

## FACTORS RELIGIOSOS I CULTURALS A LA FILOSOFIA NATURAL DE NEWTON: ANTI-MECANICISME A L'ANGLATERRA DE LA RESTAURACIO\*

ANTONI MALET  
Universitat Autònoma de Barcelona

### ABSTRACT

*Aquesta article presenta els Principis matemàtics de la filosofia natural dins del seu context històric. L'objectiu de l'article és fer entenedors els Principia mathematica com expressió de les preocupacions de la societat anglesa de la Restauració. Obsessionada per els perills del materialisme i l'ateisme, que veien encarnats en la popularitat de l'obra de Hobbes, en la difusió de la filosofia natural mecànico-copular, i en les repercussions d'aquestes doctrines en la política i la moral, la societat anglesa afavorí les idees de Newton, que foren considerades una alternativa al mecanicisme determinista.*

### ABSTRACT

*This article presents Newton's Mathematical Principles of Natural Philosophy within its historical context. It suggests that Principia Mathematica are best understood as an expression of the religious and philosophical trends prevailing in Restoration England. Deeply concerned by the dangers posed by materialism and atheism, which made themselves manifest through Hobbes' popularity, through the increasing acceptance of mechanical philosophy, and through the influence of these doctrines on politics and morals, English society considered Newton's ideas to be a powerful antidote against atheism and determinism.*

---

\* Aquest treball és una versió ampliada d'una conferència celebrada el 3 de Desembre de 1992 a l'Ateneu de Barcelona, per encàrrec de la Comissió per a l'Estímul de la Cultura Científica de la Generalitat de Catalunya, per commemorar el 350è aniversari del naixement d'Isaac Newton. L'autor vol donar les gràcies a la Comissió per oferir-li aquesta oportunitat de fer públiques les seves idees, així com al Minist. de Educació (Projecte PB90-0962) per l'ajut econòmic a la seva recerca. També vol donar les gràcies a Jon Arrizabalaga, Albert Bramon i Ramon Pasqual pel comentaris i suggerències fets sobre una primera versió d'aquest treball.

Paraules clau: Newton, Anglaterra, Segle XVII.

## Introducció

Historiadors i científics no dubtem avui que els *Principis matemàtics de la filosofia natural* d'Isaac Newton (1642-1728) és una obra crucial en la formació del pensament científic modern. L'objectiu d'aquesta treball és d'explicitar alguns lligams entre aquesta obra cabdal i el seu context. Són nombrosos els treballs que estudien el newtonianisme com un fenomen característic de la proto-il·lustració de la societat britànica de finals del XVII i començaments del XVIII. Aquests treballs, tot prenent els *Principia* com una dada que no cal explicar, destaquen especialment els usos retòrics, apologètics i polítics que determinats grups socials feren de l'obra de Newton<sup>1</sup>. L'èmfasi en el present treball més aviat és posat en les relacions que van en direcció contrària, és a dir, en allò que ens fa entenedors els *Principia* com a expressió d'idees i condicionants arrelats en la societat que els féu néixer.

Tres coses fan dels *Principia* una obra singular i rupturista. En primer lloc, el seu estil matemàtic: les matemàtiques hi predominen tant, que l'obra és del tot inaccessible a qui no en pugui seguir les matemàtiques. Com a tota obra important, l'estil aquí no és accidental, sinó que està profundament imbricat en la metodologia científica que articula l'obra. De la metodologia dels *Principia*, nova en el context filosòfic del segle XVII, és de la segona cosa de què parlaré ara mateix. Finalment, la cosa més destacable de totes: Newton basà els *Principia* en una noció filosòficament confusa i físicament absurda, la llei de la gravitació universal.

Aquests tres aspectes s'aguanten un amb l'altre. La noció de gravitació universal, sobre l'absurditat de la qual ara mateix retornaré, és feta plausible, i la seva existència demostrada, gràcies al nou mètode hipotètic-deductiu emprat per Newton. Newton posà a la base de la seva obra la llei de la gravitació i les tres lleis que hem acabat batejant amb el seu nom, i les expressà totes quatre matemàticament. Deduint-ne matemàticament conseqüències, Newton arribà a conclusions no gens trivials, ni òbvies, sobre els moviments dels cossos astronòmics. En particular arribà a demostrar les anomenades tres lleis de Kepler (1571-1630), que havien estat enunciades feia més de seixanta anys però de les quals hom no en coneixia cap justificació física. Per a Newton com per als seus contemporanis, les matemàtiques oferien una garantia demostrativa inatacable. Això el permeté concloure (incorrectament, des del punt de vista de la filosofia de la ciència actual, però aquesta és una altra història) que les premisses de les quals es derivaven les demostracions matemàtiques de les lleis de Kepler no podien deixar de ser

certes. Durant molts decenis, per Newton i per els seus seguidors primer, i després per a tots els físics, aquest fou l'argument decisiu que feia acceptable la llei absurda de la gravitació universal. *El caràcter distintiu de la filosofia de Sir Isaac Newton*, deia Robert Smith a una obra del 1738 adreçada al gran públic, és aquest:

"Sense pressuposar cap més principi [altre que els planetes són contínuament arrossegats o desviats d'una direcció cap una altra per alguna mena de poder que actua constantment en ells], el nostre autor ha demostrat per el raonament més estricte ... tots els detalls d'un sistema planetari. Després, comparant aquest sistema amb dades i observacions fetes sobre els moviments reals, els períodes i les distàncies dels planetes i cometes, hi ha trobat entre ells una concordança tan exacta -no en general, sinó en cada quantitat, en un miler de detalls particulars- que les diferències que hom podia trobar al principi, esdevenen cada cop més petites quan són comparades amb observacions més acurades. ... [U]n acord tan exacte de la raó i l'experiència és l'evidència més gran que podem tenir de que aquesta explicació del mecanisme del món és una explicació vertadera; i ... aquest és el caràcter distintiu del seu sistema"<sup>2</sup>.

Smith deixa clar que aquest caràcter distintiu té unes implicacions epistemològiques importantíssimes. Considerant que els sistemes filosòfics van i venen com les modes i els estils, diu Smith, potser trobarem -i fins i tot entre homes educats- qui, no adonant-se d'allò que fa diferent el sistema del nostre autor de tots els altres, pensarà que el de Newton patirà amb el temps la mateixa sort. Terrible error, perquè cal reconèixer que

"mentre la natura de les coses romangui constant, i hi hagi una mútua concordança de la raó i l'experiència, un sistema fonamentat completament sobre això, i sobre res més, mai no pot ser canviat, ni pot ser menys etern que el món i que la mateixa veritat"<sup>3</sup>.

Cinquanta anys abans, Newton era ben conscient que el seu sistema, malgrat que podia ser etern, calia presentar-lo convincentment. Intentant d'aprofitar la retòrica baconiana, va eludir el presentar l'atracció gravitatòria universal com el que realment era, una hipòtesi, i va fer veure que en *provava* l'existència, derivant-la dels *fenòmens*, en un teorema del llibre III dels *Principia*. La jugada no va enganyar ningú, i tant els amics com els enemics de l'atracció universal a distància se la prengueren com el que era de fet, un principi teòric que hom acceptava, o no, en funció del valor atorgat a les conclusions que s'en derivaven. A una publicació oficial de l'Académie des Sciences de Paris, el seu secretari permanent, Fontenelle, per tal d'atacar el sistema newtonià, declarava (tot referint-se a la contradicció entre les mesures del globus terrestre predites per Newton i les que -som al 1730- l'Acadèmia encara acceptava com a bones):

"És evident que les mesures actuals han de ser preferides a allò que hom obté de teories geomètriques fonamentades sobre un nombre molt petit d'hipòtesis (*suppositions*) molt simples, de les que hom ha descartat expressament tota la complicació del que és físic i del que és real"<sup>4</sup>.

Abans he insistit en qualificar d'absurda la gravitació universal newtoniana. És important que quedi clar que no sóc pas jo qui la qualifica d'absurda -són els físics contemporanis de Newton i el propi Newton els qui ho fan. Christiaan Huygens (amb Galileo i Newton, el millor matemàtic i físic del segle), per exemple, ho tenia molt clar: *Quina sorpresa*, deia educadament,

"que el Sr. Newton, sobre una hipòtesi [la de la gravitació universal] tan improbable i tan agosarada, s'hagi pres la molèstia de bastir tants de teoremes i com una mena de teoria completa dels moviments dels cossos celestes"<sup>5</sup>.

Huygens féu avinents sentiments semblants al gran Leibniz, a qui no ens cal presentar. Leibniz estava totalment d'acord amb Huygens. Com ho palesen els seus treballs dinàmics sobre la teoria de vòrtexs, Leibniz esmerçà molts esforços després de llegir els *Principia* intentant de trobar un model físic-matemàtic que encabís els resultats de Newton però que n'eliminés l'absurditat filosòfica d'una força que actuava *inexplicablement* a distància. De fet, pràcticament tot el que Leibniz va publicar i va escriure sobre dinàmica a partir de mitjans dels 1690s fins la seva mort perseguia de trobar un model així<sup>6</sup>.

Però hom pot tal vegada pensar que Huygens era sota la influència del cartesianisme, i que Leibniz era un bon filòsof, però mai ningú no ha dit que fos un bon físic. Per tal que no quedi cap mena de dubte sobre les dificultats que amenaçaven la noció de gravitació newtoniana, hem d'escoltar al propi Newton. En una famosa carta de l'any 1693 Newton feia públic el seu punt de vista sobre els problemes filosòfics involucrats en la noció de forces que actuen a distància. El destinatari de la carta, Richard Bentley (1662-1742), fou l'autor de la primera sèrie de conferències Boyleanes. Més endavant retornarem sobre aquestes conferències, iniciades el 1694 i pagades pel famós Robert Boyle, que utilitzaren el sistema de Newton amb una finalitat obertament apològica. Però escoltem ara el comentari de Newton a la interpretació que Bentley havia fet de la gravitació universal. Segons Bentley,

"[la] Gravitació Universal, una cosa que certament existeix a la Natura, és per damunt de tot Mecanisme i de totes les Causes materials, i prové d'un principi superior, d'una impressió i energia divines"<sup>7</sup>.

A Newton aquesta manera de parlar de la gravetat li va agradar molt. I va afegir:

"És inconcebible que Matèria bruta i inanimada podés, sense la Mediació de quelcom d'altre, que no és material, operar sobre, i afectar, altra Matèria sense Contacte mutu ... Que la Gravetat sigui innata, inherent i essencial a la Matèria, de tal manera que els Cossos puguin actuar un sobre l'altre a distància, a través del buit, sense la Mediació d'alguna altra cosa per mediació i a través de la qual llur Acció i Força pogui ser enviada de l'un a l'altre, és per mi una Absurditat tan grossa, que crec que cap Home que sigui competent per pensar Matèries filosòfiques mai no hi pot caure. La Gravetat ha de ser causada per un Agent que actui constantment d'acord amb certes Lleis, ara bé, si aquest Agent és material o immaterial, això ho he deixat a la Consideració del meus Lectors"<sup>8</sup>.

Aquest text, i se'n podrien citar d'altres, palesa que Newton era conscient dels problemes conceptuals implicats per la força de la gravetat entesa com una acció a distància. Una força d'aquestes característiques no hi cabia dins el marc conceptual prevalent en els mitjans intel·lectuals més dinàmics a mitjan segle XVII. Els *Principia* dissimulaven l'absurditat de la noció embolicant-la en formalisme matemàtic, encabint-la dins la seva estructura hipotètico-deductiva, i donant-li autoritat mitjançant el seu ús en la deducció dels moviments planetaris. Però això era una arma de dos talls que tant servia per salvar la gravetat gràcies a l'autoritat dels *Principia*, com per fer dels *Principia* una obra fallida *per culpa* del paper clau que hi jugava la gravetat. Pels britànics va funcionar la primera alternativa. Pels continentals, fins la dècada dels anys 20 del segle XVIII (parlem doncs d'un gap de gairebé dues generacions) la gravetat com acció a distància fou inadmissible i els *Principia* un exemple de com no s'havia de fer física. Moltes històries de la ciència encara dissimulen aquest fet històric perquè no s'adiu amb l'alta valoració que avui atorguem als *Principia*. Per entendre'l ens caldrà fer una volta per la filosofia mecanicista.

### La filosofia natural mecanicista

El mecanicisme acabà definitivament amb l'aristotelisme, el qual era considerat conceptualment esgotat, incapaç d'alimentar o produir ciències aplicades útils, inútil a l'hora de remontar la crisi escèptica induïda per la Reforma protestant i les guerres de religió, i perillós -per confús- a l'hora de lluitar contra el materialisme i el naturalisme renaixentistes, i en particular contra la màgia i la bruixeria<sup>9</sup>.

Gràcies al mecanicisme, hom va començar a pensar en la matèria en termes corpusculars, va reduir els efectes macroscòpics a l'agregació d'efectes

microscòpics, i va arraconar les categories causals aristotèliques substituint-les per una única causalitat material o mecànica, reductible a la transmissió per contacte del moviment d'una partícula de matèria a una altra. El mecanicisme substituï les *formes específiques*, o les *potencialitats* esdevingudes *actualitats*, per explicacions en termes de partícules invisibles dotades de determinades formes geomètriques que xocaven amb, o eren arrossegades per, d'altres partícules.

El món del filòsof mecanicista és ontològicament més simple que l'aristotèlic perquè només hi trobem partícules en moviment -no cal utilitzar elements secs i humits, freds i calents, ni qualitats ocultes, ni formes substancials. També és més simple epistemològicament. Les explicacions mecanicistes, deien els filòsofs que les defensaven, són intel·ligibles perquè no fan servir sinó conceptes mecànics que veiem funcionant per tot arreu. Utilitzant la connotació mecànica i artesanal del mot *art* (encara viva entre nosaltres a expressions com *arts i oficis*, o a adjectius com *artificial* i *artificios*), Henry Power, un contemporani de Newton, expressava així la tasca del filòsof mecanicista:

"[Deduir] les Causes de les coses a partir d'aquells Principis de la Natura que observem que són produïbles per Art i la infal·lible demostració de la Mecànica. I certament aquesta és la manera, i no n'hi ha d'altra, de construir una Filosofia vertadera i permanent. Perquè l'Art, essent la Imitació de la Natura (o una Natura de segona mà), no és sinó una manifestació sensible d'Efectes que depenen de les mateixes (encara que més remotes) Causes, i per tant el funcionament d'un ha de provar els descobriments més raonables de l'altre. I per parlar encara més precisament, no crec que sigui exagerat dir que totes les coses són Artificials, perquè la pròpia Natura no és sinó l'Art de Déu"<sup>10</sup>.

Explicar-ho tot per mig de corpuscles en moviment sotmesos a les mateixes lleis de la mecànica que hom aplica als cossos macroscòpics, aquest era el programa de la filosofia mecanicista. Com deia William Petty (altrament esdevingut famós com a polític i fundador de *l'aritmètica política* o, dit anacrònicament, l'estadística aplicada), de *principis filosòfics* no pot haver-n-hi menys ni més senzills que *matèria i moviment*. Els moviments que ell pressuposava no eren sinó *aquells que veiem a la major part de l'Univers, i poden ser representats a cossos grossos i Tangibles, i per tant poden ser intel·ligibles i examinables*<sup>11</sup>. O com suggeria Robert Hooke, el microscopi podria arribar a descobrir-nos *all the secret workings of Nature, almost in the same manner as we do those that are the productions of Art, and are manag'd by Wheels, and Engines and Springs*<sup>12</sup>. La filosofia mecanicista es proposava explicar el funcionament del món físic per mig de principis i d'hipòtesis *intel·ligibles*, és a dir *mecàniques*. Com deia un seguidor de Descartes, les úniques hipòtesis que serveixen per explicar els fenòmens són

"aquelles que representen màquines de les quals totes les rodes marxen soles, sense necessitar per res que un home faci girar manualment cada part de la màquina<sup>13</sup>".

La versió més difosa i influent del mecanicisme -i també la que té una estructura lògica més sòlida- és la del mecanicisme cartesià. Aquest mecanicisme establia una distinció radical entre matèria i esperit. La matèria, a més d'ocupar espai, era inert, passiva, incapaç de cap altra reacció que la simbolitzada pel xoc de dues boles de billar, o pel moviment sincrònic de totes les peces (*rodes, ginys i molles*) d'una màquina. Per contrast, l'esperit, desproveït d'extensió i pura activitat, era autocinètic -es mou a si mateix- i capaç d'autoreflexió.

Per explicar el moviment d'una partícula de matèria, un cartesià necessita imaginar o bé que la partícula es mou inercialment -és a dir, no ha deixat de moure's en línia recta, o ha rebotat sense perdre moviment, des que Déu la va posar en aquest estat- o bé una altra partícula ha xocat, o és en contacte, amb ella transmetent-li part de, o tot, el seu moviment. Els mecanicistes pretenien fer intel·ligible el món físic pressuposant que a nivell subvisible el món funciona per mig de petitíssims ginys mecànics, és a dir d'artefactes que no són sinó còpies de màquines el funcionament de les quals hom entenia bé en aquell moment (en el sentit de que hom disposava de lleis matemàtiques que describien acuradament llur funcionament). Pels mecanicistes cartesianes, el moviment i el canvi a la matèria s'explicaven per mig de l'acció prèvia d'una altra matèria. La natura funciona com a resultat d'efectes mecànics provocats per partícules en moviment dins d'un plenum. Això és el que fa de la *conservació del moviment* (derivada de la constància de Déu) un principi (metafísic) crucial dins la filosofia natural cartesiana.

És evident que en aquest món una acció a distància a través del buit no hi té cabuda. De fet, una noció així atenta directament contra la noció mateixa d'intelligibilitat que els mecanicistes havien aixecat amb tant d'esforç.

Com hem dit abans, amb diferents matisos aquest era l'esquema filosòfic prevalent a mitjan segle XVII als cercles intel·lectuals europeus més dinàmics. Sabem que Newton va llegir Descartes acuradament -de la manera que ell sempre feia- tot prenent-ne notes copioses. Més tard, però, Newton trencà amb Descartes fins el punt que el producte final del seu treball resultà inacceptable per als Cartesians. L'explicació que hom acostuma a trobar d'aquest trencament és la genialitat de Newton. Estant intel·lectualment molt per damunt dels científics normals, Newton hi va veure clar allí on els demés es perdien. Per raons que ara mateix comentaré aquest explicació és insuficient per a la majoria dels historiadors, que tendim a buscar en el context social de Newton

els estímuls que alimentaren la seva audàcia intel·lectual. Com veurem aquí, Newton es beneficià d'una reacció anti-mecanicista que tingué lloc a l'Anglaterra de la Restauració (1660-1689) i que de fet arribà fins les primeres dècades del segle XVIII.

### Newton com a problema

Però anem per parts. Ni que sigui breument, comencem parlant del geni i de la singular personalitat de Newton. Newton fou un home profundament estrany. Religiosament heterodoxe, Newton va mantenir en secret les seves idees i va treure'n tot el profit social i econòmic que va poder de la seva identificació formal amb l'*establishment*. Profundament respectat i admirat pel seus conciutadans, que el lloaren i glorificaren desmesuradament, les relacions personals de Newton són d'una pobresa extraordinària. Un home solitari i dotat d'una arrogància directament proporcional a la seva genialitat, tota la evidència històrica de què disposem (incluint una enorme correspondència) ens el presenta com un individu afectivament hipertrofiat, capaç d'expressar tendresa només envers una sola persona, un jove matemàtic amb qui, segons un biògraf, Newton als cinquanta anys s'hi hauria sentit lligat sentimentalment durant un breu període<sup>14</sup>. Dotat d'un geni matemàtic extraordinari, Newton volgué publicar pràcticament no res de les seves contribucions en aquest camp. Un home d'una vasta erudició i d'un esperit analític poderosament esmolat, Newton esmerçà hores i hores -de fet, anys i més anys- en tasques que avui considerem l'antítesi de l'esperit científic i de la racionalitat crítica. L'alquímia és una d'aquestes obsessions. Els estudis de cronologia històrica basats en una lectura literal o quasi-literal del text bíblic n'és una altra.

Robert Westfall, avui dia la primera autoritat sobre Newton, no dubte en atribuir una importància decisiva a la faceta ocultista, i fins fa poc oculta, de Newton. Segons Westfall, i el seu testimoni és de fiar, Newton ha deixat manuscrits d'alquímia que sumen un total d'un milió de paraules. Això és certament una quantitat impressionant, fins i tot per a Newton, que ens ha deixat una col·lecció de manuscrits riquíssima<sup>15</sup>. També sabem que a la biblioteca de Newton, que per sort ha estat conservada pràcticament intacta fins avui dia, els llibres d'alquímia en constitueixen una fracció important, aproximadament un 10%, més gran que la dels llibres de matemàtiques (un 7%), història natural (gairebé un 6%), medicina (un 3%), física (un 3%), o astronomia (un 2%). La fracció més gran, un 27%, correspon als llibres de teologia, història sagrada, i patristica<sup>16</sup>. Newton, és evident, es prengué l'alquímia molt seriosament, encara que se n'amagà tota la vida<sup>17</sup>. Westfall ha suggerit que la noció de la matèria associada a les manipulacions alquímiques comporta veure-la travessada de principis actius, dotada de poder per actuar, i



que això és decisiu per explicar que Newton abandonés el mecanicisme ortodoxe. Westfall no feia sinó donar forma a una suggerència de Lord Keynes, un dels primers a donar rel.levància a l'alquímia dins els estudis newtonians. Keynes, i d'altres autors encara el segueixen, no dubtà en proclamar que ens hàviem equivocac respecte a Newton, car Newton no era el primer dels físics moderns sinó el darrer dels mags d'inspiració hermètica.

No és pas la meva intenció de menystenir les idees de Newton, ni de suggerir que les seves contribucions no són pas decisives, o que la seva intel.ligència no és pas formidable -no res més lluny de la meva intenció. El caràcter estrany de la personalitat de Newton només ens ha de servir aquí per recordar el preu que moltes vegades paguen els genis per ser-ho. Des que Aristòtil va situar la genialitat equidistant entre la imbecilitat i la follia, sabem que els genis caminen per una cresta afilada on l'equilibri és difícil de mantenir -per damunt de la mediocritat, certament, però amb el risc de caure en la irracionalitat<sup>18</sup>. Tanmateix, el caràcter revolucionari de l'obra de Newton no pot ser explicat merament apel.lant a la genialitat de l'autor. Un geni desconecat de l'ambient científic on viu roman desconegut i inapreciat, si no despreciat. Només quan una contribució és valorada pels científics amb autoritat moral i institucional, només aleshores queda establert el caràcter *genial* de la contribució i del seu autor -altrament ens trobem en el típic cas del precursor incomprès que mor obscurament i a la misèria. Però aquest no fou el cas de Newton. Encara que menystingut pels filòsofs continentals, Newton fou extraordinàriament apreciat -gairebé deïficat- pels seus compatriotes. Això ens fa girar el cap envers les peculiaritats de la societat anglesa de la segona meitat del segle XVII per cercar-hi més pistes que ens facin entenedors els *Principia*.

### Anti-mecanicisme a l'Anglaterra de la Restauració

Com hem dit abans, Newton es beneficià del clima cultural i polític peculiar que dominà Anglaterra durant la Restauració dels Stuart, del 1660 al 1689, i molt particularment d'una reacció anti-mecanicista d'un abast i profunditat considerable. Aquesta reacció es manifesta en les transformacions que pateixen les idees cartesianes quan es difonen a Anglaterra, però sobretot s'expressa en la quantitat de pensadors que van rebutjar amb arguments d'inspiració religiosa un món físic fet merament de matèria en moviment. Amb poques excepcions, pensadors de tots els colors es van declarar ofesos per la idea de que la matèria *bruta i cega* podés ésser responsable del món tal com és, i fins i tot per la mera possibilitat de que la matèria, sense l'ajut d'una intel.ligència inmaterial, podés ésser responsable del funcionament del món.

Intentarem d'explicar les motivacions polítiques, morals, teològiques i apològètiques discernibles darrera d'aquesta reacció.

A més de considerar-lo absurd, els pensadors contraris al mecanicisme advertien insistentment dels perills que hom corria deixant circular aquestes idees sense rebatre-les adequadament. No és cap exageració dir que la societat anglesa de la Restauració estava obsessionada per els perills del materialisme i l'ateisme, que veien encarnats en la popularitat de l'obra de Hobbes, en la difusió de la filosofia natural mecanico-corpúscular, i en les temudes (però essencialment hipotètiques) repercussions d'aquestes doctrines en els àmbits de la política i la moral. Com a reacció, sectors molt influents de l'església anglicana i de la intel·lectualitat anglesa promogueren una alternativa al mecanicisme estricte que podem anomenar, utilitzant l'expressió d'un d'ells, la filosofia mecanicista *mixta*<sup>19</sup>.

La reacció anti-mecanicista queda adequadament il·lustrada per Henry More (1614-1687), el fascinant personatge que es va inventar el mecanicisme *mixte*. More, que juga un paper crucial en la difusió de les idees de Descartes a Anglaterra, és un personatge central en la nostra història per aquesta i d'altres raons. Quan More va descobrir Descartes, en quedà enamorat. More i Descartes intercanviaren algunes cartes, poques però filosòficament substancials. En elles, More plantejà a Descartes alguns dubtes filosòfics no trivials. Tot fent seves algunes de les tesis centrals del cartesianisme, com la distinció radical entre matèria i esperit i la caracterització d'ambdues substàncies en termes de passivitat i activitat, More en rebutjà d'altres, com ara la pretensió d'explicar tots els efectes físics només en termes de matèria en moviment. Des d'un bon començament, More va creure que la filosofia natural mecanicista era recomanable -i ell de fet la va ensenyar durant molts anys a Cambridge- precisament perquè palesava la insuficiència de la natura (llegiu, matèria inert) per a fer entenedors els fenòmens naturals. En contraposició directa als animals-màquina de Descartes, More va argumentar prolixament i repetitivament que si només hi ha partícules que es mouen en el buit rebotant les unes contra les altres, aleshores és evident que existeix quelcom més, un agent intelligent i totpoderós que produeix efectes com la reproducció animal i vegetal, i la vida intelligent, i que fa de la realitat una sèrie ordenada de fenòmens que l'atzar no podria explicar. More hagués pogut concloure aquest argument com d'altres autors ho feren, defensant que -si tota la realitat és feta només de corpuscles en moviment- calia una intervenció directa de Déu per fer possibles aquests efectes meravellosos. More, per raons que ara no cal esmentar, va preferir argumentar que calia acceptar l'existència d'un *esperit de la natura* que actuaria com el *vicegerent* (és la seva paraula) de Déu en el món material i que produiria tots aquests efectes que la matèria tota sola no pot produir. Només un petit nombre de seguidors, els anomenats Platònics de

Cambridge, adoptaren la filosofia natural de More i els esperits o *natures plàstiques* inmaterials com explicació d'efectes físics. Això no ens hauria d'enganyar, però, ni sobre la influència real dels Platònics de Cambridge, ni sobre el que representaren en llur context<sup>20</sup>.

D'una banda, More i els Platònics de Cambridge exerciren una influència genèrica, però certament important, a través de llur magisteri continuat i dedicat a Cambridge; de fet, aquests autors són considerats una de les principals influències en la formació del moviment anomenat latitudinari, sobre el qual retornarem. En tenim constància, del pès intel·lectual de More, en les biografies de molts col·legues de Newton, i en particular en la de Isaac Barrow (1630-1677)<sup>21</sup>. Barrow, de qui parlarem més endavant, fou l'antecessor de Newton a la càtedra Lucasiana i un personatge clau per a la introducció de Newton a les matemàtiques, a la filosofia natural, i també en els cercles de la Royal Society. Havent assumit a la seva joventut els *esperits* i les *natures plàstiques* de More, de més gran Barrow va abandonar-les per adoptar un supernaturalisme radical on hi ha no res, ni tan sols corpuscles com aquell qui diu, entre Déu i allò que passa al món.

Newton mateix, en tenim constància en els seus manuscrits, estudià els Platònics de Cambridge. Segons Westfall, per cada pàgina manuscrita que Newton dedicà als Platònics de Cambridge, en dedicà deu a l'alquímia. Resulta doncs que Newton arplegà la quantitat no gens menyspreable de 100.000 paraules de notes sobre la filosofia de More.

Més específicament, la filosofia mecànica *mixta* de More i els Platònics de Cambridge fou un punt de referència per molts altres pensadors anglesos de la Restauració que consideraven el mecanicisme ortodoxe insuficient. En la filosofia mecànica *mixta* la ontologia és corpuscular, però la matèria és activada i moguda per quelcom que no és matèria. Molts autors, doncs, introduïren a la matèria principis actius d'autocinesi (o fins i tot, en autors aïllats, de sensibilitat) que escapen tota explicació mecànica. Cal subratllar aquí que aquesta reacció es donava dins d'una tradició, la de la filosofia natural anglesa, on el mecanicisme ortodoxe, a la cartesiana, mai no havia tingut el mateix pès que dins de la filosofia continental. Gràcies als treballs de John Henry i d'altres sabem que ja des de la primera meitat del segle XVII hom pot trobar a Anglaterra pensadors mecanicistes que accepten la presència de principis d'activitat dins la matèria<sup>22</sup>. El que és important per la nostra història és que a la Restauració la filosofia mecanicista *mixta* esdevé hegemònica i adquireix connotacions clarament supernaturalistes –és a dir, que deixa oberta la possibilitat que agents espirituals intervinguin en el funcionament del món físic. A tall d'exemple, discutirem aquí les concepcions de tres autors menors, i més endavant parlarem de Boyle i Barrow<sup>23</sup>.

A una figura menor com Matthew Hale (1609-1676), per exemple, hi trobem una referència explícita a *principis actius* (interpretats per analogia amb el *vigor* magnètic) introduïts per Déu a la matèria<sup>24</sup>. Hale va veure la seva filosofia natural com una tercera via entre l'Escilla dels *principis plàstics* i el Caribdis dels que *suposen que els moviments més nobles, tant dels Sentits com de la Vida dels Animals i Vegetals, no són sinó Mecanismes*<sup>25</sup>. Hale va utilitzar el *vigor* (*vigour*) magnètic de la Terra per provar l'existència de Déu. Aquest *vigor* no pot derivar-se de la matèria:

"Virtud i Poder és quelcom de molt diferent de la Matèria: la Matèria és quelcom d'inert i inactiu; si té moviment, cal que alguna altra cosa l'hagi mogut, o romandrà en repòs per sempre més"<sup>26</sup>.

Aquest poder o bé pertany a la Terra *primitivament*, o bé ha estat imprès en ella. Hale dedueix de la finitud de la Terra que el poder no és primitiu i per tant que cal suposar que existeix un Ésser totpoderós que li ha imprès.

Un altre exemple d'aquesta reacció anti-mecanicista és Edward Stillingfleet (1635-1699), un dels laitudinaris més representatius i bisbe de Worcester des del 1689. Stillingfleet no tenia cap dificultat en fer seva una ontologia explícitament corpuscular, però advertia que el dotar la matèria d'autocinesi conduiria a la seva deïficació. Citant arguments de More, Stillingfleet observa que *el moviment de les partícules de matèria pressuposa una Deïtat, atès que la matèria no és un principi autocinètic*<sup>27</sup>. Amb llenguatge i arguments que recorden els d'un altre Platònic de Cambridge, John Smith (1616-1652), Stillingfleet criticà durament els atomistes *epicuris* (fent referència a pensadors com Walter Charleton, que adoptaven l'atomisme clàssic amb poques modificacions) pel fet que creien que *el moviment és inseparable de qualsevol Atom, per petit que sigui*, i per dir que *els Atoms es mouen, perquè la seva naturalesa fa que es moguin*<sup>28</sup>. Els atomismes no estaven legitimats per dir aquestes coses tota vegada que ells havien estat *els qui havien denunciat les formes substancials i les qualitats ocultes*:

"els Atomistes superen els més crèduls dels Peripatètics, tota vegada que fan descansar el fonament bàsic del món, i també el de la seva pròpia filosofia, en una cosa de la que no poden donar cap mena d'explicació racional, i que és el moviment dels Atoms en una Buidor Infinita"<sup>29</sup>.

Stillingfleet reconeix que *molts dels fenòmens del Univers són molt més intel·ligibles explicats per mig de matèria i moviment que no pas per mig de formes substancials i qualitats reals*. Però del fet que *aquestes petites partícules de matèria puguin donar una explicació acceptable de molts efectes de la*

*natura*, no pot concloure, tanmateix, que *no cal que en el món hi hagi altra cosa que matèria i moviment*<sup>30</sup>. Stillingfleet suggereix, en contraposició a More, que Déu intervé directament en el moviment de les partícules de matèria i en la producció d'efectes físics.

La intervenció constant de Déu en la conservació i preservació de l'ordre regular de la natura és requerida també dins de visions de la natura que no necessàriament consideren la matèria quelcom d'inert i passiu. El teòleg no-conformista John Howe (1630-1705) considerava necessària la presència de Déu per tot arreu dins la natura no només com una font de moviment i d'ordre, sinó també per tal d'assegurar la *cohesió* de les partícules materials<sup>31</sup>. El problema no és si *matèria inactiva* podria, o no, pensar i conèixer-de fet podria, diu Howe, si *aquell a qui totes les coses són possibles* ho vulgués. Allò que és un *blasfemous nonsense* és el pressuposar que partícules *eternes, ... inmutables, i en si mateixes desproveïdes de raó, ... poden tanmateix adquirir-la per mig de ningú no sap quina mena de coalició, sense l'ajut d'una causa eficient intel·ligent*<sup>32</sup>. Amb paraules que ens recorden els atacs de Boyle contra l'autosuficiència de la natura, Howe assenyalava que allò que alguns atribueixen a la natura és en realitat la *providència ordinària (common)*, o el *poder universal ... per tot arreu actiu en el món, en conjunció amb la sabiesa infalible que el guia i el modera*<sup>33</sup>.

Si en el context on neixen els *Principia* la intensitat i la profusió de la reacció social i intel·lectual contra, per dir-ho amb paraules de l'època, l'*ateisme atòmic* pot ser difícilment menyspreada, és molt més difícil esbrinar-ne les causes. La creixent secularització del pensament, la consolidació a la cort d'actituds d'irresponsabilitat social i intel·lectual, i la sensació de viure una constant degradació d'estàndards morals eren processos que certament preocupaven a la societat anglesa de la Restauració. Això no obstant, és difícil de dir si aquests perills que semblaven amenaçar la integritat social eren reals o imaginaris<sup>34</sup>. En qualsevol cas, la referència a les condicions polítiques és ara imprescindible, perquè a molts autors trobem explícitament dit que el principal perill que es deriva de l'ateisme i del materialisme és que representen estímuls poderosíssims per a la disgregació social i política. L'Anglaterra de la Restauració és una societat que tot just surt de dues experiències traumàtiques, la guerra civil i la dictadura dels puritans. És una societat obsessionada per retrobar equilibris, especialment en dues esferes: políticament, entre l'absolutisme i l'anarquia política; religiosament, entre les sectes puritanes radicals i una concepció autoritària de l'Església Anglicana que la fa indistinguible de la Catòlica. Això ens porta als latitudinaris, un dels grups intel·lectualment més influents de la Restauració, sinó el que més.

## Els Platònics de Cambridge i el Moviment Latitudinari

More i els seus seguidors han de ser considerats com una de les influències formatives més importants en el moviment de l'Església Anglicana anomenat latitudinari. Aquest moviment, que va guanyant força a mida que avancem cap al final de la Restauració, arriba a representar el *establishment* anglicà a les primeres dècades després de la Revolució Gloriosa del 1689 (que expulsà a Jaume II Stuart sense tallar-li el cap). En termes de política religiosa -una qüestió crucial per l'estabilitat de qualsevol societat europea del segle XVII- els latitudinaris representaren una opció integradora després del trauma de la hegemonia de les sectes radicals puritanes durant la guerra civil i l'interregnum (1640-1660) i davant de l'amenaça d'un moviment de pèndul protagonitzat per la *High Church*, o Alta Jerarquia de l'Església Anglicana. Perseguit i humiliat sota Cromwell (1650-1660), el moviment de l'Alta Jerarquia era socialment autoritari, teològicament conservador, i intolerant i inflexible en la política envers els protestants no-conformistes (no disposats a formar part de l'Església Anglicana). Els latitudinaris, com el nom que porten (que ells mateixos adoptaren amb orgull) suggereix prou bé, defensaren una política que donés a les portes de l'Església Anglicana tota l'amplitud possible.

Ens interessa subratllar, en particular, que per contrast entre, d'una banda, l'actitud de l'Alta Jerarquia cap a la fe i la revelació, que posava l'èmfasi a la litúrgia i al magisteri i autoritat de l'Església, i d'una altra, la de les sectes radicals, que posaven l'èmfasi a la il·luminació personal obtinguda directament de una lectura *entusiasmada* de la Bíblia -una lectura que subratllava les implicacions socials del missatge messiànic- els latitudinaris feren seva la bandera de la teologia racional, o potser hauríem de dir del sentit comú de les persones educades. Els latitudinaris foren els primers en defensar, en paraules de l'època, una teologia *física*, que buscava els seus arguments sobre l'existència de Déu, les normes morals o les obligacions cap a la jerarquia eclesiàstica, no només en termes d'autoritat, o de tradició, sinó en arguments basats en la raó i, quan era possible, en la filosofia natural. Els latitudinaris foren uns newtonians convençuts i feren un ús extens i sofisticat de les possibilitats apològètiques dels *Principia*, que eren moltes. No cal dir que els enemics dels latitudinaris els acusaren repetidament d'obrir les portes, donar arguments, i facilitar la tasca dels deïstes<sup>35</sup>.

El lligam entre usos apològètics de la filosofia natural i anti-mecanicisme que hem trobat a More i a un latitudinari eminent com Stillingfleet es pot generalitzar. Això ens dona una clau per començar a buscar les arrels socials de la reacció filosòfica contra el mecanicisme. Quan més avancem dins la Restauració, i després, quan més entrem dins la Il·lustració, més preocupació

advertim entre la intel·ligència anglesa pels perills, reals o imaginaris, que representen l'ateisme i el materialisme. És una preocupació que hom reconeix fàcilment perquè s'expressa en una quantitat impressionant d'obres dedicades a lluitar contra aquests perills, a denunciar-los quan es presenten dissimulats i disfressats en obres filosòfiques d'aparença innocent, i a descriure els innombrables mals socials que s'en derivarien, si mai aquests principis filosòfics esdevinguessin dominants.

En termes filosòfics, una de les preocupacions dominants d'aquesta literatura era el demostrar que la natura no és auto-suficient, és a dir, que la matèria per si mateixa o moguda només per principis actius *cecs*, que exclouen la participació d'una intel·ligència superior, no és capaç de produir tots els efectes físics. La possibilitat contrària obria la porta al determinisme físic i feia totalment plausible la idea d'un món que funciona tot sol, i que ho farà eternament -un món per a l'existència del qual Déu no és necessari. Aquest era el perill filosòfic més gran que el mecanicisme comportava en el pla metafísic.

Que el *ateisme atomiste* i el determinisme físic que li era associat eren un estímul directa al relativisme moral, la indiferència religiosa i la inestabilitat política, les doctrines morals de Hobbes ho palesaven. Encara que famós com a teoritzador de la política, Hobbes sempre es va considerar un filòsof natural, i de fet fou el més cartesiana de tots els filòsofs naturals anglesos. Hobbes es declarava materialista i defensava que la matèria era eterna i increada. L'íntima connexió que els seus contemporanis van reconèixer (molt correctament) entre el seu materialisme mecanicista i la seva filosofia política i moral, fou la millor il·lustració que hom podia desitjar de les perilloses conseqüències filosòfiques del mecanicisme ortodoxe.

El cas Scargill exemplifica prou bé la reacció social contra Hobbes després de la Restauració del 1660. L'ensenyament de la filosofia de Hobbes fou prohibit a les universitats angleses, però Daniel Scargill, *fellow* d'un dels *colleges* de Cambridge, gosà desafiar la prohibició. L'any 1668, quan Newon estava a punt de substituir Barrow com a catedràtic de matemàtiques a la mateixa universitat, Scargill en fou expulsat acusat d'ensenyar i defensar les idees de Hobbes. En un intent (que resultà fallit) de trencar l'ostracisme intel·lectual i la penúria econòmica a que el condemnaven, Scargill escrigué i publicà una lamentable abjuració on denuncia els terribles principis morals de Hobbes:

"Que no hi ha cap més dret que legítim una Autoritat que el del Poder; que si el Diable fos omnipotent, hauria de ser obeït; que no hi ha cap més llei per dir què és moralment bo que la llei positiva del Magistrat Civil; que les Sagrades Escripures

només obliguen en la mesura en què el Magistrat Civil ens obliga a complirles; que el Magistrat Civil ha de ser obeït encara que prohibeixi adorar a Déu, o ordeni de robar, matar, o cometre adulteri<sup>36</sup>.

Hobbes, com és el cas de Machiavel, de Mandeville, i de tots els grans cínics que han gosat teoritzar sobre les conseqüències positives que es deriven de la misèria moral humana, era un personatge especialment odiat pel seus contemporanis<sup>37</sup>. El seu relativisme moral era repulsiu, però encara ho era més la noció que no hi ha cap altra legitimitat política que la que té força per fer-se respectar. En abstracte, aquesta és una formulació brillant d'un principi bàsic de la teoria política, i com a tal l'apreciem avui. En els primers anys de la restauració anglesa, després de deu anys de guerra civil i deu més de dictadura, la societat anglesa maldava per restaurar la legitimitat de la monarquia i per establir una relació d'equilibri entre els poders del monarca i del Parlament. En aquest context, les idees de Hobbes eren profundament desestabilitzadores. Aquí i ara, donada la nostra història recent, podem entendre fàcilment què desagradable i sospitos és sentir-se dir que un poder polític és legítim si té força per perdurar com a tal i garantir l'ordre social.

La trajectòria personal de Hobbes durant els anys durs de la guerra civil, la dictadura de Cromwell i la Restauració no era cap exemple de fidelitat a uns ideals -de fet, havia estat sempre marcada per la voluntat de congraciarse amb el poder establert. A la Restauració, Hobbes era un membre del cercle més íntim d'amistats del rei, el dissolt i corrompte Carles II, la vera antítesi de l'*ethos* purità tan prominent dins els cercles intel·lectuals i religiosos de l'Anglaterra del XVII. Es ben sabut que Hobbes acabà enfrontant-se amb la Royal Society, atacant i intentant desvirtuar el programa de filosofia experimental que Robert Boyle hi havia endagat. Com Shapin i Schaffer han demostrat recentment, aquest enfrontament respon a la contraposició de dues teories del coneixement que descansaven en dues concepcions enfrontades de la política i de les vies que garanteixen l'ordre social<sup>38</sup>.

El sistema d'equacions Hobbes = filosofia mecànica = determinisme físic = materialisme = caràcter contingent de Déu = relativisme moral = perill d'anarquia política resum prou bé les relacions entre aquests conceptes que cal tenir presents per entendre l'obsessió anti-mecanicista de molts pensadors anglesos de la Restauració -una obsessió que és altament relevant per entendre els dos programes dominants a la filosofia natural d'aquest període: el programa experimental de Robert Boyle i el programa de matematització de la física d'Isaac Barrow.



### Boyle, Barrow i el voluntarisme teològic

El programa de Robert Boyle és prou conegut<sup>39</sup>. Boyle fou un dels primers en promoure un programa de ciència de laboratori en el sentit modern del terme -és a dir, un programa d'experimentació sistemàtica, amb elaboració de protocols, i amb el criteri de *repetibilitat* com a garantia de veritat. Boyle va dir més d'un cop que mai no podíem arribar a descobrir com funcionava la matèria a nivell corpuscular. En aquest nivell només hi cabien conjectures -*hipòtesis*, amb el mateix sentit pejoratiu que Newton donà a aquest mot. El que sí podíem fer, però, era establir experimentalment les regularitats o lleis que Déu havia imposat a la natura.

En el programa de Barrow també es parteix de la impossibilitat de descobrir el funcionament de la matèria, però l'èmfasi es posat en la matematització. Per fer plausible el seu programa, Barrow introduí canvis substancials en la noció de física matemàtica fins aleshores prevalent. El canvi més notable és la introducció del que anacrònicament podem anomenar un model o constructe matemàtic<sup>40</sup>. Aquesta noció, com sabem a partir de I. Bernard Cohen, juga un paper clau dins l'estil matemàtic dels *Principia*.

Darrera els programes de Boyle i de Barrow, cal subratllar-ho, hi ha una mateixa desconfiança cap a l'auto-suficiència de la natura i cap a la capacitat humana per arribar a entendre el seu funcionament real. En el cas de Barrow, el supernaturalisme és radical: l'acció directa de Déu darrera cada efecte físic és allò de què podem estar segurs, però mai no podrem saber de quines transformacions de la matèria Déu se serveix, si és que li calen! No hi ha causalitat material *stricto sensu*, i per tant no té sentit buscar explicacions causals mecàniques dels efectes físics. En el cas de Boyle, el supernaturalisme és mitigat: la natura no és auto-suficient, els camins de Déu són inescrutables, i no podem pas pretendre arribar a esbrinar el funcionament més íntim de la natura. Totes les hipòtesis que fem sobre els corpuscles estan condemnades a romandre conjectures sense cap valor de veritat especial. Darrera les opcions filosòfiques de Barrow i de Boyle trobem una mateixa visió voluntarista de Déu, i aquest és el darrer component del context intel.lectual dels *Principia* al qual em referiré.

L'omnisciència i la omnipotència divines són atributs que, desde la perspectiva humana, entren en conflicte. En els humans, certament, la voluntat de fer és normalment controlada i dirigida pel que sabem i pel que la raó ens fa preveure que resultarà de les nostres accions. En teologia hom anomena una concepció voluntarista de Déu a la que dóna més importància a la seva omnipotència i lliure albir que a la seva omnisciència. Per oposició, una concepció intel.lectualista subordina la omnipotència a la infinita sabiesa

divina. La concepció voluntarista de Déu fou revifada en el Renaixement pels protestants, i especialment pels calvinistes, encara que també és present a teòlegs catòlics com Suárez. En la concepció voluntarista, Déu omnipotent imposa lleis al món i als homes -les lleis de la natura i la llei moral natural- sense cap limitació. Les lleis són arbitràries: no són arquetips o idees eternes perfectes que Déu es plau en materialitzar; no configuren necessàriament *el millor dels mons possibles*. Potser les lleis de la natura responen a algun designi, però Déu és inescrutable i mai no podrem arribar a capir el perquè darrera allò que Déu fa. Déu pot fer un món sense gravetat, o pot haver creat altres mons que no tenen res de semblant amb aquest, o podria fer que la blasfèmia fos un acte virtuós. Per dir-ho amb un dels principis característics del voluntarisme, *Déu pot fer tot allò que no implica contradicció* -les lleis de la natura, per tant, només poden ser descobertes experimentalment.

La concepció intel·lectualista, d'altra banda, suggereix que és possible reconèixer la racionalitat de la creació. Essent la racionalitat una conseqüència necessària de la intel·ligència divina, Déu ens haurà donat un enteniment que no pot servir sinó per revelar els seus designis. Com ha estat assenyalat abastament, l'intel·lectualisme teològic representa en general un estímul pel pensament metafísic, i sobre tot per les aproximacions racionalistes i a priori a la filosofia natural (com la cartesiana i leibniziana). El voluntarisme teològic, en canvi, ha estat en general un estímul per l'empirisme i l'experimentalisme. Tota vegada que no hi ha pràcticament limitació a les possibilitats creadores de Déu, el voluntariste no pot pretendre conèixer per mètodes a priori les lleis que Déu ha imposat al món i li cal recórrer a l'observació i experimentació<sup>41</sup>.

Estudis recents han fet veure de forma convincent que el voluntarisme teològic fou una motivació important per Robert Boyle, i que també ho fou per Barrow. Aquest, en particular, va utilitzar el principi de que *Déu pot fer tot allò que no implica contradicció* per atorgar realitat virtual als models matemàtics que no són físicament reals, en el sentit de que no es compleixen i no descriuen *aquest món*. Com que Déu pot crear d'altres mons, sempre que estiguin lliures de contradicció, les demostracions matemàtiques sobre coses que *no existeixen* són precisament les matemàtiques que servirían pels mons (per nosaltres imaginaris) que la omnipotència de Déu pot crear<sup>42</sup>.

## El Déu de Newton

Déu és avui lluny de les reflexions de la majoria dels físics -si més no, de llurs reflexions sobre física. Però no sempre ha estat així. En el segle XVII són molts els filòsofs naturals que fan descansar les seves idees explícitament

en un o altre atribut de Déu. El propi Newton ens parla de la importància que té la noció de Déu dins la filosofia natural. Newton va redactar una història de la ciència, fragmentària, que roman inèdita, i que reconeixia com un dels seus principis organitzadors que *el coneixement de les obres de Déu va prosperar en aquelles èpoques en que hi havia una noció de Déu vertadera, i recíprocament*<sup>43</sup>. Newton fou conseqüent amb aquest principi i no deixà d'assenyalar en la seva gran obra que Déu és important per entendre el món, i el món és important per entendre a Déu<sup>44</sup>. Repetides vegades Newton va reconèixer que estudiant les obres de Déu, ens hi acostem. A més essent un home social i políticament identificat amb el moviment lliberal i integrador latitudinari, Newton sempre va expressar una gran satisfacció pel fet que els seus llibres, i en particular el seu univers, estructurat per la força de la gravetat, fossin utilitzats amb fins apologètics. La primera carta que Newton adreçà a Bentley quan aquest li anuncià el seu interès per utilitzar la física de Newton en una conferència titulada *Una confutació de l'ateisme a partir de l'origen i estructura del món*, començava amb aquestes reveladores paraules:

"Quan vaig escriure el meu Tractat sobre el nostre Sistema [del món], no vaig deixar de pensar en aquells principis que podrien conduir a homes reflexius a Creure en la Deïtat, i no res pot alegrar-me més que de trobar que és útil per aquest propòsit"<sup>45</sup>.

Newton mateix veia la mà de Déu en aquest món:

"Mentre que els Cometes es mouen en òrbites molt excèntriques en tota mena de posicions, un Fat cec mai no podria fer que tots els Planetes es moguin d'una i mateixa manera en òrbites concèntriques, exceptuant algunes irregularitats inconsiderables que poden haver sorgit de les Accions mútues de Cometes i Planetes, i que podrien incrementar-se fins que el Sistema necessités una Reforma"<sup>46</sup>.

Aquest paràgraf que acabo de citar pertany a l'*Òptica*, publicada en els primers anys del segle XVIII, però idees molt similars són expressades al famós Escoli General dels *Principia*, on Newton fa la seva famosa declaració, *Hypotheses non fingo*. Aquí trobem la també famosa descripció voluntarista de Déu.

"Aquest sistema bellíssim del sol, planetes i cometes no pot sortir sinó del disegni i de l'autoritat d'un Ésser intel·ligent i poderós. ... Aquest Ésser governa totes les coses no com l'ànima del món, sinó com Senyor de tot; i tenint en compte la seva autoritat, hauria de ser anomenat Senyor Déu Pantocrator, o Sobirà Universal".

I a partir d'aquí, Newton es llança en un llarg excursus sobre els atributs de Déu que li semblen més importants—un excursus que ocupa més de la meitat de l'Escoli que conclou els *Principia*! Segons Newton és l'autoritat i el domini allò que és més important entre els atributs de Déu. Hem permetré aquí una cita llarga, perquè una paraula de Newton en val més que cent de meves.

"És l'autoritat d'un ésser espiritual allò que constitueix un Déu: un domini vertader, suprem, o imaginari fa un Déu vertader, suprem, o imaginari. ... [El Déu vertader], que existeix sempre i a tot arreu, constitueix la duració i l'espai. ... És omnipresent no només *virtualment*, sinó també *substancialment*, perquè la capacitat d'actuar no pot subsistir sense substància. En ell, totes les coses són contingudes i mogudes, però no s'afecten mútuament: Déu pateix no res per causa del moviment dels cossos; els cossos no troben cap resistència malgrat la omnipresència de Déu. Tothom reconeix que el Déu Suprem existeix necessàriament, i per la mateixa necessitat existeix *sempre i a tot arreu*. D'aquí se segueix que tot ell és semblant, tot ull, tot oïda, tot cervell, tot poder de percebre, de comprendre i d'actuar; però d'una manera en absolut humana, d'una manera en absolut corpòrea, d'una manera que ens és absolutament desconeguda. ... Nosaltres el coneixem només per l'excel·lència i saviesa extraordinàries de les coses que ha fet i de les seves causes finals; l'admirem per les seves perfeccions; però el reverenciem i l'adorem per la seva autoritat: perquè l'adorem com els seus servidors; i un déu sense autoritat, providència i causes finals, no és sinó Fat i Natura"<sup>47</sup>.

El Déu de Newton és essencialment autoritat, poder, domini. També és un Déu remot i inescrutable, però en la mesura en que d'ell en podem saber alguna cosa, ho aprendrem estudiant les seves obres. Com el mateix Newton diu categòricament com a conclusió d'aquest llarg excursus,

"I fins aquí, sobre Déu; de qui, el parlar-ne a partir de les apariències de les coses pertany certament a la Filosofia Natural"<sup>48</sup>.

## Remarques finals

En resum, què podem dir dels *Principia* com expressió d'un programa antimecanicista? I què podem dir de Newton com a col.laborador d'un programa així? D'entrada cal subratllar que els *Principia* tenen un antecedent directe i molt pròxim en el programa matematitzador d'Isaac Barrow, explícitament dissenyat per oferir una alternativa a la filosofia natural mecanicista. Aquest programa matematitzador, com he fet veure a un altre lloc, troba la seva primera manifestació concreta en l'òptica geomètrica que Barrow i Newton practicaren amb *gusto* a finals dels anys 1660s i primers 1670s<sup>49</sup>. En segon lloc, els *Principia* foren utilitzats generosament pels apològistes cristians per justificar una visió de l'univers contraposada a la del

mecanicisme. Si els Hobbesians i els mecanicistes ortodoxes concebien l'univers com un mecanisme de rellotgeria al qual Déu havia donat corda en el moment de la creació, i reduïen la providència ordinària de Déu a la seva voluntat de que el món continués marxant, Bentley, Boyle, i molts altres pensadors anglesos destacaven que Déu jugava *continuament* un paper actiu en la conservació i funcionament del món, en el qual injectava energia i moviment -un paper, suggeria Bentley, que començava per injectar continuament dins el món la força de la gravetat. És important reconèixer que Newton, per acció o per omisió, es va identificar plenament amb l'ús públic que els apòlogistes cristians feren dels *Principia* i de la força de la gravetat.

Ara bé, és que podem afirmar categòricament que Newton, a la intimitat de la seva cambra d'estudi, feia seva sense reserves aquesta interpretació dels *Principia*? Aquesta és una pregunta bastant més difícil de constestar. Si només prenguessim en consideració els *Principia* i algun altre text que Newton va publicar abans de morir hauriem de concloure que sí. De fet, però, la evidència històrica, en forma de nombrosos manuscrits de Newton que encara ara anem descobrint, és molt complexa i difícil d'interpretar. Entre els papers de Newton en trobem per a tots els gustos. Alguns semblen confirmar la visió de Newton anti-mecanicista (en el sentit que el mot tenia en el segle XVII), positivista *avant la lettre*, fidel a l'*hypothesis non fingo*. D'altres, però, semblen descobrir-nos un Newton que accepta l'autosuficiència de la natura, que busca éters subtilíssims que ho expliquin tot, i que fa anar tota mena de principis actius inherents a la matèria, principis amb els quals Déu tindria a veure-hi no res. El fet és, per resumir, que així com tenim pocs dubtes sobre com foren llegits, rebuts, i utilitzats els *Principia*, els historiadors no hem arribat a posar-nos d'acord sobre què és el que Newton realment pensava sobre els fonaments filosòfics de la seva gran obra, i en particular sobre la seva força de gravetat<sup>50</sup>.

I per acabar, una darrera reflexió. Si el lector se sent portat a concloure que Newton i els *Principia mathematica* són productes típicament anglesos, inexplicables fora del context social i intel·lectual de la Restauració anglesa de la segona meitat del segle XVII, aleshores un dels objectius centrals d'aquestes pàgines estarà assolit. Si això l'incomoda, acostumat a pensar que la ciència (i particularment la ciència moderna, que Newton fundà) és aquella forma de coneixement que està per damunt de fronteres, creences i biaixos culturals-aleshores aquestes reflexions encara hauran estat menys inútils. Perquè no és cert que la ciència estigui realment per damunt de tantes coses. De fet, tots hem sentit, potser fins i tot hem defensat, una explicació en termes de factors socials, culturals i religiosos de per què els països ibèrics han estat científicament improductius (fins i tot en comparació amb un altre país catòlic i llatí com és Itàlia). El que he intentat de fer veure prenent

Newton com a pretext és que el context condiona la ciència que s'hi fa i no només impedeix que s'en hi faci. Les societats són indivisibles, i les idees i els valors dominants compten i condicionen tots els àmbits.

## NOTAS

1 La bibliografia sobre els *Principia* ha assolit des de fa anys el caràcter d'inundació i cap intent no serà fet aquí d'oferir-ne un extracte. Entre els treballs que estudien les relacions entre els *Principia* i llur context social i intel·lectual, l'autor troba especialment suggerents FORCE, J.E. & POPKIN, R.H. (eds.) (1990) *Essays on the context, nature and influence of Isaac Newton's theology*. Dordrecht, Kluwer Academic; ALEXANDER, H.G. (ed.), (1956) *The Leibniz-Clarke Correspondence*. Manchester, Manchester Univ. Press; REDWOOD, J. (1976) *Reason, Ridicule and Religion. The Age of the Enlightenment in England 1660-1750*. London, Thames and Hudson; MAYR, O. (1986) *Authority, Liberty & Automatic Machinery in Early Modern Europe*. Baltimore, etc., The Johns Hopkins Univ. Press; SHAPIN, S. (1981) "Of Gods and Kings: Natural Philosophy and Politics in the Leibniz-Clarke Disputes". *Isis*, 72, 187-215; JACOB, M.C. (1976) *The Newtonians and the English Revolution 1689-1720*. Hassocks, The Harvester Press; *The Cultural Meaning of the Scientific Revolution*. New York, Knopf, 1988; GUERLAC, H. (1981) *Newton on the Continent*. Ithaca, Cornell Univ. Press; HALL, A.R. (1980) *Philosophers at War*. Cambridge, Cambridge Univ. Press; i FAUVEL, J.; FLOOD, R.; SHORTLAND, M.; WILSON, R. (eds.) (1989) *Let Newton be!*. Oxford, Oxford Univ. Press.

2 "Without assuming any other principles [that planets are continually drawn or impelled out of one direction into another by some power acting constantly upon them], our author has shown by the strictest reasoning ... all the particulars of a planetary system. Then by comparing this system with facts and observations, made upon the real motions, periods and distances of the planets and comets, he has shown so exact an agreement between them, not in gross but quantity for quantity, in a thousand particulars, that whatever differences appeared at first, are always found to be less and less by more accurate observations. ... [S]o exact a conformity of reason and experience is the greatest evidence we can possibly have, that this explication of the mechanism of the world is a true explication; and ... it is the distinguishing character of his system". Cf. SMITH, R. (1738) *A Compleat System of Opticks, in Four Books. A Popular, a Mathematical, a Mechanical, and a Philosophical Treatise*. Cambridge, vol. I, p. 94.

3 Ibid. I.B. Cohen ha caracteritzat el joc entre matemàtiques i observacions característic de l'estil newtonià per mig de la noció de *constructe* matemàtic (demano excuses pel neologisme) -una noció que Cohen correctament veu com allò que feu que els contemporanis de Newton parlessin del caràcter revolucionari de la seva obra. Cf. COHEN, I.B. *The Newtonian Revolution*, cap. 3 i 4.

4 *Histoire de l'Académie des Sciences* (1732), p. 130-1, citat a BRUNET, P. (1931) *L'introduction des théories de Newton en France au XVIIIè siècle*. Paris, repr. Genève, Slatkine, 1970, p. 204. Sobre la interpretació de la gravetat i el

caràcter rupturista atorgat a la metodologia de Newton pels seus primeres deixebles continentals, veure els articles "Experimental" i "Atraccion" a la *Encyclopédie raisonnée*. Veure també BRUNET, P., *L'introduction des théories de Newton*, pp. 203-299.

5 "Je m'estonne que Mr Newton sur une hypothese si peu probable et si hardie, se soit donnè la peine de bastir tant de Theoremes et comme une theorie entiere des actions des corps celestes". Cf. *Oeuvres de Huygens*. La Haye, 1888-1950, vol. XVI, p. 250.

6 Cf. AITON, E.J. (1972) *The Vortex Theory of Planetary Motions*. London, Macdonald, i (1985) *Leibniz. A Biography*. Bristol, Adam Hilger.

7 "Universal Gravitation, a thing certainly existent in Nature, is above all Mechanism and material Causes, and proceeds from a higher principle, a Divine energy and impression.". Cf. *A Confutation of Atheism from the Origin and Frame of the World*, p. 32; repr. a COHEN, I.B. (1978) *Isaac Newton's Papers and Letters On Natural Philosophy*. 2nd ed., Cambridge, Mass., Harvard Univ. Press, p. 344.

8 "The last Clause of the second Position I like very well. It is inconceivable, that inanimate brute Matter should, without the Mediation of something else, which is not material, operate upon, and affect other Matter without mutual Contact, ... That Gravity should be innate, inherent and essential to Matter, so that one Body may act upon another at a Distance thro' a *Vacuum*, without the Mediation of any thing else, by and through which their Action and Force may be conveyed from one to another, is to me so great an Absurdity, that I believe no Man who has in philosophical Matters a competent faculty of thinking, can ever fall into it. Gravity must be caused by an Agent acting constantly according to certain Laws; but whether this Agent be material or immaterial, I have left to the Consideration of my Readers" [Ibid., pp. 302-303].

9 Els treballs clàssics són LENOBLE, R. (1943) *Mersenne; ou, La naissance du mécanisme*. Paris, Vrin; HALL, M.B. (1952) "The Establishment of the Mechanical Philosophy". *Osiris*, 10, 412-541; DIJSTERHUIS, E.J. (1985) *The Mechanization of the World Picture*. Princeton, Princeton Univ. Press, 1ª ed. 1959. Aquests treballs són encara valuosos, però cal llegir-los amb la perspectiva que donen els treballs recents de J. HENRY, OSLER, GABBEY, WEBSTER i d'altres sobre Boyle, More, i Hooke. Veure també CLARKE, D.M. (1982) *Descartes's philosophy of science*. Manchester, Manchester Univ. Press, i els articles de BENNETT i de WILSON citats a la bibliografia.

10 La nova filosofia "will Empirically and Sensibly canvass the Phaenomena of Nature, deducing the Causes of things from such Originals in Nature, as we observe are producible by Art, and the infallible demonstration of Mechanicks: and certainly, this is the way, and no other, to build a true and permanent Philosophy: For Art, being the Imitation of Nature (or, Nature at Second-Hand) it is but a sensible expression of Effects, dependent on the same (though more remote Causes) and therefore the works of the one, must prove the most reasonable discoveries of the other. And to speak yet more close to the point, I think is no Rhetorication to say, That all things are Artificial; for Nature it self is nothing else but the Art of God". Cf. POWER, H. (1663-1664) *Experimental Philosophy, In three Books: Containing New Experiments Microscopical, Mercurial, Magnetical*. London, 2 vols. in 1, p. 192.

11 "Nor do I suppose any *Motions*, but what we see in the greater parts of the Universe ... Again, all the *Motions* I fancy in my *Atoms*, may be represented in gross *Tangible Bodies*, and consequently may be made intelligible and examinable". Cf. PETTY, W. (1674) *The Discourse Made before the Royal Society ... Concerning the Use of Duplicate Proportion*. London, pp. 133-134.

12 Prefaci de la *Micrographia*, citat per WILSON, C. (1988) "Visual Surface and Visual Symbol: The Microscope and the Occult in Early Modern Science" *J. Hist. Ideas*, 49, 85-108, p. 97.

13 GADROYS, C. (1675) *Le Système du monde* pp. 178-179; citat per CLARKE, D.M. (1989) *Occult Powers and Hypotheses. Cartesian Natural Philosophy under Louis XIV*. Oxford, Clarendon Press, p. 142. Com deia N.J. Poisson, un altre cartesià, les hipòtesis cal que siguin *naturals*, és a dir, *una màquina en la qual les rodes giren soles sense necessitar que un home en faci funcionar cada part manualment* [Remarques sur la méthode de Mr Descartes, 1671, p. 175; citat per CLARKE, *ibid.*, p. 141].

14 MANUEL, F.E. (1976) *A portrait of Isaac Newton*. Oxford, Clarendon Press, pp. 142ff. No cal dir que la biografia definitiva de Newton és la de WESTFALL, *Never at Rest*.

15 *Never at Rest*. Cambridge, Cambridge Univ. Press, 1980, p. 290.

16 HARRISON, J. (1984) *The Library of Isaac Newton*. Cambridge, Cambridge Univ. Press, pp. 55-60.

17 Que Newton mantingués amagada aquesta faceta de la seva activitat només reflecteix l'estatus de l'alquímia en aquell moment, i no pas que Newton li atorgués poc valor científic. L'alquímia, dins les convencions dels qui la practicaven, havia de romandre secreta. Sobre l'alquímia de Newton, a més del que en diu WESTFALL a *Never at Rest*, veure DOBBS, B.J. (1975) *The Foundations of Newton's Alchemy*. Cambridge, Cambridge Univ. Press, i *The Janus Faces of Genius: The Role of Alchemy in Newton's Thought*. Cambridge, Cambridge Univ. Press, 1991; WESTFALL, R.S. (1984) "Newton and Alchemy". En: B. Vickers (ed.), *Occult and Scientific Mentalities in the Renaissance*. Cambridge, Cambridge Univ. Press, pp. 315-335; i McGUIRE, J.E. & RATTANSI, P.M. (1966) "Newton and the Pipes of Pan". *Notes and Records of the Royal Society of London*, 21, 108-143.

18 Sobre la caracterització dels genis a Aristòtil i la transformació d'aquest concepte al Renaixement, veure PANOFISKY, E. (1955) *The Life and Art of Albrecht Dürer*. Princeton, Princeton Univ. Press, p. 165.

19 Veure la nota 1 i la bibliografia sobre Henry More i Hobbes citada més avall.

20 Els treballs clàssics sobre More i els Platònics de Cambridge són CASSIRER, E. (1953) *The Platonic Renaissance in England and the Cambridge School*. New Haven, Yale Univ. Press; KOYRE, A. (1957) *From the Closed World to the Infinite Universe*. Baltimore, Johns Hopkins Univ. Press, i l'article de M. NICHOLSON. Veure també els articles de GABBEY, HENRY i WEBSTER i els llibres de A.R. HALL i B. SUTTON.

21 La visió de conjunt més moderna sobre Barrow es troba al llibre de M. FEINGOLD, *Before Newton*.

22 Veure els treballs de J. HENRY citats a la bibliografia, especialment "Occult qualities" i "Matter i motion"; i també els articles de K. HUTCHISON.



23 Per referències a d'altres pensadors i filòsofs experimentals disposats a superar el mecanicisme ortodoxe, veure HENRY, "Occult qualities", R. KARGON, *Atomism*, i A. MALET, "Isaac Barrow on the Mathematization of Nature: Theological Voluntarism and the Rise of Geometrical Optics", en premsa.

24 HALE, M. (1695) *Magnetismus Magnus: or Metaphysical and Divine Contemplations on the Magnet, or Loadstone*. London. Segons l'editor anònim d'aquest llibre pòstum del Lord Chief-Justice Hale, aquest era el tercer i darrer llibre que Hale dedicava al magnetisme; els dos primers describien efectes magnètics físics.

25 HALE, M. (1677) *Observations touching the Principles of Natural Motions; and especially touching Rarefaction and Condensation*. London, pp. 20-22.

26 "Virtue and Power is a thing quite of another nature from Matter: Matter is a dull, inactive Thing; if it has Motion, it must be put into Motion by somewhat else, or it will everlastingly rest". *Ibid.*, p. 8.

27 *Origines sacrae, or a Rational Account of the Grounds of Christian Faith*, London, 1662, p. 468. Sobre el corpuscularisme, pp. 377ff, 448ff; sobre la deificació de la matèria autocinètica, p. 446. Segons el *Dictionary of National Biography*, la publicació de *Origines sacrae* va donar a Stillingfleet una reputació enorme.

28 *Ibid.*, p. 455 ("motion doth inseparably belong to the least Atom" i "Atoms move, because it is their nature to move"). Quoted in HENRY, J. (1986) "Occult qualities and the experimental philosophy: Active principles in pre-Newtonian matter theory". *Hist. Sci.*, 24, 335-381; Stillingfleet's emphasis. John Smith attacked atomism in his *Short Discourse of Atheism*, which appeared in his *Select Discourses*, London, 1660. See KARGON, R. (1966) *Atomism in England from Hariot to Newton*. Oxford, Clarendon Press, pp. 82-83.

29 *Ibid.* p. 468: "the Atomists outdo the most credulous Peripateticks, seeing they lay the prime foundation of the world and of their own Philosophy together in a thing they can give no rational account of at all, which is, the motion of Atoms in an Infinite Vacuity".

30 *Ibid.*, p. 448.

31 *The Living Temple* (1675), dins *The Works of ... John Howe* (2 vols.), London, 1724, I: 1-242, p. 27, 53.

32 *Ibid.*, p. 52.

33 *Ibid.*, p. 28; èmfasis de Howe.

34 Veure HUNTER [1981, 162-187], i HUNTER [1991].

35 Veure JACOB [1976] i [1988], JACOB [1983], COLIE [1957], McADOO [1965], SHAPIRO, B. (1969) *John Wilkins*. Berkeley, Univ. of California Press, i HUNTER, M. (1989) "Latitudinarianism and the 'Ideology' of the Early Royal Society: Thomas Sprat's *History of the Royal Society* (1667) Reconsidered". En: M. Hunter (ed.), *Establishing the New Science*. Woodbridge, The Boydell Press.

36 SCARGILL, Daniel (1669) *The Recantation of Daniel Scargill*. Cambridge, p. 1.

37 Veure MINTZ [1970], JACOB [1983] i SARASOHN [1985].

38 SHAPIN, S. & SCHAFFER, S. *Leviathan and the Air-pump*.

39 Sobre Boyle hi ha una literatura molt considerable. Entre la recent, he trobat especialment útils els treballs de GREENE, HENRY [1990], JACOB [1977], McGUIRE [1972], SHAPIN (1988), i, naturalment, el llibre de SHAPIN i SCHAFFER.

40 Veure MALET, A. "Isaac Barrow on the Mathematization of Nature".

41 Veure els treballs de BROOKE, FUNKENSTEIN, LINDBERG & NUMBERS, OAKLEY & OSLER citats a la bibliografia.

42 Veure MALET, A. "Isaac Barrow" i "Mathematics and Mathematization".

43 MANUEL, F.E. (1974) *The Religion of Isaac Newton*. Oxford, Clarendon Press, p. 42.

44 Veure els treballs de FORCE & POPKIN, GUERLAC & JACOB, KUBRIN, MANUEL [1974], McGUIRE [1978a] & [1978b], i l'edició dels Hall's del *De gravitatione* de Newton dins de HALL & HALL [1962].

45 COHEN, I.B. (ed.), (1978) *Isaac Newton's Papers and Letters On Natural Philosophy*. 2nd ed., Cambridge, Mass., Harvard Univ. Press, p. 280.

46 NEWTON, I. (1979) *Opticks*. New York, Dover, p. 402.

47 MOTTE-CAJORI (ed.), (1962) *Mathematical Principles of Natural Philosophy*. Berkeley, Univ. California Press, pp. 544-546.

48 *Ibid.*, p. 546.

49 Veure *Barrow on the Mathematization of Nature*.

50 La bibliografia és molt extensa, però es pot recuperar a partir dels textos essencials. Aquests són McMULLIN [1978], els articles de McGUIRE, l'edició del *De gravitatione* a HALL & HALL (1962), i les referències sobre l'alquímia de Newton donades a la nota 17. El treball més recent sobre la qüestió de què tinc notícia és el provocador article de HENRY, J. "Pray do not ascribe that notion to me: God and Newton's Gravity", en premsa.

## BIBLIOGRAFIA

AITON, E.J. (1972) *The Vortex Theory of Planetary Motions*. London, Macdonald.

-----, (1985) *Leibniz. A Biography*. Bristol: Adam Hilger. Traducció a l'espanyol (TE): *Leibniz. Una biografia*. Madrid, Alianza, 1992.

ALEXANDER, H.G. (ed.), (1956) *The Leibniz-Clarke Correspondence*. Manchester, Manchester Univ. Press. Aquesta correspondència ha estat traduïda a l'espanyol per RADA, E. *La polémica Leibniz-Clarke*. Madrid, Taurus.

BENNETT, J.A. (1986) "The Mechanics' Philosophy and the Mechanical Philosophy". *History of Science*, 24, 1-28.

BROOKE, J.H. (1991) *Science and Religion. Some Historical Perspectives*. Cambridge, Cambridge Univ. Press.

BRUNET, P. (1931) *L'introduction des théories de Newton en France au XVIII<sup>e</sup> siècle*. Paris, repr. Genève, Slatkine, 1970.

CASSIRER, E. (1953) *The Platonic Renaissance in England and the Cambridge School*. New Haven, Yale Univ. Press.

CLARKE, D.M. (1989) *Occult Powers and Hypotheses. Cartesian Natural Philosophy under Louis XIV*. Oxford, Clarendon Press.

----- (1982) *Descartes's philosophy of science*. Manchester, Manchester Univ. Press. TE: *La filosofía de la ciencia de Descartes*. Madrid, Alianza, 1986.

COHEN, I.B. (1980) *The Newtonian Revolution*. Cambridge, Cambridge Univ. Press. TE: *La revolución newtoniana y la transformación de las ideas científicas*. Madrid, Alianza, 1983.

COHEN, I.B. (ed.), (1978) *Isaac Newton's Papers and Letters On Natural Philosophy*. 2nd ed., Cambridge, Mass., Harvard Univ. Press.

COLIE, R.L. (1957) *Light and Enlightenment. A Study of the Cambridge Platonists and the Dutch Arminians*. Cambridge, Cambridge Univ. Press.

DIJSTERHUIS, E.J. (1959) *The Mechanization of the World Picture*. 1<sup>st</sup> ed., Princeton, Princeton Univ. Press, 1985.

DOBBS, B.J. (1975) *The Foundations of Newton's Alchemy*. Cambridge, Cambridge Univ. Press.

----- (1991) *The Janus Faces of Genius: The Role of Alchemy in Newton's Thought*. Cambridge, Cambridge Univ. Press.

*Encyclopédie, ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts, et des métiers* (1751-65). Ginebra, 1778 (36 vols.).

FAUVEL, J.; FLOOD, R.; SHORTLAND, M.; WILSON, R. (eds.) (1989) *Let Newton be!* Oxford, Oxford Univ. Press.

FEINGOLD, M. (ed.), (1990) *Before Newton. The life and times of Isaac Barrow*. Cambridge, Cambridge University Press.

FORCE, J.E. & POPKIN, R.H., (eds.) (1990) *Essays on the context, nature and influence of Isaac Newton's theology*. Dordrecht, Kluwer Academic.

FUNKENSTEIN, A. (1986) *Theology and the scientific imagination from the Middle Ages to the seventeenth century*. Princeton, Princeton Univ. Press.

GABBEY, A. (1982) "Philosophia Cartesiana Triumphata: Henry More (1646-1671)". En: T.M. Lennon; J.M. Nicholas; J.W. Davis (eds.) *Problems of Cartesianism*. Kingston, McGill-Queen's Univ. Press, pp. 171-250.

----- (1990) "Henry More and the Limits of Mechanism". En: S. Hutton (ed.), *Henry More (1614-1687)*. Dordrecht, Kluwer Academic, pp. 19-35.

GREENE, R.A. (1962) "Henry More and Robert Boyle on the Spirit of Nature". *Jour. Hist. Id.*, 23, 451-474.

GUERLAC, H. (1981) *Newton on the Continent*. Ithaca, Cornell Univ. Press.

GUERLAC, H. & JACOB, M.C. (1969) "Bentley, Newton, and Providence (The Boyle Lectures Once More)". *J. Hist. Id.*, 30, 307-318.

HALE, M. (1965) *Magnetismus Magnus: or Metaphysical and Divine Contemplations on the Magnet, or Loadstone*. London.

----- (1677) *Observations touching the Principles of Natural Motions; and especially touching Rarefaction and Condensation*. London.

HALL, A.R. (1990) *Henry More. Magic, Religion and Experiment*. Oxford, Basil Blackwell.

----- (1980) *Philosophers at War*. Cambridge, Cambridge Univ. Press.

HALL, M.B. (1952) "The Establishment of the Mechanical Philosophy, *Osiris*, 10, 412-541.

HALL, A.R. & HALL, M.B. (eds.) (1962) *Unpublished scientific Papers of Isaac Newton*. Cambridge, Cambridge Univ. Press.

HARRISON, J. (1984) *The Library of Isaac Newton*. Cambridge, Cambridge Univ. Press.

HATFIELD, G. (1989) "Reason, Nature and God in Descartes". *Science in Context*, 3, 175-201.

HENRY, J. (1990) "Henry More versus Robert Boyle: The spirit of nature and the nature of providence". En: S. Hutton (ed.), *Henry More (1614-1687)*. Dordrecht, Kluwer Academic, pp. 55-76.

----- (1986) "Occult Qualities and the Experimental Philosophy: Active Principles in Pre-Newtonian Matter Theory". *Hist. Sci.*, 24, 335-381.

----- (1983) "Matter in Motion: The Problem of Activity in Seventeenth-century English Matter Theory". *Ph.D. Diss.*, The Open University.

----- (1989) "Robert Hooke, the Incongruous Mechanist". En: M. Hunter & S. Schaffer (eds.) *Robert Hooke. New Studies*. Woodbridge, The Boydell Press, 145-172.

----- (1986) "A Cambridge Platonist's materialism. Henry More and the concept of soul". *Journal of the Warburg and Courtauld Institutes*, 49, 172-195.

----- (1987) "Medicine and pneumatology: Henry More, Richard Baxter, and Francis Glisson's *Treatise on the energetic nature of substance*". *Medical History*, 31, 15-40.

----- (en premsa) "'Pray do not ascribe that notion to me': God and Newton's Gravity". En premsa:

HOWE, J. (1724) *The Living Temple* (1675), in *The Works of ... John Howe* (2 vols.), London, I, 1-242.

HUNTER, M. (1981) *Science and Society in Restoration England*. Cambridge, Cambridge Univ. Press, pp. 162-187.

----- (1989) "Latitudinarianism and the 'Ideology' of the Early Royal Society: Thomas Sprat's *History of the Royal Society* (1667) Reconsidered". En: M. Hunter (1989) *Establishing the New Science*. Woodbridge, The Boydell Press.

----- (1991) "Science and heterodoxy: An early modern problem reconsidered". En: D.C. Lindberg & R.S. Westman (eds.) (1990) *Reappraisals of the Scientific Revolution*. Cambridge. Cambridge Univ. Press, pp. 437-460.

HUTCHISON, K. (1983) "Supernaturalism and the Mechanical Philosophy". *Hist. Sci.* 21, 297-333.

----- (1982) "What happened to occult qualities in the Scientific Revolution". *Isis*, 73, 233-253.

HUTTON, S. (ed.), (1990) *Henry More (1614-1687)*. Dordrecht, Kluwer Academic.

HUYGENS, C. (1888-1950) *Oeuvres de Huygens*, 22 vols., La Haye.

JACOB, M.C. (1976) *The Newtonians and the English Revolution 1689-1720*. Hassocks, The Harvester Press.

----- (1988) *The Cultural Meaning of the Scientific Revolution*. New York, Knopf.

JACOB, J.R. (1977) *Robert Boyle and the English Revolution*. New York, Burt Franklin.

----- (1983) *Henry Stubbe, radical Protestantism and the early Enlightenment*. Cambridge, Cambridge Univ. Press.

KARGON, Robert (1966) *Atomism in England from Hariot to Newton*. Oxford, Clarendon Press.

----- (1965) "Newton, Barrow, and the Hypothetical Physics". *Centaurus*, 11, 46-56.

KOYRÉ, A. (1957) *From the Closed World to the Infinite Universe*. Baltimore, Johns Hopkins Univ. Press. TE: *Del mundo cerrado al universo infinito*. Madrid, Siglo XXI, 1979.

KOYRÉ, A. & COHEN, I.B. (1962) "Newton and the Leibniz-Clarke Correspondence". *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*, 15, 63-126.

KUBRIN, D. (1967) "Newton and the Cyclical Cosmos: Providence and the Mechanical Philosophy". *J. Hist. Id.*, 28, 325-346.

LENOBLE, R. (1943) *Mersenne; ou, La naissance du mécanisme*. Paris, Vrin.

LINDBERG, D.C. & NUMBERS, R.L. (eds.) (1986) *God and Nature. Historical Essays on the Encounter between Christianity and Science*, ed.. Berkeley, Univ. of California Press.

MANUEL, F.E. (1974) *The Religion of Isaac Newton*. Oxford, Clarendon Press.

----- (1976) *A portrait of Isaac Newton*. Oxford, Clarendon Press.

MAYR, O. (1986) *Authority, Liberty & Automatic Machinery in Early Modern Europe*. Baltimore, etc., The Johns Hopkins Univ. Press.

MALET, A. (en prensa) "Isaac Barrow on the Mathematization of Nature: Theological Voluntarism and the Rise of Geometrical Optics".

----- (1991) "Mathematics and Mathematization in the Seventeenth Century". *Stud. Hist. Phil. Sci.*, 22, 673-678.

MCADOO, H.R. (1965) *The Spirit of Anglicanism*. London, Adam & Charles Black.

MCGUIRE, J.E. (1972) "Boyle's Conception of Nature". *Jour. Hist. Id.*, 33, 523-542.

----- (1977) "Neoplatonism and Active Principles: Newton and the Corpus Hermeticum". En: R.S. Westman, R.S. & J.E. McGuire (1977) *Hermeticism and the Scientific Revolution*. Los Angeles, Clark Memorial Library, Univ. California.

----- (1978a) "Newton on place, time and God: An unpublished source" *British Journal for the History of Science*, 11, 114-29.

----- (1978b) "Existence, Actuality and Necessity: Newton on Space and Time". *Annals of Science*, 35, 463-508.

MCGUIRE, J.E. & RATTANSI, P.M. (1966) "Newton and the Pipes of Pan". *Notes and Records of the Royal Society of London*, 21, 108-143.

MCMULLIN, E. (1978) *Newton on Matter and Activity*. Notre Dame, Indiana, Univ. of Notre Dame Press.

MINTZ, S.I. (1970) *The Hunting of Leviathan. Seventeenth-Century Reactions to the Materialism and Moral Philosophy of Thomas Hobbes*. Cambridge, Cambridge Univ. Press.

NEWTON, I. (1979) *Opticks*. New York, Dover. TE: *Óptica*. Madrid, Alfaguara, 1977.

-----, (1962) *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, Motte-Cajori ed., Berkeley, Univ. California Press. T: *Los principios matemáticos de la filosofía natural*. 2 vols., Madrid, Alianza, 1987.

NICHOLSON, M. (1929) "The Early Stage of Cartesianism in England". *Studies in Philology*, 26, 356-374.

OAKLEY, F. (1984) *Omnipotence, Covenant, and Order. An Excursion in the History of Ideas from Abelard to Leibniz*. London, etc., Cornell Univ. Press.

-----, (1961) "Christian Theology and the Newtonian Science: The Rise of the Concept of the Laws of Nature". *Church History*, 30, 433-457.

OSLER, M.J. (1979) "Descartes and Charleton on Nature and God". *Journal of the History of Ideas*, 40, 445-456.

-----, (1985) "Eternal truths and the laws of nature; The theological foundations of Descartes's philosophy of nature". *Jour. Hist. Id.*, 46, 349-362.

-----, (1983) "Providence and Divine Will: Gassendi's Views on Scientific Knowledge". *Jour. Hist. Id.*, 44, 549-560.

-----, (1991) "Fortune, fate, and divination: Gassendi's voluntarist theology and the baptism of Epicureanism". En: M.J. Osler (ed.), (1991) *Atoms, Pneuma, and Tranquillity*. Cambridge, Cambridge Univ. Press, 155-174.

PANOFSKY, E. (1955) *The Life and Art of Albrecht Dürer*. Princeton, Princeton Univ. Press. TE: *La vida y arte de Alberto Durero*. Madrid, Alianza, 1982.

PETTY, W. (1674) *The Discourse Made before the Royal Society ... Concerning the Use of Duplicate Proportion*. London.

POWER, H. (1663-1664) *Experimental Philosophy, In three Books: Containing New Experiments Microscopical, Mercurial, Magetical*. 2 vols. in 1, London.

REDWOOD, J. (1976) *Reason, Ridicule and Religion. The Age of the Enlightenment in England 1660-1750*. London, Thames and Hudson.

SARASOHN, L.T. (1985) "Motion and morality: Pierre Gassendi, Thomas Hobbes and the mechanical world-view". *Jour. Hist. Id.*, 46, 363-379.

SCARGILL, D. (1669) *The Recantation of Daniel Scargill, Publickly made before the University of Cambridge*. Cambridge.

SHAPIN, S. (1988) "Robert Boyle and Mathematics: Reality, Representation, and Experimental Practice". *Science in Context*, 2, 32-58.

-----, (1981) "Of Gods and Kings: Natural Philosophy and Politics in the Leibniz-Clarke Disputes". *Isis*, 72, 187-215.

SHAPIN, S. & SCHAFFER, S. (1985) *Leviathan and the Air-Pump*. Princeton, Princeton Univ. Press.

SHAPIRO, B. (1969) *John Wilkins*. Berkeley, Univ. of California Press.

SMITH, R. (1738) *A Compleat System of Optics*. 2 vols. Cambridge.

STILLINGFLEET, E. (1662) *Origines sacrae, or a Rational Account of the Grounds of Christian Faith*. London.

WEBSTER, C. (1969) "Henry More and Descartes: Some new sources". *Brit. Jour. Hist. Sci.*, 4, 359-377.

WESTFALL, R. (1980) *Never at Rest*. Cambridge, Cambridge Univ. Press.

-----, (1984) "Newton and Alchemy". En: B. Vickers (eds.) (1984) *Occult and Scientific Mentalities in the Renaissance*. Cambridge, Cambridge Univ. Press.

WILSON, C. (1988) "Visual Surface and Visual Symbol: The Microscope and the Occult in Early Modern Science". *Jour. Hist. Id.*, 49, 85-108.