

## RECENSIONS DE LLIBRES

Michio KOBAYASHI, *La philosophie naturelle de Descartes*, Vrin, París (1993). 142 p.

En un moment d'especial interès i revisió de l'obra científica de Descartes, ens trobem amb aquest estudi dedicat a la física cartesiana, i que ve a representar la superació de postures aïlladores entre metafísica i ciència, en Descartes, per ressaltar el paper possibilitador que la metafísica suposa per la ciència cartesiana, tot enllaçant-la amb els supòsits que guien la física actual.

La primera de les intencions fonamentals del llibre és relligar la metafísica, com a fonament, amb la física, com a reflex de la realitat, mitjançant la doctrina de la creació de les veritats eternes, present a les cartes a Mersenne d'abril i maig de 1630. El fonament metafísic consisteix en provar tant l'existència de Déu com a creador de totes les nostres evidències com el fet que

aquestes evidències siguin l'essència de les coses materials. Dit d'una altra manera, la fonamentació metafísica ens dóna un model matemàtic d'evidència que tant ens constitueix a nosaltres com a les coses materials. Ara bé, també es requerirà, per poder passar de la determinació de l'essència a la mostració de l'existència dels cossos externs, una prova metafísica, perquè la mateixa doctrina de la creació de les veritats eternes suposa la contingència de les evidències matemàtiques.

En la seva exposició de la fonamentació metafísica de la física, Kobayashi mostra que tot i que la idea de la «mathesis universalis» suposa una nova concepció del sistema de les ciències, a l'època de les *Regulae*, que es diferencia de l'aristotèlic, tot rebutjant l'homogeneïtat i la regla aristotèlica de la comunicabilitat dels gèneres, que implica la impossibilitat de provar amb proposicions d'un gènere —el geomètric, per

---

FE D'ERRATA:

La recensió del llibre d'Emmanuel LIZCANO *Imaginario colectivo y creación matemática*, va ser realitzada per Ramon MASIA FORNÓS i no per qui consta en l'*Anuari* VIII, 1996, p. 213-215.

exemple— proposicions d'un altre gènere —l'aritmètic—, Descartes encara es mantindrà, en aquesta època, a nivell epistemològic, en la tradició aristotèlica. A les *Regulae* encara trobem un empirisme de caire aristotèlic —sobretot amb la descripció de la facultat de la imaginació i amb les natures simples—; però les *Regulae* resten inacabades, i la filosofia natural posterior es crea sobre l'innatisme de les idees matemàtiques, «que permet a l'enteniment elaborar la idea de les coses materials independentment dels sentits i de la imaginació». A més, a partir d'ara, segons Kobayashi, Descartes sostindrà un «realisme científic» on l'objecte de les matemàtiques pures constitueix l'estructura real de la natura. Per fer això, Descartes haurà de modificar l'estatus ontològic de les idees matemàtiques, enteses fins llavors com a transcendentals platònics. Això s'aconsegueix amb la doctrina de la creació de les veritats eternes.

Aquesta doctrina diu que Déu ha establert les lleis de la natura i ha imprès les idees d'aquestes lleis en els nostres esperits. Hi ha, doncs, una correspondència entre les idees matemàtiques del nostre enteniment i les lleis de la natura. És més, podem pensar, amb aquesta doctrina, que les veritats matemàtiques que concebem en nosaltres mateixos poden tenir el seu correlat material en la natura. És així que Descartes pot manifestar: «podem assegurar que Déu pot fer tot el que nosaltres podem comprendre». La doctrina garanteix al nostre enteniment la formació de la idea de l'essència de les coses materials a partir de les pròpies idees matemàtiques, sense haver de recórrer a la imaginació o els sentits. Es pot, així, concebre el fet que un objecte matemàtic, tal com l'extensió geomètrica, es pugui materialitzar en la natura per constituir la seva estructura. Ara bé, no per això Descartes pretén que les idees preses del nostre propi enteniment, referents a l'essència de les coses materials, s'hagin d'aplicar necessàriament a les coses existents fora de nosaltres. La contingència de les veritats matemàtiques que postula la doctrina no autoritza l'esperit humà a creure que pot

passar apodícticament de les idees innates que té en si a la seva existència fora d'ell. Això només és possible amb la idea de Déu. Per tant, la doctrina posa una limitació ontològica a les veritats matemàtiques i ens obliga a cercar amb l'experiència un correlat material per la idea que l'enteniment té de l'essència de les coses.

Després de mostrar-nos la rellevància de la doctrina de la creació de les veritats eternes en la fonamentació metafísica de la física, Kobayashi cerca la presència d'aquesta doctrina en les obres majors de Descartes, és a dir, més enllà del lloc on s'explicita l'esmentada doctrina —les Cartes de 1630 i les *Sixenes Respostes*. La conclusió d'aquesta recerca és la constant presència implícita de la doctrina en el moment fonamentador, ja sigui de les lleis de la natura (*El Món*, cap. 7è, i *Discurs del mètode*, 5a part) o de la regla d'evidència, que es subordina a la presència de Déu (*Meditacions*, 3a meditació). És, precisament, la manifestació de l'omnipotència divina, allò que permet afirmar l'estreta connexió entre l'objecte de les matemàtiques pures, que podem concebre en nosaltres mateixos, i la producció, segons aquesta essència, de les coses materials. Per tant, la doctrina de les veritats eternes queda lligada a la presència en l'obra cartesiana del creacionisme diví.

Les *Meditacions metafísiques* tenen en l'estudi de Kobayashi un lloc preferent donat que, amb elles, Descartes pretén fonamentar la seva filosofia natural i destruir definitivament els principis de la filosofia natural aristotèlica. Aquest segon objectiu s'aconsegueix en la mesura que la consciència que tenim de nosaltres mateixos és posada com a primera veritat indubitable. El «cogito» és el pensament reflectit en el propi pensament, ja no en la imatge, com pretenia Aristòtil, per a qui «l'ànima no pot pensar mai sense imatge». Per a Descartes, la noció que tenim del nostre pensament precedeix a la que tenim del nostre cos, i és més certa que aquesta. Aquesta preeminència de l'esperit sobre el cos és, doncs, una oposició frontal a la tradició aristotèlica, que do-

nava la primàcia epistemològica a l'objecte sensible o a la imatge. Alhora, Descartes deixa la imaginació sense força cognoscitiva en la determinació del coneixement de l'essència de les coses materials, donant cabuda únicament a l'innatisme en aquest coneixement.

En referència al primer objectiu —fonamentar la seva filosofia natural—, val a dir que l'evidència del «cogito» és encara insuficient per poder donar certesa al món material extern. Cal, doncs, provar l'existència de Déu. Kobayashi emfasitza l'ús cartesià de la noció de causa eficient per demostrar l'existència de Déu, fins al punt d'estendre aquesta causalitat eficient a l'interior de l'esfera divina, quan vol demostrar que la seva existència requereix com a causa l'existència de Déu, i que la seva conservació només és possible per la creació contínua de Déu. Segons això, «Déu fa d'alguna manera la mateixa cosa respecte a si mateix que la causa eficient respecte al seu efecte» (Primeres Respostes, A.T.IX, p.88). Arnauld li objectarà que aquesta aplicació de la causa eficient en la pròpia interioritat divina limita la seva transcendència absoluta, puix que introdueix un cert ordre espacial i temporal en Déu. Per a Descartes, en canvi, l'ús de la causa eficient ens serveix per arribar al coneixement de Déu i de la seva omnipotència, que fa que no tingui necessitat de causa per existir. L'objectió d'Arnauld pot superar-la en virtut de l'absència d'univocitat entre les substàncies finites i la substància infinita, que fa que la causa eficient en Déu sigui anàloga a la causa formal, per donar lloc a la noció de «causa sui».

Respecte a la prova ontològica de l'existència de Déu, Kobayashi considera que, tot i la seva independència lògica, aquesta prova necessita de les anteriors, ja que aquestes donen un coneixement de Déu pels seus efectes, que després és completat per la deducció de la seva essència. Una vegada demostrada l'existència de Déu, és possible subordinar a aquesta la regla d'evidència, i recolzar, d'aquesta manera, la determinació de l'essència de les coses materials per les idees matemàtiques que hi

ha en nosaltres. L'existència de Déu ens permet afirmar que totes aquelles coses que es trobaven compreses en l'objecte de la geometria especulativa, també es troben realment en el món extern. Ara bé, la contingència de les nostres idees ens obliga a cercar amb l'experiència aquesta determinació geomètrica del món extern. La recerca es basa en els sentits, dels quals Descartes diu que, essent un producte de Déu, han de contenir alguna veritat. L'examen dels sentits revela una certa passivitat d'aquests a l'hora de conèixer les idees de les coses sensibles, cosa que només fóra possible per l'existència d'«una facultat activa capaç de formar i produir aquestes idees». Es posa així de manifest la naturalesa de la substància corpòria i la seva existència. Kobayashi insisteix que ambdues proves —la de l'existència de Déu i la de l'existència del món extern— es construeixen sobre el mateix supòsit: la desproporció que hi ha entre l'enteniment humà i la realitat objectiva de la idea de Déu, per una banda, i la desproporció entre els nostres sentits externs i les coses materials com objectes d'aquests sentits en el món físic, per altra, fa que en ambdós casos deduem per la via de la causalitat l'existència d'allò que genera les nostres idees. La recerca metafísica obté el guany de la fonamentació de la ciència física.

La segona intenció que presenta l'obra de Kobayashi és la de trobar el lloc adequat de la física cartesiana dins la història d'aquesta ciència, i reivindicar el paper cartesià en la formació de la física moderna. Per tant, encara que la física cartesiana s'allunyi de la mecànica clàssica newtoniana, per la identificació que Descartes fa entre matèria i extensió, les nocions de massa i pesantor cartesianes no el condueixen a construir una mecànica del punt material i el duran a un cert holisme físico-cosmològic que l'obligarà a relacionar els fenòmens terrestres amb tot el sistema de l'univers.

Kobayashi presenta els dos principis constitutius de la física cartesiana justament com allò que impedeix que Descartes sigui el fundador de la mecànica clàssica, però que, alhora, li per-

meten determinar la visió moderna de la natura. El primer principi és la identificació entre matèria i extensió, que dona lloc al fet que l'espai i el temps només es puguin concebre com essent relatius a la matèria que constitueix l'univers. Tots els punts de l'espai són llavors també punts materials i això fa que sempre estiguin en moviment. Per Newton la suposició de l'espai absolut, independent de la matèria, passa per la fixació d'un punt veritablement immòbil. D'aquest primer principi es segueixen dues conseqüències: negació del buit i divisibilitat a l'infinit de la matèria. A més Descartes n'adjunta altres dues: el caràcter indefinit del món i l'homogeneïtat entre la terra i els cels. El segon principi és el moviment dels cossos, que es defineix únicament com a moviment local, exclouent-hi totes les altres modalitats aristotèliques de moviment. La definició cartesiana del moviment implica l'absència de punts veritablement immòbils.

De tot això es dedueix, en primer lloc, que la causa primera del moviment és Déu i, en segon lloc, que hi ha tres lleis de la natura que són les causes segones dels diversos moviments. Les dues primeres lleis de la natura, conjuntament, formen la llei de la inèrcia de la mecànica clàssica, que Newton formularà, novament, com la seva primera llei del moviment. Val a dir, en aquest sentit, que l'anàlisi cartesiana del moviment circular i la seva descomposició en dos diferents espècies de moviment rectilini, conduirà la mecànica clàssica al rebuig definitiu del moviment circular com aquell que constitueix l'ordre de l'univers. També cal dir que aquesta anàlisi cartesiana, a l'igual que la resta de les seves anàlisis, es fa sobre principis matemàtics. Això, evidentment, té a veure amb la doctrina de la creació de les veritats eternes, ja que la construcció del sistema del món cartesià parteix de les idees matemàtiques que hi ha en nosaltres per després constituir una teoria física. Ara bé, Descartes no es limita a deduir els fonaments de la física a partir d'uns elements matemàtics «a priori» que hi ha en nosaltres. També dona un paper

important a l'experiència, sobretot en el moment d'escollir entre dues hipòtesis igualment versemblants davant dels principis teòrics, i alhora de provar com els efectes naturals es segueixen de les seves causes teòriques.

Per a Kobayashi, la primera gran contribució de Descartes a la formació de la física moderna es troba en la refutació de la filosofia natural aristotèlica. La noció de moviment en Aristòtil passa pel seu establiment únicament en les categories heterogènies, i per la seva vinculació als objectes físics. D'aquesta manera, per a Aristòtil resulta impossible fer abstracció del moviment, i considerar-lo únicament en relació a l'espai i al temps. Per això, per a ell, no pot haver-hi una ciència físicomatemàtica del moviment local. Descartes, en canvi, sí que ho podrà fer, i gràcies a aquesta abstracció estableix de forma definitiva el principi d'inèrcia. L'abstracció matemàtica el porta també a rebutjar les relacions causals que hi havia en el moviment, en la mesura que aquest és inherent a la naturalesa de tot ens mòbil i aquest necessita d'un motor extern per poder ser. Això permetrà un estudi del moviment per si mateix, sense tenir en compte ni la relació de causes ni l'ordre jeràrquic de l'univers.

En segon lloc, Kobayashi defensa, a través de l'estudi dels manuscrits del jove Newton, la presència d'una influència decisiva de Descartes en la formulació de la primera llei del moviment newtoniana —que es forma a partir de les dues primeres lleis de la natura cartesianes. També troba paral·lelismes en l'anàlisi newtoniana del moviment circular, que es descomposa, com en el cas cartesià, en dos moviments rectilinis. Com és sabut, Newton, amb aquesta anàlisi formula amb exactitud l'acceleració del moviment circular, però ho fa representant la idea cartesiana. Amb tot això, Kobayashi creu que es pot afirmar que no només Newton va estudiar amb atenció la física cartesiana, sinó que a més aquesta va constituir una de les bases primordials de la mecànica de Newton.

En tercer lloc, Descartes també aporta alguns resultats concrets de la

seva física, que es podrien incorporar al sistema de la mecànica clàssica. En concret, Kobayashi fa esment a la noció exacta de treball com a principi general de l'estàtica. D'aquest principi es derivarà la idea de desplaçament virtual, obtinguda de l'estudi dels equilibris entre diverses forces en una balança. Aquesta idea serà essencial en la formulació del principi del treball virtual que va portar a terme Bernoulli a principis del segle XVIII, i del qual avui es dedueixen totes les lleis de l'estàtica. Si Descartes ha pogut fer tot això és perquè aquestes nocions —idea de treball i desplaçament virtual— es poden representar geomètricament sense haver de recórrer a les nocions de força, entesa com a potència, o de temps. L'abstracció geomètrica, novament, ens porta cap als fonaments metafísics de la física i cap a la tesi creacionista del món, segons la qual el món es conserva gràcies a la recreació contínua de Déu en cada instant. El temps deixa de ser, llavors, una de les magnituds sota les quals concebre els objectes físics, i aquests es poden abstraure en l'espai geomètric. La tesi metafísica creacionista legitima l'anàlisi geomètrica de la realitat, encara que es suprimeixi d'aquesta realitat tot element energètic i temporal. Això no vol dir, no obstant, que Descartes exclogui de la seva física la dinàmica, però aquesta no serà entesa com a resultat de la força inherent als cossos, sinó com a resultat de l'acció exercida sobre un cos per part dels altres cossos que l'envolten. Descartes fa correspondre, així, els canvis de velocitat i la força dinàmica no a la naturalesa íntima dels cossos, sinó al moviment de la matèria que omple l'univers.

Però la contribució cartesiana a la mecànica clàssica no s'acaba aquí. Descartes resol el problema de la velocitat de caiguda dels líquids, i ho fa descomposant el moviment del líquid en dues parts: moviment horitzontal uniforme i moviment vertical accelerat. La conclusió a la qual arriba és que la trajectòria descrita pel líquid és una paràbola, i s'adona que el líquid que cau des d'una alçada qualsevol, adquireix la força que el fa ascendir de nou fins a aquesta alça-

da. Des d'aquests resultats, Kobayashi veu una continuïtat entre la física cartesiana i la mecànica analítica de Lagrange. Aquesta continuïtat s'explica en la mesura que Descartes, amb la seva geometria analítica, mostra com el moviment es pot concebre en termes d'una funció, tot conservant la relació entre dues parts del moviment o entre dos estats successius. El moviment es pot analitzar, així, instantàniament. Si a tot això s'afegeix la dinàmica, amb el principi del treball virtual, com fa Lagrange, s'obté la mecànica analítica.

Ara bé, tots aquests resultats són considerats com a marginals dins del sistema físic de Descartes, com ho prova el fet que només es trobin a les cartes i no a les obres majors. Kobayashi explica aquest fet dient que l'objecte primordial de la física que es presenta en les obres majors (*Principis* i *El Món*) no consisteix en «desenvolupar una teoria física a partir de les idees obtingudes per l'anàlisi matemàtica dels problemes particulars del món terrestre, sinó en construir un sistema físic del món sencer, a partir d'uns principis generals i cosmològics». És aquest punt el que Kobayashi considera primordial per entendre l'allunyament cartesià dels paràmetres fonamentals de la mecànica clàssica. Descartes és fidel als principis de la seva pròpia física i, per tant, mantindrà la identificació entre extensió i matèria, la qual cosa suposa concebre l'univers com un conjunt solidari, és a dir, que l'examen dels fenòmens terrestres no es pot fer sense tenir en compte tota l'estructura material de l'univers. Per això quan Descartes es planteja, als *Principis*, l'anàlisi dels fenòmens terrestres ha de començar per la descripció dels fenòmens cosmològics —cosa que fa a les parts tercera i quarta dels *Principis*.

A conseqüència d'aquesta dependència de la física terrestre respecte la física cosmològica, els conceptes fonamentals de la mecànica cartesiana s'allunyen dels conceptes propis de la mecànica clàssica. Així, el concepte de massa, per exemple, ve determinat no només per la quantitat de matèria d'un cos, sinó també per la seva superfície,

és a dir, per l'extensió, ja que no hem d'oblidar que Descartes identifica matèria i extensió i, per tant, que l'espai està ple de matèria. La superfície dels cossos esdevé llavors fonamental per poder determinar la massa d'aquests, i cal considerar també la massa dels altres cossos que els envolten. Tampoc es pot considerar la pesantor d'un cos únicament per la quantitat de matèria, ja que en la caiguda del cos cal tenir en compte, també, les accions de la matèria subtil del cel que actuen sobre la superfície d'aquest cos i els altres cossos als quals desplaça en aquest moviment. A més, també considera el centre de gravetat d'un cos no com immòbil, sinó en moviment, relacionant aquest amb l'estat de moviment del cos. Descartes fa dependre la noció de pesantor dels cossos de la pressió que aquests reben per part de la matèria subtil. Com que aquesta no és mai constant no es pot establir una llei universal de la pesantor ni afirmar una acceleració uniforme en l'univers per la caiguda dels cossos. D'aquesta manera, per a Descartes, els problemes dinàmics del moviment dels cossos i de la seva pesantor es relacionen amb tot el sistema de l'univers, i aquesta necessitat de considerar la mecànica d'un cos amb la de tots els altres que l'envolten l'allunya de la possibilitat de concebre la massa d'un cos en funció del seu pes —o quantitat de matèria— i de localitzar-la en el seu centre de gravetat —immòbil— com farà la mecànica del punt material.

Per les mateixes raons, Descartes renuncia a aconseguir la llei de la caiguda lliure dels cossos, perquè com que la velocitat dels cossos pesats depèn del moviment de la matèria subtil que els empeny cap al centre de la terra, per poder determinar la velocitat de caiguda dels cossos pesats cal calcular prèviament la pesantor i tot el sistema del món, i situar aquest problema dins del quadre de tot el sistema de l'univers.

Kobayashi conclou la seva anàlisi de la física cartesiana refermant la idea que va ser la fidelitat cartesiana als principis de la seva física que el van portar a apartar-se de la mecànica del punt material. Això es fa palès, encara amb més

claredat, en el darrer capítol de l'estudi de Kobayashi, on es mostra la recepció que faran de la física cartesiana els seus successors. En primer lloc, Huygens, qui, tot i acceptar en gran mesura la física cartesiana —repreñ l'explicació de la causa de la pesantor per la pressió que la matèria fluida exerceix sobre els cossos i, amb la seva teoria ondulatòria de la llum, accepta la definició de la natura de la llum donada per Descartes—, es distancia del seu concepte de massa i de la seva tendència a considerar els fenòmens terrestres de manera conjunta amb tot el sistema de l'univers. Evitant entrar a resoldre la qüestió de la causa de la pesantor, Huygens dóna una noció de massa que ja no es refereix a la superfície, sinó que es considera com a idèntica o proporcional al pes, i pot concentrar-la en el centre de gravetat del cos. Huygens entra, així, en el camí que condueix a la formació de la mecànica del punt material, encara que conserva certes consideracions pròpies de la filosofia natural cartesiana.

En segon lloc, Newton s'oposa obertament a la noció de pesantor cartesiana i a la identificació de matèria i extensió. Exclou la tesi creacionista de Descartes per la qual allà on concebem l'extensió hem de concebre necessàriament també cossos. L'extensió passa a ser entesa com un efecte emanat de Déu i que, com Ell, és increada i eterna. Només així Newton podrà considerar l'espai com absolut, deslliurant-lo de la seva dependència de la matèria. També considerarà el moviment de manera absoluta, és a dir, sense relacionar-lo amb la translació dels cossos, com feia Descartes. Amb això, canvia tot el sistema de referències, ja que la determinació de la modalitat del moviment d'un cos no es fa en relació als cossos que l'envolten sinó en relació a l'espai absolut. De retruc, l'absolutització de l'espai suposa la ruïna de la noció cartesiana de massa. Ja no resulta necessari, per mesurar la massa d'un cos, pendre en consideració la seva superfície. Això li serveix també per refutar la idea cartesiana de l'acció de les forces exteriors sobre la superfície d'un cos, idea amb la qual Descartes fonamentava la seva no-

ció de pesantor. Newton substitueix la física cartesiana per la seva pròpia mecànica, que té com a idea central suposar que una acció exterior, com ara la pesantor, actua directament sobre el punt material o sobre el centre de gravetat. D'altra banda, l'establiment de la llei de la gravitació universal esborra la idea cartesiana d'una física cosmològica.

En tercer lloc, Euler mantindrà una física cosmològica cartesiana, negarà l'existència del buit, tot acceptant que l'espai es troba ple de matèria subtil, i sostindrà com a causa de la pesantor la pressió d'aquesta matèria subtil. També contribuirà, en referència a l'estudi de la llum, al desenvolupament de la teoria ondulatoria. Tot i això, el que fa que la física d'Euler es trobi més a prop de la de Descartes és la seva concepció geomètrica de l'essència dels cossos, i el seu realisme físic, basat en una teoria del coneixement que centra la seva afirmació de l'existència dels cossos externs en l'experiència que ens aporten els sentits i que li serveix per refutar l'idealisme. Ara bé, Euler s'allunyarà de Descartes en dues qüestions bàsiques: la identificació cartesiana d'extensió i matèria, i la noció cartesiana de massa. Respecte a la primera, val a dir que encara que tots els cossos són extensos, no tot allò que és extens ha de ser un cos. Així, l'espai no presenta les mateixes característiques —el moviment, per exemple— que els cossos. Això li permet acceptar la noció d'espai absolut de Newton. A més, l'acceptació d'aquest espai absolut li permet donar validesa al principi d'inèrcia com a conservació del moviment en una mateixa direcció, puix que la idea de conservació del moviment només resulta lògica si es pren en relació a un espai absolut que serveix de sistema de coordenades. En referència a la segona, cal dir que Euler, tot i atribuir la pesantor a la pressió de la matèria subtil, no concep la massa en relació a la superfície del cos, sinó en relació al centre de gravetat, i examina el moviment dels cossos com si la seva massa estigués reunida en el punt material, donant pas així a la mecànica del punt material. D'aquesta manera, la

mecànica pot prescindir de les referències a la totalitat de l'estructura de l'univers i allunyar-se definitivament de la física cosmològica.

A partir d'aquest moment, la determinació del moviment d'un cos ja no ve donada en relació al moviment de la matèria que l'envolta, com en el cas cartesià, on la identificació de matèria i extensió no li permet crear un sistema de referències absolut amb el que determinar aïlladament aquest moviment, i l'obliguen a fer intervenir en aquesta anàlisi del moviment tot l'univers. Podríem considerar, doncs, que la física cartesiana ha estat superada, o fins i tot que resulta errònia davant de la mecànica newtoniana. Però Descartes ha donat l'especificitat matemàtica a l'anàlisi dels fenòmens, encara que no hagi entès que aquesta especificitat només es pot assolir amb un estudi separat dels fenòmens, diferenciant aquests últims de l'estructura de l'univers, com faran els seus successors.

Ara bé, per a Kobayashi, la física cosmològica cartesiana no resulta tant errònia, si es pren en consideració la física contemporània. Aquesta darrera, amb el principi de Mach, afirma que «tota massa, tota velocitat i tota força són relatives», i que «totes les lleis de la mecànica són experiències sobre les posicions i moviments relatius dels cossos». Aquesta relativitat s'estableix en relació als cossos celestes més allunyats. Aquest principi, així, ens obliga a considerar l'univers sencer quan analitzem el moviment d'un cos en l'espai, tal com volia fer Descartes. En aquest sentit Mach refuta les nocions de moviment i espai absoluts de Newton, dient que el moviment d'un cos sempre s'ha d'entendre i determinar en relació al moviment dels altres cossos que l'envolten. Per tant, afirmar l'existència d'un moviment absolut per poder demostrar l'existència d'un espai absolut és caure en un cercle viciós. Des d'aquesta perspectiva ja no és possible concebre l'estructura de l'univers com la conseqüència de les lleis de la natura establertes mitjançant l'anàlisi dels fenòmens terrestres, sinó més aviat com la seva causa. És la teoria cosmològica

que explica l'estructura material de l'univers, la que dona sentit a les lleis dels fenòmens terrestres. Amb això, es pot afirmar que la física contemporània ha recuperat la idea cartesiana d'una física cosmològica. L'aparició de la noció de camp, amb la teoria general de la relativitat d'Einstein fa caure definitivament les nocions d'espai absolut i de punt material, puix que la noció de camp com a representació de la realitat té la particularitat de presentar-se com a llei invariable. En el cas cartesià la invariabletat de la llei que ocupa el lloc del sistema absolut de referències és la immutabilitat de l'acció divina. Amb això Kobayashi demostra, amb brillantor, no només el paper determinant que juga la metafísica —i la tesi de la creació de les veritats eternes— en el sistema físic cartesià, sinó també l'actualitat de la ciència cartesiana.

Joan Nonell

Vincent JULLIEN, *Descartes. La Géométrie de 1637*, PUF (Philosophies), París (1996). 128 p.

Vincent Jullien presenta en aquest llibre un estudi acurat tant del paper que la matemàtica juga per Descartes en el conjunt del mètode com de la transcendència que té el tercer dels assaigs de 1637 en el conjunt de la seva obra, tot desmentint les afirmacions d'Alquié, qui en la seva edició de les obres de Descartes justifica la no publicació de la *Geometria* per la seva desaparició respecte a la metafísica, per la seva obscuritat i per la voluntat del propi Descartes de separar la matemàtica de la filosofia.

En la seva primera part l'estudi de Jullien mostra en primer lloc la troballa de la matemàtica en la seva etapa d'estudiant a La Flèche, a meitat de camí entre la fascinació i el desencís, i com aquesta troballa desemboca en una reforma de la fonamentació d'aquesta ciència. La via encetada el portarà a fer importants progressos en geometria i a establir un criteri metòdic per a desenvolupar en la seva totalitat l'esmentada

ciència, però, alhora, l'impedeix considerar altres modalitats de càlcul que seran preeminents en els seus immediats successors: els mètodes infinitessimals i el càlcul de probabilitats. En segon lloc, l'estudi analitza el paper que la imaginació té en el tractament dels objectes geomètrics que, tot i ser abstraccions fetes per l'enteniment, es troben directament vinculats als cossos, cosa que fa de la imaginació una eina indispensable per a l'enteniment. Tot i així, Descartes rebutja un ús reproductiu de la imaginació, que atribueix als antics, i proposa, en canvi, la imaginació com a facultat de formar imatges, que ja no han de ser necessàriament meres reproduccions dels objectes. De fet, la imatge passa a ser entesa com a expressió de la relació que es dona entre l'objecte i la figura que l'enteniment té d'ell. L'absència de similitud entre objecte i figura permetrà l'expressió en línies d'aquestes últimes i la posterior algebratització d'aquestes línies.

L'estudi de Jullien avança proporcionant claus que permeten vincular les matemàtiques al desenvolupament del mètode. Més enllà del fet que les matemàtiques continguin llavors de veritats, ens trobem el fet que les seves disciplines —geometria, àlgebra...— tenen en comú la forma de progressar, d'intuïcions certes a deduccions segures, d'enunciats més simples a teoremes més compostos. No és difícil, doncs, precisar que la matemàtica conforma el nucli del mètode. Ara bé, d'altra banda, el que pretén Descartes no és dotar la matemàtica del seu temps d'un corpus augmentat de coneixements particulars, sinó de produir un quadre unificat; es tracta de substituir els diferents dominis matemàtics per una teoria unificada.

Així, es podrien distingir dos moviments diferents en el trajecte intel·lectual cartesià referits a la relació entre matemàtiques i mètode:

1. En un primer moment, la matemàtica és la font d'inspiració del mètode. Si el mètode tradicional del sil·logisme no serveix més que per exposar a altres les raons ja conegudes, i no ens proporciona nous coneixements, les matemàtiques, per contra, ens posen