

El sorgiment de la filosofia de la ciència

C. Ulises MOULINES
Universitat de Munic

RESUM: S'exposa la manera com la qüestió de la relació entre teoria i experiència és plantejada en la fase que podríem denominar de sorgiment o constitució de la filosofia de la ciència en tant que disciplina filosòfica amb un perfil propi. Per això s'atén al sorgiment d'aquesta disciplina i al seu rerefons històric.

PARAULES CLAU: filosofia de la ciència, metodologia, epistemologia, història de la ciència.

De totes les disciplines filosòfiques que apareixen avui dia en un programa estàndard d'estudis filosòfics, la filosofia de la ciència és sens dubte la més recent —té poc més d'un segle d'existència. Això no impedeix que aquesta breu història hagi estat bastant «moguda», o fins i tot «dramàtica», plena de grans controvèrsies, ruptures, diversificacions..., i tanmateix també crec que, a un nivell més profund, podem constatar una certa continuïtat, un nucli temàtic dur, que al llarg dels anys s'ha anat manifestant i perfilant de maneres diverses. D'una manera molt general i naturalment simplificada, podríem descriure aquest nucli constant com la problemàtica de la relació entre la teoria i l'experiència: es troba al centre de les reflexions dels filòsofs de la ciència des del començament fins al dia d'avui. En el breu espai del qual dispo en aquest assaig, naturalment que no puc substanciar, ni molt menys justificar, aquesta tesi. Això ho he tractat de fer en un llibre recent.¹ Aquí em limitaré a exposar la manera com la qüestió de la relació entre teoria i experiència és plantejada en la fase que podríem denominar de sorgiment o constitució de la filosofia de la ciència en tant que disciplina filosòfica amb un perfil propi. En la meva percepció de la història de la disciplina, aquesta fase abasta unes quatre dècades més o menys —el darrer quart del segle XIX i els primers anys del segle XX fins a la Primera Guerra Mundial o poc després.

1. Vegeu C. ULISES MOULINES, *La philosophie des sciences. L'invention d'une discipline (fin XIXe / début XXIE siècle)*, París, Éditions de la Rue d'Ulm, 2006.

És en aquesta fase que es van plantar, per dir-ho així, les arrels d'allò que ha esdevingut la reflexió filosòfica sobre la ciència al llarg de més d'un segle.

La filosofia de la ciència, com a disciplina filosòfica específica amb un perfil institucional propi, una problemàtica relativament ben delimitada, càtedres i institucions explícitament dedicades a ella i, en definitiva, amb la denominació mateixa de «filosofia de la ciència» o «teoria de la ciència» (*Wissenschaftstheorie*, en alemany), es constitueix a les darreres dècades del segle XIX, principalment en els països de llengua alemanya, per estendre's després a pràcticament tots els països d'Occident.

Podem datar el «naixement institucional» de la nostra disciplina amb l'establiment de la càtedra dedicada a la Història i Teoria de les Ciències Inductives l'any 1895 a la Universitat de Viena, creada de fet *ad personam* perquè l'ocupés Ernst Mach, una de les personalitats més connotades del món científic de l'època i a qui, en retrospectiva, podem qualificar efectivament com un dels pioners de la filosofia de la ciència en el sentit actual. Quan Mach es va retirar, la càtedra va passar a Ludwig Boltzmann i anys després a Moritz Schlick, que en faria el nucli per a l'associació científicofilosòfica Verein Ernst Mach a finals dels anys 1920; aquesta associació es convertiria, al seu torn, en la «vitrina institucional» del Cercle de Viena, un grup de filòsofs i científics que hauria de ser decisiu (si bé no exclusiu) per a la constitució del perfil de la filosofia de la ciència al segle XX. És durant el període entre les dues guerres mundials que s'articulen definitivament els trets essencials de la temàtica i la metodologia de la filosofia de la ciència com a disciplina relativament autònoma, malgrat ésser també un període de molt fortes polèmiques en el seu si. Però justament no és de la constitució del Cercle de Viena que vull parlar avui, sinó dels elements històrics més significatius que el van precedir.

Un quart de segle abans que Mach ocupés a la Universitat de Viena la càtedra que hom li havia proposat, i que tanta influència hauria de tenir en els desenvolupaments ulteriors, l'any 1870 ja la Universitat de Zuric havia decidit crear una càtedra específica dedicada a allò que aleshores es denominava «filosofia inductiva», és a dir, justament allò que ara anomenem «filosofia de la ciència». L'objectiu explícit de la direcció de la Universitat de Zuric en crear aquesta càtedra era promoure l'establiment d'un pont temàtic i metodològic entre l'epistemologia en el sentit tradicional i els desenvolupaments més recents en els fonaments del que aleshores s'anomenaven «ciències inductives», és a dir, allò que avui dia en diem «ciències empíriques». Malauradament, l'intent de la Universitat de Zuric va fracassar per una falta d'orientació clara dins la mateixa universitat. Ara bé, malgrat aquest primer fracàs, la dada és interessant perquè mostra que la idea d'institucionalitzar la reflexió filosòfica sobre la ciència ja estava aleshores en l'atmosfera de l'època, almenys en les institucions acadèmiques més avançades d'Europa; i, de fet, és en els anys que van de l'intent avortat de Zuric fins a l'establiment definitiu de la càtedra Mach a Viena, que presenciem una veritable eclosió d'estudis, discussions i corrents filosòfics que constituïrien el perfil de la moderna filosofia de la ciència.

Abans de considerar amb més detall aquesta fase de constitució de la nostra disciplina, convé tanmateix donar una breu ullada al seu rerefons històric, a la seva «prehistòria», per dir-ho així, que és naturalment molt llarga. En efecte, en un sentit ampli, no disciplinari o institucional, la filosofia de la ciència és gairebé tan vella com la pròpia filosofia. Si bé és matèria de discussió si els primers filòsofs grecs (els «presocràtics») consideraven ja que un objecte clau de llur reflexió filosòfica havia de ser el *coneixement humà* considerat en si mateix, allò que és innegable és que aquest tema juga un paper primordial en les reflexions de Plató i Aristòtil. I si bé el coneixement humà en general no és certament equivalent al coneixement científic, i per tant una teoria general del coneixement no es pot equiparar sense més ni més a la filosofia de la ciència, la veritat és que ja en l'època de Plató i Aristòtil s'havien constituït formes específiques de coneixement que van ser objecte d'especial interès per part d'aquests filòsofs i de llurs deixebles, formes que avui dia reconeixem sens dubte com a plenament científiques en el sentit actual; entre elles, destaquen la geometria, l'astronomia i l'estàtica. Podem inclús asseverar que ja en el pensament d'Aristòtil apareix quelcom semblant a una «reflexió de segon ordre», és a dir, metodològica i metateòrica, sobre aquestes disciplines i, en aquest sentit, es podria argumentar que Aristòtil fou el primer filòsof de la ciència (també en el sentit modern) de la història. Més específicament, li devem la primera concepció del mètode axiomàtic en general, com a manera estàndard de sistematitzar el coneixement veritablement científic. I no hauríem d'oblidar que, també per a la filosofia de la ciència del segle xx, la noció de *sistema axiomàtic* ha jugat un paper de primer ordre.

Sens dubte podríem registrar moltes coses interessants entorn de l'evolució de les idees filosòfiques sobre la ciència des d'Aristòtil i els seus successors fins a la Il·lustració; filòsofs i científics com Francis Bacon, Descartes, Newton, Hume i els enciclopedistes, entre altres, es van dedicar a reflexions de «segon ordre» sobre la ciència de llur temps que podríem comparar fàcilment amb la temàtica contemporània de la filosofia de la ciència. Tanmateix, a causa de limitacions evidents de temps, i com que el meu tema no és la «prehistòria» de la filosofia de la ciència, sinó el seu primer període històric, em permeto de fer un gran salt per arribar a Kant directament.

En efecte, un nou impuls en la reflexió sobre la ciència provindrà a finals del segle XVIII de la part de la filosofia transcendental kantiana, especialment pel que fa als plantejaments de la *Crítica de la raó pura* (1781) i dels *Fonaments metafísics de la ciència natural* (1786). Aquestes obres representen una fita important en allò que podríem anomenar la «protohistòria» de la nostra disciplina, i això no sols per la forta influència que van exercir en les discussions posteriors fins ben entrat el segle xx, sinó també perquè podem considerar l'enfocament kantianista com un primer exemple de *metateoria* sistemàtica de les teories científiques, és a dir, una interpretació o «model» general de l'estructura conceptual de les teories científiques. En efecte, Kant s'encara a dues teories empíriques ja ben establertes —la geometria euclidiana com a teoria de l'espai físic i la mecànica newtoniana com a teoria del moviment físic— i es pregun-

ta per l'estructura conceptual subjacent en elles, l'estructura que ha de fer comprensible per què ens donen un coneixement tan precís de la realitat empírica malgrat ser tan altament abstractes o «ideals». Més concretament, Kant es planteja una qüestió que ha tingut un paper de primer ordre en la filosofia de la ciència posterior fins al dia d'avui: la naturalesa de la relació entre matemàtica i experiència. Com és possible que la matemàtica —coneixement *a priori*— estigui a la base del coneixement més perfecte sobre la naturalesa —que hauríem en principi de suposar que és *a posteriori*? La teoria general kantiana dels *judicis sintètics a priori*, de les *categories de l'enteniement* i de les *formes pures de la intuïció* (espai i temps) pot interpretar-se com una metateoria general de les teories científiques (paradigmàticament representades per la geometria i la mecànica). Aquests elements, a la vegada sintètics (o sigui, amb contingut substancial) i *a priori* (o sigui, independents de l'experiència), fan comprensible que la matematització de les ciències naturals ens proporcioni un coneixement autèntic i cert de la realitat empírica. Són ben pocs els filòsofs de la ciència actuals —si és que en queda algun— que acceptarien tots els detalls de la metateoria kantiana; tanmateix és indubtable que Kant va establir les bases per a la discussió d'una sèrie de temes centrals en la filosofia de la ciència posterior (temes com ara la funció de la matemàtica en la ciència empírica, el caràcter de les lleis científiques, el fonament de la causalitat, de l'espai i del temps, etc.).

Dels filòsofs de l'*idealisme alemany* posteriors a Kant, no podem dir que fessin contribucions significatives a la filosofia de la ciència, almenys tal com l'entendem actualment. Llur objectiu fou més aviat el d'una *filosofia de la naturalesa*, és a dir, una especulació directa (de «primer ordre») sobre la realitat empírica, basada en llurs respectius sistemes metafísics generals. En realitat, aquests filòsofs es van mostrar poc favorables, o inclús francament hostils, a l'esperit de la ciència moderna, tal com aquesta s'havia desenvolupat des del segle XVII. Tot fent ús d'una certa dosi de benevolència, podríem interpretar llurs especulacions com l'intent de formular programes alternatius al de la ciència moderna —programes que al cap i a la fi, i almenys en el camp de les ciències naturals, no van tenir gairebé cap repercussió.

La filosofia de la ciència com a reflexió de segon ordre sobre les ciències establertes reprèn impuls durant el segon quart del segle XIX amb l'obra d'Auguste Comte, el fundador del *positivisme*. Comte construeix un esquema classificatori i jeràrquic de les ciències, tant en perspectiva sincrònica com diacrònica, que li permet per una banda explicar el desenvolupament de les ciències i alhora extreure'n normes de «bona conducta científica». Les idees de Comte, amb llur rebuig radical de tota especulació metafísica, van exercir una influència notable no sols en els mitjans filosòfics de l'època, sinó en els practicants de diverses disciplines científiques, especialment la medicina i les ciències socials.

Un altre autor característic d'aquesta època que, si bé provinent d'una tradició diferent de la de Comte, representa un «esperit general» semblant, és a dir, decididament científicista i antimetafísic, és John Stuart Mill. A diferència de Comte, tanmateix, a Mill no l'interessava tant el tema de la classificació i el desenvolupament de les

ciències, sinó més aviat les qüestions generals de metodologia científica. A la llarga, Mill tindria més influència en les discussions epistemològiques i metodològiques posteriors que no pas Comte.

Durant la major part del segle XIX, els plantejaments kantians van quedar eclipsats, en part per l'evolució interna de la filosofia mateixa (el predomini de l'hegelianisme per un cantó i el del positivisme per l'altre), en part perquè l'enorme desenvolupament de les ciències empíriques al llarg del segle semblava completament independent i indiferent a les qüestions sobre el fonament del coneixement científic que havia plantejat Kant. Encara més, alguns resultats científics, en especial l'emergència de les geometries no euclidianes a mitjan segle, semblaven refutar definitivament la idea kantiana d'un *intètic a priori* com a fonament de la ciència. Paradoxalment, va ser justament la discussió entorn de la significació de les geometries no euclidianes, i d'alguns altres resultats científics desconeguts de Kant com la nova fisiologia dels sentits, allò que gradualment va conduir alguns pensadors a un renovat interès per Kant. No fou tant el *contingut* de les tesis kantianes, sinó més aviat la *manera* general en què Kant les havia plantejat, allò que va tornar a atreure tots aquells que es preguntaven: què és característic del coneixement científic? Potser l'exemple més destacat d'aquest canvi d'actitud el trobem en Hermann von Helmholtz en el tercer quart del segle XIX. Helmholtz era un fisiòleg, físic i matemàtic les investigacions del qual sobre psicofisiologia dels sentits, termodinàmica i geometria (entre d'altres disciplines) van tenir no sols un gran impacte en la ciència del seu temps, sinó que a través de les seves reflexions de «segon ordre» en aquest respecte, més o menys inspirades per Kant, havia de marcar almenys una part de l'etapa de germinació de la filosofia de la ciència en el sentit modern.

Al darrer quart del segle XIX es manifesta una explícita «resurrecció» de l'interès pel pensament kantian, tant en els mitjans filosòfics en sentit estricte com en tots aquells que es preocupaven pels fonaments de les ciències. I aquesta és també l'època durant la qual, com he indicat al principi, es comença a perfilar la filosofia de la ciència com a disciplina autònoma. Entre els primers, els «filòsofs purs», cal destacar, naturalment, l'escola dels *neokantians*, i entre ells, en primera línia pel que fa a la reflexió sobre la ciència, Ernst Cassirer que, durant molts anys i fins ben entrat el segle XX, tractaria de fer compatible l'epistemologia kantiana amb els nous resultats científics (no sols en geometria, sinó també en física, especialment la teoria de la relativitat). Tanmateix el fet és que els neokantians van tenir molt poc a veure amb la constitució de la temàtica específica de la moderna filosofia de la ciència. Molta més importància per a la nostra disciplina van tenir una sèrie de científics d'orientació filosòfica que, si bé crítics de les tesis kantianes, van reprendre les qüestions plantejades per Kant, ja sigui directament, o bé a través de la lectura que n'havien fet autors de la generació immediatament anterior, com ara Helmholtz. I amb això entrem de ple en la història que vull relatar aquí i de la qual pretenc determinar quins van ser els protagonistes principals i quines llurs aportacions més significatives per a la posterior filosofia de la ciència.

Constatem, doncs, a les darreres dècades del segle XIX, una recepció crítica de Kant en connexió amb les qüestions dels fonaments de les ciències empíriques (sobretot de la física) i amb l'interès pels nous resultats de la fisiologia dels sentits, i tot això coincideix amb l'establiment gradual de la filosofia de la ciència com a nova disciplina acadèmica als països germànics. Els protagonistes d'aquest corrent són majoritàriament físics i fisiòlegs amb interessos filosòfics, si bé també hi trobem alguns filòsofs «professionals». Són tres les preocupacions principals d'aquests pensadors:

a) Donar una nova fonamentació a les ciències físiques tenint en compte els resultats de la fisiologia dels sentits, o sigui, donar una base psicofisiològica als conceptes i principis més fonamentals de la física.

b) Restablir la unitat de les ciències.

c) «Expulsar» definitivament les especulacions metafísiques de la ciència.

L'origen d'aquestes preocupacions és bàsicament inherent al desenvolupament de les pròpies ciències durant el segle XIX, si bé l'esmentada relectura de Kant hi té també alguna cosa a veure. Molt abans del sorgiment de la teoria de la relativitat restringida l'any 1905, els físics teòrics més prominents, sobretot a Alemanya i França, esdevingueren conscients del fet que els fonaments de la física clàssica no eren tan sòlids com es pensava. El sorgiment de la termodinàmica i l'electrodinàmica, com a disciplines independents, durant la segona meitat del segle XIX, posava en dubte que la mecànica newtoniana fos l'esquema universalment vàlid per explicar els fenòmens naturals. Els conceptes més fonamentals de la mecànica mateixa, massa i força, semblaven poc clars i «metafísics». I fora de la física proliferaven disciplines ben consolidades (química, fisiologia) que semblaven no tenir res a veure amb els principis de la física. La ciència amenaçava de convertir-se en un calaix de sastre, amb fonaments poc fermes. D'ací prové la motivació per tractar de «començar de nou», de reconstruir l'edifici unitari de la ciència sobre noves bases i ajudat per un esperit filosòficament crític.

El pensador més característic d'aquesta presa de posició crítica envers els fonaments de la física i de l'intent de reconstruir la unitat perduda sobre una base fenomenicosensorial universal és sens dubte Ernst Mach. Aquest físic fisiòleg psicòleg epistemòleg, que havia estudiat l'obra de Helmholtz a fons, i que primer sols era conegut pels seus treballs especialitzats en termodinàmica, acústica i fisiologia dels sentits, des de bon començament també s'havia preocupat pels fonaments de la mecànica, els quals, segons ell, havien de limitar-se a nocions de caràcter estrictament empíric (observable). I gradualment va anar desenvolupant una nova epistemologia de la física (i de la ciència en general) radicalment empirista (o «empiriocriticista», com va acabar per anomenar-se) que a finals del segle XIX i principis del XX hauria d'exercir una influència enorme en els mitjans científicofilosòfics. Heinrich Hertz, l'autor dels *Prinzipien der Mechanik* de 1895, obra considerada aleshores paradigmàtica per a la nova fonamentació de la mecànica (i que, al seu torn, tindria una forta influència en les concepcions del *Tractatus logico-philosophicus* de Wittgenstein), reconeix explícitament el seu deute envers Mach; i Albert Einstein, en la seva «autobio-

grafia intel·lectual», esmenta la crítica feta per Mach a les nocions newtonianes d'espai i temps com l'element més decisiu per a ell en la concepció de la relativitat restringida.

Les dues obres més significatives de Mach en el present context són: *Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dargestellt*, de 1883, i *Die Analyse der Empfindungen*, de 1886. Ambdues obres són crucials per comprendre el desenvolupament temàtic posterior de la filosofia de la ciència, si bé per raons no del tot semblants. La primera també és important per a la constitució de la història de la ciència com a disciplina. Mach és un dels pioners d'una història conceptual i crítica de la ciència, tal com aquest gènere s'entén avui.

Tanmateix allò que per al nostre tema és més rellevant de la *Mecànica* de Mach és la proposta de reformular la teoria mecànica com una teoria purament cinemàtica: els conceptes de massa i força *no* han de ser considerats fonamentals, sinó que han de ser reduïbles, per definició, a magnituds directament observables, és a dir, provinents de l'experiència humana directa, en aquest cas a les nocions de distància entre cossos, interval de temps transcorregut, velocitat i acceleració. La força s'ha de *definir* simplement com a producte de la massa per l'acceleració (amb la qual cosa l'anomenat «segon principi» de Newton esdevé, no un veritable principi físic, sinó una simple definició nominal) i la massa, al seu torn, la defineix Mach mitjançant un procediment enginyós a partir de les acceleracions relatives de dos cossos en proximitat espacial dins d'un sistema aïllat. I, naturalment, l'espai i el temps absoluts de Newton han de ser expulsats definitivament de la ciència com a «metafísics».

La proposició original machiana de reduir els principis dinàmics de la física, basats en els conceptes de força i massa, a regularitats purament cinemàtiques, formulades sols en termes de posició, temps i velocitat o acceleració, pateix d'una certa manca de rigor formal. Tanmateix, al llarg del segle xx, un cert nombre de filòsofs de la ciència tractarien de ressuscitar i reformular de manera lògicament impecable la idea de Mach; n'esmentaré tan sols els més importants: Herbert Simon, als anys 1940; Hans Hermes, als anys 1950, i Günther Ludwig, als anys 1970.

L'ambició de l'altra obra de Mach, *L'Anàlisi de les sensacions*, és molt més àmplia i explícitament epistemològica: es tracta de reconstruir tot el coneixement científic, incloent-hi especialment la física i la psicologia, a partir d'una base fenomènica única —amb la qual cosa aconseguim per una banda deslliurar-nos de tota «metafísica» i per altra banda restablir la unitat perduda de la ciència. Aquesta base consisteix exclusivament en sensacions, en el sentit més immediat (colors, sons, impressions tàctils, etc.). Tota la resta d'objectes de coneixement científic, per exemple els cossos sòlids o els estats mentals, s'ha de reconstruir pas a pas com a complexos relacionals de sensacions.

Ja la primera frase del pròleg del llibre de Mach indica clarament la direcció presa per les seves investigacions sobre els fonaments del coneixement científic: «Profundament convençut que a la ciència en general i a la física en particular els esperen els aclariments més importants sobre llurs fonaments de la biologia, i concretament

de l'anàlisi de les sensacions orgàniques, m'he sentit impulsat envers aquest camp d'investigació des de fa temps.»

D'acord amb la proposta machiana, la física i la psicologia esdevenen branques metodològicament però no ontològicament diferents del mateix tronc comú: la psicofisiologia dels sentits. Aquesta és l'única ciència fonamental. En realitat, el títol del llibre de Mach no hauria d'haver estat *Anàlisi de les sensacions*, sinó més aviat *Construcció de la matèria i de la ment a partir de les sensacions*.

El programa machià de reconstrucció de la unitat de la ciència sobre una base de complexos sensorials i llurs relacions entre si va tenir un gran impacte no sols entre els seus contemporanis, sinó també en la generació posterior de filòsofs de la ciència. Així podia escriure Mach l'any 1902, en el pròleg a la quarta edició del seu llibre, amb evident i justificada satisfacció: «Avui veig a la fi que un gran nombre de filòsofs [...] i també alguns científics, sense conèixer-se mútuament, han caminat en direccions convergents. Si per aquesta raó el valor del meu treball particular queda reduït a poca cosa, puc assegurar, en canvi, que no persegueixo una quimera, sinó que he col·laborat en una obra general.»

Aquest programa de reducció de tot el coneixement científic a la psicofisiologia dels sentits ha estat anomenat de diverses maneres: empirisme radical, empiriocriticisme, monisme neutral, fenomenalisme (no confongueu amb la fenomenologia). Aquí no ens podem referir a la plèthora d'autors (uns molt coneguts encara avui dia, altres menys, altres completament oblidats) que entre 1890 i 1920 van intentar contribuir al programa machià (o revisar-lo o millorar-lo), estiguessin o no directament influïts per Mach. N'esmentaré tan sols tres, ben coneguts en altres contextos prou diferents: el pragmatista William James als Estats Units, el físic matemàtic Henri Poincaré a França i el lògic i filòsof Bertrand Russell al Regne Unit.

En un llibret aleshores força popular, però avui dia poc llegit, *The Meaning of Truth*, de 1901, William James emfatitza més explícitament que Mach la necessitat de prendre com a base conceptual de totes les ciències no sols les entitats sensorials (les «sensacions» de Mach), sinó també les relacions entre elles —una idea que hauria de ser recollida i sistematitzada per autors posteriors, sobretot per Rudolf Carnap en el seu *opus magnum*, *Der logische Aufbau der Welt*, de 1928, que, com sabem, va esdevenir un dels puntals del Cercle de Viena en la seva primera fase. En efecte, James formula un dels postulats del seu programa epistemològic de la manera següent: «L'experiència presa en la seva totalitat és un procés que es desplega en el temps, a través del qual flueix una multitud de termes particulars, els uns anul·lats per d'altres que els segueixen immediatament mitjançant transicions que, si bé són disjuntives o conjuntives pel que fa a llur contingut, representen en si mateixes certes experiències i han de ser considerades en general tan reals com els termes que vinculen.»

La conclusió general que desprèn James del seu enfocament és que allò que intuïtivament prenem com la percepció d'una «cosa» és en realitat una unitat bivalent, que pot ser considerada alhora com a part d'un procés físic «extern» (fonament de la física) o com a part d'un procés mental «intern» (fonament de la psicologia), segons

les relacions que es postuli que la percepció concretament considerada té amb altres percepcions. Cada «cosa» pertany, doncs, a dos sistemes d'associació metodològicament (però no ontològicament) diferents: el camp de la consciència i el camp de l'espai físic.

Aquesta idea la sistematitzarà Russell en el seu assaig *Our Knowledge of the External World*, publicat per primer cop l'any 1914 i considerablement revisat i ampliat el 1929. Aquesta obra porta un subtítol revelador: *As a Field for Scientific Method in Philosophy* (*Com a camp per al mètode científic en filosofia*). El mètode científic en filosofia, Russell el resumeix en un lema que esdevindrà famós: «La suprema màxima del filosofar científic és aquesta: sempre que això sigui possible, les entitats inferides han de ser substituïdes per construccions lògiques.» Aquest mètode té una traducció tècnica que esdevindrà crucial per a la posterior constitució de la filosofia de la ciència: l'aplicació de nocions i mètodes de la lògica matemàtica (en un sentit ampli que inclou de fet tota la matemàtica, en especial la teoria de conjunts i la topologia) a qüestions filosòfiques i, en particular, epistemològiques. La idea, certament, ja era en l'esperit de l'època des de feia temps, però Russell és el primer que no sols en parla, sinó que tracta de posar-la en pràctica. Tot utilitzant instruments de la lògica i la teoria de conjunts i en especial una tècnica formal que acabava d'inventar el seu col·lega Alfred N. Whitehead, a saber, el «mètode de l'abstracció extensiva», Russell reconstrueix les partícules materials, els punts de l'espai físic i els instants com a conjunts de sensacions relacionades de determinades maneres. La construcció dels punts espacials no és explícita en Russell: remet per a aquesta qüestió als treballs de Whitehead, l'aplicació dels quals, segons ell mateix ens diu amb una certa precipitació, «és immediata»; de fet, però, la construcció sistemàtica d'una «geometria sensorial» serà l'obra d'un deixeble de Russell pocs anys després: Jean Nicod, en el seu llibre *La géométrie dans le monde sensible*, de 1924, un llibre de lectura difícil, que farà que sigui poc estudiat, però que procedeix d'una manera admirablement sistemàtica.

En qualsevol cas, podem dir que l'assaig de Russell sobre la construcció del món exterior, al qual podem afegir els treballs de Whitehead i Nicod, marca el naixement de la filosofia de la ciència com a «epistemologia matemàtica» (d'una manera semblant a com es parla de «psicologia matemàtica»). La nova lògica (i disciplines emparentades i igualment noves, com la teoria de conjunts i la topologia) ja no es veu solament com a instrument útil en les recerques sobre els fonaments de la matemàtica, com ja es començava a acceptar a partir dels treballs pioners de Gottlob Frege sobre fonaments de l'aritmètica i de Georg Cantor sobre fonaments de l'anàlisi matemàtica, sinó que entra en el cor mateix de la filosofia, en especial de l'epistemologia i del programa machià d'unificació de la ciència.

La idea d'utilitzar mètodes formals per a reconstruir els objectes de la física sobre una base sensorial es troba uns quants anys abans de Russell ja en un altre gran científic filòsof de l'època: Henri Poincaré, el qual explícitament esmenta el seu deute envers Mach i Hertz. Tanmateix els instruments formals que Poincaré preconitza són diferents dels de Russell: en lloc de la lògica i la teoria de conjunts, disciplines que

Poincaré mirava amb recel per raons estrictament matemàtiques que ara no vénen al cas, l'instrument matemàtic per a desenvolupar una adequada epistemologia matemàtica que prefereix Poincaré és la topologia, a la creació de la qual ell mateix havia contribuït essencialment. Ara bé, la proposta de Poincaré és presentada de manera purament programàtica en la seva obra principal, *La science et l'hypothèse*, de 1902. Serà sols cap al final de la seva vida que Poincaré tractarà de posar-la en pràctica, tot reconstruint l'espai de la física a partir de les dades sensorials en un breu i difícil assaig titulat *Pourquoi l'espace à trois dimensions*, publicat l'any de la seva mort (1912) i que aleshores va passar pràcticament desapercbut.

Si bé Poincaré és un brillant exemple de la popularitat de la qual gaudia aleshores el projecte de fonamentar la física en una base sensorial, la significació històrica d'aquest autor per a la naixent filosofia de la ciència es troba sobretot en un altre terreny. Poincaré, que es considerava un kantianista *sui generis*, reprèn la pregunta kantiana pel caràcter *a priori* o *a posteriori* de les lleis i teories físiques, i arriba a la conclusió que certament els principis més fonamentals de la física no són regularitats obtingudes inductivament a partir de l'experiència, sinó que tenen un caràcter *a priori*; però, a diferència de Kant, aquest *a priori* no prové d'una suposada necessitat transcendental, sinó de llur caràcter *convencional*. Les teories físiques són convencions complexes que adoptem per orientar-nos al millor possible en l'experiència, per organitzar la immensa quantitat de dades que obtenim en les observacions i els experiments. Sense elles, ens veuríem igual de perduts que un bibliotecari que no ordenés els seus llibres segons, per exemple, l'ordre alfabètic dels autors, o l'ordre cronològic de les publicacions, o alguna altra regla semblant. Però aquestes convencions no són el reflex de cap veritat transcendental, ni tampoc poden pretendre ser la imatge d'una suposada «realitat en si». Poincaré admet que podem disposar de diverses teories rivals per a un mateix camp de l'experiència, però el criteri per a decidir entre l'una o l'altra no és quina és la teoria veritable i quina la falsa (ni tampoc quina és la «més veritable» o la «menys falsa»), sinó quina és la convenció més útil, en el sentit de la més *simple* de manipular per ordenar l'experiència. La simplicitat de l'aparell conceptual emprat és el criteri bàsic per a decidir entre hipòtesis o teories.

El convencionalisme metodològic de Poincaré queda patent en la seva interpretació del significat de l'aleshores emergent teoria de la relativitat (restringida), als pressupòsits de la qual ell mateix, per cert, havia contribuït decisivament. En discutir la proposta, com diu ell, «d'alguns físics» (sense esmentar explícitament Einstein ni Minkowski), a saber la proposta de substituir la geometria euclidiana tridimensional per una geometria tetradimensional per a compatibilitzar-la amb el principi de relativitat de Lorentz, arriba a la conclusió: «Quina serà la nostra posició enfront d'aquestes noves concepcions? Ens veurem obligats a modificar les nostres conclusions? Certament que no: havíem adoptat una convenció [la de la geometria euclidiana «normal» per a descriure l'espai físic] perquè ens semblava còmoda, i dèiem que res ens podria obligar a abandonar-la. Avui dia alguns físics volen adoptar una nova convenció. No és pas perquè hi estiguin obligats; ells consideren aquesta nova con-

venció més còmoda, vet-ho aquí; i aquells que no són d'aquesta opinió poden legítimament conservar l'antiga per no pertorbar llurs antics hàbits. Jo crec, sigui dit entre nosaltres, que això és el que faran encara durant molt de temps.»²

La ironia de la història és que la predicció epistemològica poincariana continguda en la darrera frase citada havia de ser definitivament refutada pocs anys després: amb l'adveniment de la teoria general de la relativitat, l'any 1916, la comunitat dels físics es va decidir per emprar una geometria (la riemanniana) encara més diferent de l'euclidiana que allò que imaginava Poincaré. Entre mantenir l'antiga i senzilla geometria euclidiana al preu d'haver de formular les lleis físiques d'una manera extraordinàriament complicada o bé passar-se a una geometria més complicada però que permetia una millor formulació de les lleis físiques, els físics van acabar escollint la segona opció. Això no vol dir que Poincaré estigués completament errat en notar l'element convencional (*a priori* però no transcendental) que hi ha en tota elecció d'una teoria empírica. Allò que mostra aquest exemple històric és que la relació entre teoria i experiència és més complexa que el que Poincaré havia imaginat. La part de veritat que hi ha en el seu «convencionalisme» rau en un fet de caire logicometodològic que molts anys després Willard van Ormar Quine hauria de popularitzar com la «tesi de la subdeterminació de la teoria per l'experiència»: per explicar o sistematitzar un domini donat d'experiències (experiments, observacions), sempre podrem inventar-nos teories diferents, que si bé són lògicament incompatibles entre si, són igualment adequades respecte als fets empírics. I la decisió per una teoria o una altra haurà d'atenir-se a d'altres criteris que el d'adequació amb l'experiència. La raó d'això és un fet estructural: les teories (almenys les de les disciplines més desenvolupades) sempre són conceptualment més riques que el camp de l'experiència al qual s'apliquen en un moment donat. Tenen, per dir-ho així, un «valor agregat» de conceptes i principis. L'experiència per si sola no determina quina és la «bona teoria». Ara bé, la part d'error que radica en el convencionalisme de Poincaré consisteix en el fet que la subdeterminació de la teoria per l'experiència no equival a poder escollir una teoria o l'altra, per dir-ho així, «al gust del consumidor». A més del criteri *local* d'adequació d'una teoria amb el seu camp d'experiència, hi ha criteris de caràcter *global* que tenen un paper en la selecció: escollirem la teoria que sigui globalment més coherent amb la resta de les teories a la nostra disposició. I això és així perquè la ciència (almenys la física) funciona d'una manera *holista*: és tota una família de teories, o potser inclús tota la física, allò que, en darrer terme, està en qüestió sempre que contrastem una teoria amb un experiment o una observació. Aquesta és la lliçó que es desprèn de l'exemple històric de la teoria de la relativitat i de l'adopció de la geometria riemanniana.

El caràcter holista de la ciència també és un tema central en la filosofia posterior de Quine. Però també té un precursor en la fase històrica que considerem (i un altre

2. Vegeu «L'espace et le temps», a Henri POINCARÉ, *Dernières pensées*, París, Flammarion, 1913 (reedició de 1968), p. 109.

precursor, Neurath, en la fase intermèdia, del qual no puc tractar aquí): el precursor al qual ara em refereixo és Pierre Duhem, un altre físic filòsof contemporani i compatriota de Poincaré. Per això, a l'holisme, en filosofia de la ciència, se'l denomina a vegades «tesi Duhem-Quine» (una denominació una mica injusta, per dues raons: l'una, perquè l'holisme de Duhem no és tan radical com el de Quine; l'altra, perquè caldria no oblidar la contribució de Neurath). Tanmateix, en vida, Duhem no va tenir gaire influència com a filòsof de la ciència; era apreciat més aviat com a físic químic (per les seves contribucions a la termodinàmica), i sobretot com a gran historiador de la ciència: a ell és deguda, entre altres coses, la revaloració de la teoria de l'*impetus* medieval com a precursora de la dinàmica de Galileu. Però Duhem feia història de la ciència no com a «simple» historiador. De manera semblant a Mach (la *Mechanik* del qual havia estudiat amb deteniment), volia extreure de la història les lliçons pertinents per a una metodologia general de la física. Si la gran obra històrica de Duhem és *Le système du monde*, iniciada l'any 1913 i acabada de publicar pòstumament el 1959, la seva gran obra en filosofia de la ciència és *La théorie physique, son objet, sa structure*, de 1906. És aquí on Duhem presenta la seva metodologia holista. Tot basant-se en l'anàlisi detallada d'un gran nombre d'exemples concrets, Duhem mostra que, en contra de les aparences, no és mai una hipòtesi particular allò que està en qüestió quan se la posa a prova en el camp de l'experiència, sinó tota una xarxa de lleis i teories, inclús es pot dir que és la física en la seva totalitat. I si l'experiment o l'observació donen un resultat negatiu, sempre és possible buscar algun altre «responsable» dins del cos de la disciplina que no pas la hipòtesi particular de la qual s'havia partit per a fer la contrastació amb l'experiència. D'una manera subtil i poc explícita, però no menys real, totes les lleis i teories de la física estan relacionades essencialment entre si. Una experiència negativa sols ens fa veure que hi ha alguna cosa que no funciona prou bé en el cos de la disciplina, però no és possible de determinar unívocament quina és aquesta cosa. Heus ací una manera diferent de la de Poincaré, però de conseqüències semblants, d'exposar la tesi de la subdeterminació de la teoria per l'experiència.

Malgrat la pertinència i l'agudesesa de l'anàlisi de Duhem, els seus contemporanis no en van copsar realment la profunda significació metodològica, i la filosofia de la ciència immediatament posterior prendria altres camins. Tan sols Neurath als anys 1930 i Quine als anys 1950 la farien ressorgir de l'oblit, si bé donant-li un caràcter més radical, més totalitzant, que Duhem probablement mai hauria acceptat, entre altres coses perquè, si bé Duhem considerava que la metodologia de la física funciona de manera holista, no ho considerava així, en canvi, per al cas d'una altra disciplina fonamental, la fisiologia.

A més de la visió holista del mètode propi de la física, hi ha una altra aportació de Duhem que hem d'esmentar aquí perquè també tindrà una llarga història fins al dia d'avui: la concepció *instrumentalista* de la naturalesa de les teories científiques. Les teories científiques, segons aquesta concepció, no són veritables ni falses: són simplement instruments per a representar de la millor manera possible els fenòmens que

observem, i predir-los en la mesura del possible. De fet, aquesta concepció ja es troba prefigurada en l'epistemologia de Mach (i del seu deixeble Hertz), però serà Duhem qui en donarà els arguments més explícits, que seran recollits i discutits molts anys després.

No voldria cloure la descripció dels elements principals d'aquesta fase inicial de la nostra disciplina sense fer dues observacions finals, una sobre un autor i l'altra sobre una nova disciplina, els quals, si bé no van tenir gairebé cap incidència en aquesta fase històrica considerada en si mateixa, haurien de resultar molt importants posteriorment. L'autor al qual em vull referir és Charles S. Peirce, i la disciplina, la nova lògica. A Peirce se l'associa generalment amb el pragmatisme com a moviment filosòfic i ideològic general, si bé ell mateix no volia tenir gran cosa a veure amb la versió popular i més «ortodoxa» del pragmatisme propugnada per William James i altres autors contemporanis. Vist en retrospectiva, el pensament de Peirce és important no sols per a la filosofia de la ciència, sinó per a la lògica i la filosofia en general. Però el seu estil expositiu difícil i un bon xic caòtic, una terminologia obscura i la seva idiosincràsia personal, van constituir un poderós obstacle per a la difusió de les seves idees en el si de la comunitat científicofilosòfica de l'època. Tanmateix, donada llur significació per a la discussió posterior en la filosofia de la ciència, hi ha almenys tres aportacions peirceanes que hem d'esmentar aquí: 1) la tesi segons la qual el significat d'una hipòtesi científica consisteix simplement en les situacions empíriques que indiquem per a verificar-la, de manera que, si no podem indicar d'una manera efectiva en quines situacions la hipòtesi resultaria veritable o falsa, aquesta no té cap sentit; 2) el principi metodològic segons el qual el mètode més propi de les ciències empíriques no és ni la inducció (com es pensava en el seu temps), ni tampoc la deducció, com pensaria Popper després, sinó una tercera forma d'inferència, que Peirce anomena «abducció»: donats certs fets singulars que volem explicar o predir, hem de cercar la hipòtesi general més simple, a partir de la qual aquests fets siguin deduïbles —és allò que en la literatura posterior s'ha anomenat també «inferència a la millor explicació possible»—, i 3) la concepció de la ciència en la seva totalitat com una empresa comunitària en constant evolució, però de caràcter *convergent* envers una teoria global final (que potser no s'assolirà mai i la pressuposició de la qual actua més aviat com a *principi regulatiu*) —tan sols aquesta teoria final serà la *Veritat*. Els filòsofs de la ciència posteriors no han estat tots d'acord amb aquests tres postulats de la metodologia peirceana, però és indubtable que els tres han tingut un paper important en les discussions al si de la nostra disciplina fins al dia d'avui.

Pel que fa a la nova lògica, aleshores anomenada «lògica simbòlica» o «lògica matemàtica», o també «lògica formal», i que era entesa en aquella època en un sentit ampli, que inclou la teoria de conjunts i l'axiomàtica formal, aquesta nova disciplina va sorgir quasi simultàniament amb la moderna filosofia de la ciència, és a dir, durant l'últim quart del segle XIX i els primers anys del XX, però curiosament la «intersecció» entre ambdues disciplines va ser gairebé nul·la durant aquesta fase. La importància revolucionària dels treballs de Gottlob Frege en lògica i en fonaments de l'aritmètica,

de David Hilbert sobre fonaments de la geometria i en general sobre axiomàtica, de Georg Cantor i d'Ernst Zermelo sobre teoria de conjunts, de Bertrand Russell i Alfred N. Whitehead en el programa logicista de fonamentació de les matemàtiques i de tants d'altres que no puc esmentar aquí, va ser aviat reconeguda degudament dins del camp estricte dels fonaments de les ciències formals, però aquests resultats no van tenir gairebé cap incidència en la filosofia de la ciència contemporània. La primera (i encara tímida) trobada entre ambdós camps disciplinaris es dona tan sols en el llibre de Russell sobre *El nostre coneixement del món exterior*, que ja he esmentat i que de fet correspon als darrers anys d'aquesta fase inicial de la nostra disciplina. La importància de la lògica i en general dels mètodes formals d'anàlisi per a la fonamentació de les ciències *empíriques* serà plenament reconeguda sols a partir de l'època del Cercle de Viena. Però això representaria ja un altre capítol de la història, en el qual no puc entrar aquí.