filosofies.

Conclusió

⁴⁹ Dobbs, B.J.T., "Newton as Final Cause and First Mover", a.c. a la nota 1, p.39.

La realitat històrica és molt més rica que les fòrmules simplistes amb les que la volem comprendre. És per això que no sembla factible oferir una imatge unívoca d'això que anomenem *revolució científica*. No hi ha cap llei general del canvi científic; suggerir que va haver-ni un donaria a la ciència una essència que no poseeix. I la recerca de les essències és quelcom que cal abandonar per tal de poder assolir la comprensió de les idees en el seu propi context. Tal com va suggerir A. Koestler, necessitem una història de la ciència que no topi amb falses dicotomies: evolució-revolució, internalisme-externalisme, sinó que mostri sensibilitat per les fites de la ciència, pels seus ritmes de canvi i per la seva dilatada història⁵⁰. En paraules de Kuhn, hem de pensar en "l'evolució a partir del que coneixem" més que no pas en "l'evolució del que desitgem conèixer"⁵¹.

Tradicionalment, *ciència* ha significat coneixement demostratiu, utilitzant especialment el sil·logisme. Les matemàtiques es considerava que donaven un grau inferior de certesa al donat pel raonament sil·lògic. En el curs del segle XVII alguns varen intentar donar a les matemàtiques un estatus més elevat i substituir el sil·logisme com a àrbitre d'allò que es considerava veritat en filosofia natural. La revolució al segle XVII consisteix en això, a saber com es fa ciència, però això passa a l'interior de la filosofia natural. És una transformació *dins* la filosofia natural, no de la filosofia natural en la ciència moderna⁵². Aquesta trasllació de la filosofia natural en ciència moderna és feta per nosaltres, no pels qui practicaven la filosofia natural, Newton inclòs.

El segle XVII va produir, a la vegada, aspectes crítics en la posició social de la ciència. Per una banda, la fundació de societats dedicades exclusivament a l'estudi de la ciència natural, sovint sota patronatge reial però gaudint d'un relatiu autocontrol, la qual cosa li permetia certa independència

⁵⁰ Porter, R., "The Scientific Revolution: A Spoke in the Whell?", a.c. a la nota 34, p. 310.

⁵¹ Citat per A. Beltran, *Revolución científica, Renacimiento e historia de la ciencia*, o.c. a la nota 5, p. 22.

⁵² Cunningham, A., "How the *Principia* Got its Name", a.c. a la nota 43, p. 387.

de les institucions clàssiques. D'altra banda, la ciència adquiria una certa estabilitat d'expressió amb les publicacions institucionals, al mateix temps que li atorgava un cert cosmopolitisme. Tanmateix s'ha de ponderar l'impacte que va produir la ciència al segle XVII. Tal com ha mostrat P. Hazard en *La crise de la conscience européenne*, els filòlegs i els crítics de la Bíblia potser han contribuït més que la ciència mateixa a precipitar la crisi de la mentalitat europea. El que sí és cert és que la nova ciència pot haver contribuït a bastir ponts entre l'èlit i la cultura popular durant el segle XVIII.

La *revolució científica*, segons R. Westfall, estableix una nova relació entre ciència i cristianisme. Al final del segle XVII, la ciència havia assolit la seva autonomia. I no sols això. On Bellarmino havia emprat l'Escriptura per a judicar l'opinió científica, Newton va utilitzar la ciència per a judicar la validesa de l'Escriptura. Parlar simplement de l'autonomia de la ciència no sembla suficient. Cal parlar de la seva autoritat. La posició d'ambdues ha estat capgirada i no s'ha modificat més. El significat de la Il·lustració al segle XVIII fou l'autoritat de la ciència en la vida intel·lectual d'Europa. No només de la vida intel·lectual, sinó també de la capacitat de transformar la tecnologia. Aquesta és la clau, no només de la història de la ciència, sinó també de la història moderna⁵³.

En paraules de d'A.Cunningham i P. Williams, del que estem parlant no és dels orígens de la ciència moderna, sinó dels orígens moderns de la ciència. I aquests orígens poden ser ubicats com un dels aspectes d'allò que aquests autors anomenen l'edat de les revolucions. Aquestes revolucions són la Revolució Francesa (1789); la revolució industrial, que va començar a Gran Bretanya als anys 1770; i la revolució intel·lectual postkantiana. Com a resultat d'aquestes revolucions, una nova classe mitjana es va consolidar, assolint el poder polític, el poder industrial i el poder intel·lectual⁵⁴.

La investigació sobre la naturalesa, en aquesta època, va experimentar

⁵³ Westfall, R.S., "The Scientific Revolution Reasserted", a.c. a la nota 34, p. 50s.

⁵⁴ Cunningham, A.; Williams, P., "De-centring the 'big picture': *The Origins of Modern Science and the modern origins of science*", a.c. a la nota 2, p. 425.

el canvi de ser una activitat "divina" a ser considerada activitat secular. La qual cosa no significa que hi hagués una davallada de la creença religiosa, sinó que les creences religioses esdevenien privades. La "ciència" era el nom col·lectiu de les noves disciplines seculares per a estudiar el món natural com un objecte secular. Aquest període ha estat identificat com altament significatiu en la història de la ciència. Fou el període en què foren creades moltes noves disciplines per a la investigació de la naturalesa. La biologia de Lamarck i Treviranus es va constituir en un estudi que substituïa la definició clàssica aristotèlica d'éssers animats per la d'éssers vius; la geologia de Cuvier i Lyell va substituir l'estudi de la història de la terra com a *història sagrada* per una història secular.

La ciència s'ha comprès a si mateixa de maneres canviants al llarg de la seva pròpia història. Prendre consciència d'aquestes variacions semàntiques és una de les tasques bàsiques de l'historiador, no només per comprendre el sentit de la ciència en la història, sinó sobretot el sentit de la ciència present.

