

Reflexions a propòsit de la teoria dels quanta

Dues nocions han obert un abís entre el que des de la Grècia antiga s'entenia per ciència i el que avui s'entén per aquest nom; aquestes nocions són la de relativitat i la dels quanta. La primera ha fet molt de soroll entre el gran públic; el nom de la segona amb prou feines hi és conegut. Totes dues daten de començaments de segle, i han estat subversives de la mateixa manera, a saber, introduint dins la ciència una contradicció acceptada i afirmada.

Pel que fa a la relativitat, no es tracta pas ací de la relativitat generalitzada, que consisteix a estendre a tots els moviments possibles la noció de relativitat que la mecànica clàssica només aplicava als moviments rectilinis uniformes; idea certament apropiada almenys per a aportar temes de reflexió extremament fecunds. Es tracta de la relativitat restringida, de nom ben mal trobat, car no hi té gaire relació, amb la noció de relativitat del moviment. És una teoria molt simple, si es renuncia a comprendre-la. D'una banda, els treballs de Copèrnic, Kepler, Galileu i Newton dugueren a atribuir certs moviments a la Terra i als diferents cossos celests; d'una altra, una sèrie d'experiments dugueren a un cert mesurament de la velocitat de la llum; finalment, certs experiments de finals del XIX feren veure la velocitat de la llum com a constant en totes direccions. Aquests resultats són contradictoris; una velocitat finita no pot ser constant en totes les direccions si la mesurem a partir d'un sistema que es trobi en moviment en una certa direcció. Tanmateix, Einstein traduí a fórmules algebraïques aquestes conclusions inconciliables entre elles, combinà les fórmules com si poguessin ser verdaderes totes alhora i en va treure unes equacions. S'esdevé que en aquestes equacions la lletra que representa el temps i cadascuna de les corresponents a les tres coordenades de l'espai hi figuren de manera simètrica. La traducció d'aquestes equacions a llengua vulgar va produir les paradoxes que han procurat a Einstein una anomenada de força mala llei, com la del temps vist com a quarta dimensió.

La paradoxa dels quanta no és pas menys violenta, potser encara ho és més, per bé que menys colpidora a primera vista; a més, en data hi és anterior. La teoria dels quanta, de què Planck n'és el primer autor, que encara avui és la preocupació principal dels físics, afecta la noció central de la ciència, la noció d'energia. Consisteix a considerar l'energia, o bé l'acció, el producte de l'energia pel temps, com una magnitud que varia de manera discontinua, per salts successius, i aquests salts són el que se'n diu els quanta. Ara bé, tot l'esforç de la ciència, des de Galileu, havia consistit a reduir tots els fenòmens, sense excepció, a canvis en les relacions d'espai i de temps, a no admetre com a factors variables més que les distàncies, les velocitats i les acceleracions; l'espai i el temps no es poden representar altrament que com a magnituds contínues; i l'energia és precisament la noció per mitjà de la qual es redueix tot a espai i temps. Si jo sóc a deu quilòmetres d'un lloc, i si, després d'haver caminat, només me'n trobo a un quilòmetre, de segur que, hagi pres el camí que hagi pres, amb les marrades que hagi pogut fer, he passat per totes les distàncies intermèdies entre deu quilòmetres i un quilòmetre, sense excepció de cap. Podem posar en dubte aquesta proposició, com no importa quina altra, però és impossible de representar-se la proposició contrària. Doncs bé, la ciència es refereix als fenòmens i, per consegüent, contràriament al pensament metafísic o místic, es troba al nivell de la representació, o immediatament damunt; una explicació científica no gens representable és buida de significació.

Obrint no importa quin manual, ens podem convèncer que la noció d'energia deriva de la noció de treball i que s'hi redueix, i que el treball es defineix per l'elevació d'un cert pes a una certa alçada. Dir que hi ha diferència d'energia entre tal i tal altre estat d'un sistema és dir que podem representar-nos una transformació en què d'una banda el sistema passa de l'un estat a l'altre i, d'una altra banda, en contrapartida, tal pes puja o baixa tal alçada.

Des del primer estudi dels fenòmens mecànics, s'hi trobà un invariant definit pel producte convencional d'una força per una distància. Arquímedes va fundar la mecànica demostrant que una balança simètrica resta en equilibri si en una banda del punt de suport hi modifiquem el pes tot canviant-lo de lloc a condició que el producte del pes per la seva distància al punt de suport resti invariable. Galileu mostrà que si una bola era deixada anar des d'una mateixa alçada per un pla d'inclinació cada vegada diferent, el producte de la distància que recorre per la força que l'hi empeny és sempre el mateix. Establí com a llei general de l'equilibri que, quan dos cossos, estirats cadascun per una força, es mantenen en repòs a causa del seu lligam mutu, els productes respectius de la força per la distància que recorrerien sense aquest lligam són iguals. Va posar en evidència, i Descartes després d'ell, que un tal producte és també la clau de les màquines simples, les quals, per bé que als homes els estalvien feina, mai no canvien, en cap cas, el producte de la força a vèncer pel desplaçament a accomplir. Després de tot, la balança, amb el nom de palanca, és una màquina simple, com també ho és el pla inclinat quan s'hi fa pujar un pes.

Més tard, com a clau de tots els fenòmens dinàmics, hom es va servir d'aquest mateix producte amb el nom d'energia cinètica o de força viva. La fórmula del moviment uniformement accelerat o retardat mostra que, quan una bola, rodolant a velocitat uniforme sobre un pla horitzontal, troba un pla inclinat i hi puja fins a aturar-se a una certa alçada, el treball així acomplert, és a dir, el producte de l'espai recorregut sobre el pla inclinat¹ per la component del pes que la frena és igual al semi-producte de la massa de la bola pel quadrat de la velocitat amb què rodolava sobre el pla horitzontal. Així, l'energia cinètica d'un cos en moviment, que és com s'anomena aquest semi-producte, és el treball que aquest cos pot accomplir, en certes condicions, mercès a la seva velocitat. L'energia potencial és el treball que un cos pot accomplir, mercès a la seva sola posició, per mitjà d'un impuls infinitament petit, com quan una bola és en una taula; el teorema de la conservació de l'energia estableix que, en un sistema purament mecànic, la suma de les dues energies, la cinètica i la potencial, és constant mentre cap treball no s'acompleixi des de l'exterior damunt el sistema, o pel sistema damunt l'exterior.

La gran idea del segle XIX fou assimilar a treballs, per mitjà d'equivalències numèriques, els canvis que no són desplaçaments. Començà Joule. Si es deixa caure d'un metre d'alçada un pes d'un quilo que, en la seva caiguda, per mitjà d'una politja, fa girar un petit molí de paletes situat dins un recipient ple d'aigua, la temperatura de l'aigua puja; l'energia calorífica que produeix aquesta puja de temperatura és igual a un quilogràmetre. Joule verificà que, amb una mateixa despesa d'energia mecànica, molts procediments mecànics diferents permeten d'apujar sempre la mateixa massa d'aigua de 0 graus a 1 grau. Després de moltes experiències anàlogues, els científics del segle XIX establiren que en tot fenomen hi ha augment o minva d'una energia equivalent a energia mecànica; aquest principi troba un gran nombre de felices aplicacions en l'estudi dels fenòmens químics i elèctrics. El principi fonamental de la ciència del segle XIX és que, per a tot fenomen, s'ha de poder representar, almenys teòricament, o bé la producció d'aquest fenomen per mitjà del desplaçament d'un pes o bé el desplaçament d'un pes per

mitjà d'aquest fenomen. El mot d'energia no té altre sentit, i és per això que tota mena d'energia es mesura en ergs, unitat definida per l'elevació d'un pes.

Un pes no pot pas tenir tot primer tal alçada, i després tal altra, sense passar, sense excepció, per totes les alçades intermèdies. La distància és una magnitud contínua: cap geometria, fins i tot la no-euclidiana, no la representa altrament. El temps, que, per als físics, es representa per mitjà del moviment uniforme, és a dir, per la distància, és una magnitud contínua. El mateix s'esdevé amb la velocitat, relació entre la distància i el temps, i amb l'acceleració, relació entre la velocitat i el temps. En cap definició de l'energia mecànica no hi entren, combinades amb la massa, altres magnituds que distància, velocitat i acceleració; l'acció és un producte de l'energia i el temps. L'energia no mecànica és el que, en tots els fenòmens no mecànics, és establert com a equivalent a l'energia mecànica. És fàcil, llavors, adonar-se de com n'és d'extraordinari parlar de quantum d'energia o d'acció.

El més singular és que, quan Planck afirmà: "La matèria només pot emetre energia irradiant-ne quantitats finites proporcionals a la freqüència", no havia pas estat menat a aquesta proposició per l'estudi dels fenòmens microscòpics, on l'experiència permet de mesurar llimdars, sinó pel d'un fenomen macroscòpic, la radiació negra.

La noció d'irreversibilitat havia estat introduïda en la concepció de l'energia pel segon principi de la termodinàmica, el principi de Clausius, anomenat principi de la degradació de l'energia. Aquesta noció introduïa la de probabilitat, per la simple idea que el pas d'un estat menys probable a un de més probable² és pràcticament irreversible; si amb la mà escombrem els caràcters d'impresora que formaven un vers de Valéry, quedaran en desordre, i si després els escombrem amb la mà un gran nombre de vegades més, no el refarem pas, el vers de Valéry. El físic Boltzmann, contemporani de Planck, havia interpretat així els fenòmens irreversibles, com ara la transformació de l'energia mecànica en energia calorífica per mitjà del fregadís. Planck intentà de reconstruir, per mitjà de probabilitats, i de manera conforme amb les dades de l'experiència, el fenomen anomenat radiació negra. És en les fórmules d'aquestes probabilitats que hi trobà discontinuïtats; i introduí la discontinuïtat en l'energia perquè aquestes probabilitats són funcions de l'energia.

No podem deixar de demanar-nos si no hauria pogut fer altrament. L'experiència, certament, no l'hi constrenyia pas; car, com que les mesures no eren microscòpiques, no podien pas aportar llimdars, sinó només punts de referència, entre els quals calia interpol·lar. Tenim sempre la llibertat d'interpol·lar per mitjà de funcions, bé discontinües, bé contínues. Sembla, doncs, que Planck hauria pogut trobar funcions verament diferents de les exigides per la mecànica clàssica, car aquestes estaven en desacord amb l'experiència, però que fossin contínues. Estem temptats de demanar-nos si no fou la natura del càlcul de probabilitats, que parteix del joc de daus, i per consegüent de relacions entre nombres enters³, el que dugué Planck a introduir enters en les seves fórmules. Fóra certament un començament ben estrany per a tan gran revolució. En tot cas, en el cas particular de la radiació negra, va introduir la discontinuïtat en l'energia per una comoditat de càlcul. La seva innovació tingué una fortuna prodigiosa, car s'admeté tot seguit la validesa de les seves fórmules per a tots els intercanvis d'energia que tinguin lloc enmig d'àtoms i radiacions, és a dir, arreu. Així, el mot d'energia ja no té relació amb els pesos i les distàncies, o amb les masses i les velocitats; però tampoc no en té amb res altre, car no se n'ha pas elaborat cap altra, de definició de l'energia; no té relació amb res. Això, però, no impedeix pas que hom continuï parlant d'energia cinètica. El paper, com se sol dir, ho aguanta tot.

És el rol diferent de l'àlgebra el que fa l'abís que separa la ciència del segle XX de la dels segles anteriors. L'àlgebra, en física, al començament, només era un procediment per a resumir les relacions establertes, pel raonament basat en l'experiència, entre les nocions físiques; procediment extremament còmode pel que fa als càlculs numèrics necessaris en les verificacions i les aplicacions. Però el paper de l'àlgebra no parà de créixer en importància; finalment, allà on abans l'àlgebra era el llenguatge auxiliar i els mots el llenguatge essencial, avui és exactament el contrari. Certs físics tendeixen fins i tot a fer de l'àlgebra l'únic llenguatge, o gairebé, de manera que, duent això al límit, límit que, ben entès, és impossible d'atènyer, ja només hi hauria, combinades en fórmules, xifres tretes de mesuraments experimentals i lletres. Ara bé, les exigències lògiques que acompanyen el llenguatge ordinari no són pas les mateixes que acompanyen el llenguatge algèbric; les relacions entre nocions no són pas enterament reflectides per les relacions entre lletres; especialment, afirmacions incompatibles poden tenir com a equivalents equacions que no ho siguin gens. Quan, després de traduïdes a àlgebra unes relacions entre nocions, es manipulen les fórmules tenint només en compte les dades numèriques de l'experiència i les lleis pròpies de l'àlgebra, es poden obtenir resultats que, un cop traduïts al llenguatge parlat, topin violentament amb el sentit comú.

En resulta una forta aparença de profunditat; car les profundes meditacions filosòfiques o místiques comporten també contradiccions, estranyeses i una dificultat insuperable en l'expressió verbal. Tanmateix, en el cas de l'àlgebra, es tracta d'una cosa tota altra. Si un pensament profund és inexpressable, és perquè abraça alhora diverses relacions verticalment superposades i perquè el llenguatge comú reflecteix malament les diferències de nivell; però l'àlgebra encara hi és menys apropiada, per a expressar-lo, car ho posa tot al mateix pla. Demostracions, constatacions, hipòtesis, conjectures gairebé arbitràries, aproximacions, punts de vista sobre la conveniència, la comoditat, la probabilitat, totes aquestes coses, un cop traduïdes a lletres, hi fan el mateix paper, en les equacions. Si l'àlgebra dels físics produeix els mateixos efectes que la profunditat, és només perquè és completament plana; la tercera dimensió, la del pensament, n'és absent.

Aquesta falsa profunditat té efectes ben divertits, alguns dels quals farien saltar de joia Rabelais o Molière. Car els filòsofs, plens de zel respectuós, s'extenuen intentant d'interpretar el que no poden comprendre i intentant de traduir les equacions a filosofia; en general, els comentaristes profans i fins i tot alguns científics cerquen amb una perseverança commovedora el significat profund de la ciència contemporània, la concepció del món que conté. Ben debades, perquè no n'hi ha. La ciència s'assembla, des d'aquest punt de vista, a l'emperador del conte d'Andersen; dos artesans li havien promès uns vestits de teixit invisible per als babaus, i així anà nu pels carrers de la capital sense que ni ell ni cap dels espectadors gosés reconèixer que anava nu. Tot home un poc cultivat en tindria por, de passar per babau havent confessat als altres o a si mateix la seva incapacitat de trobar el més petit significat filosòfic en les innovacions de la ciència contemporània; prefeix d'inventar-n'hi una, necessàriament molt nebulosa. El darrer llibre de Planck traduït al francès, amb el títol d'*Iniciacions a la física*, llibre ple de consideracions filosòfiques en més de les tres quartes parts, aporta una nova il·lustració al conte d'Andersen. Car certs crítics, fiant-se de la bona anomenada científica de l'autor, han cregut veure en aquest llibre un pensament profund, n'han fet unes quantes citacions per sostenir el seu judici, i aquestes citacions són llocs comuns d'una rara vulgaritat.

Si féssim abstracció de la persona de l'autor, aquest llibre fóra verament, tret d'unes quantes pàgines, gairebé buit d'interès. Tot el que s'hi refereix a la filosofia general, a Déu, a l'ànima humana, a la llibertat, al coneixement i a l'existència del món exterior és

molt mediocre, generalment sensat, però banal, vague i superficial. S'hi veu amb evidència que Planck no era pas un gran esperit. S'hi veu també, cosa ben picant, que aquest autor, responsable d'una tan gran revolució, era no solament un home molt honest, sinó també el que se'n diu un home benpensant, molt afecte a la religió i a tot el que per tradició és objecte de respecte. Però les pàgines verament precioses del llibre són aquelles en què Planck fa, ingènuament i sense pensar-hi, confessions que aporten clars singulars sobre el misteriós procés d'elaboració de la ciència; destrueixen completament el lloc comú, sovint repetit per Planck amb èmfasi, segons el qual la ciència fóra una cosa universal planant per sobre els científics de tots els temps i de tots els països.

Heus ací uns quants extractes d'aquestes pàgines: “Contràriament al que de bona gana se sosté en certs medis de físics, no és pas exacte que, per a l'elaboració d'una hipòtesi, només es puguin utilitzar nocions el sentit de les quals, independentment de tota teoria, pugui ser determinat per mesures... No hi ha absolutament cap magnitud que sigui mesurable directament. Una mesura, al contrari, no rep el seu sentit físic més que en virtut d'una interpretació, que correspon a la teoria... Fins en el cas de les mesures més directes i més exactes, per exemple les del pes o les de la intensitat d'un corrent, els resultats només poden ser utilitzables després d'haver sofert un bon nombre de correccions, el càlcul de les quals es dedueix d'una hipòtesi...”

Les fórmules següents encara són més reveladores: “El creador d'una hipòtesi disposa de possibilitats pràcticament il·limitades, es troba tan poc lligat pel funcionament dels òrgans dels sentits com pel dels instruments de què se serveix... Podem fins i tot dir que es crea una geometria segons la pròpia fantasia. Amb instruments d'una exactitud ideal... pot, de pensament, executar els mesuraments més delicats i treure'n, dels resultats, les conclusions més generals; aquestes conclusions no tenen, almenys directament, res a veure amb mesures verdaderes. És per això, també, que mai unes mesures no podran confirmar ni infirmar directament cap hipòtesi; podran solament fer-ne ressaltar la conveniència més o menys gran.”

Però heus ací el més bell: “Les grans idees científiques no tenen pas el costum de conquerir el món perquè els adversaris acabin adoptant-les de mica en mica i finalment convencent-se de la seva veritat... El que més sovint passa és que els adversaris d'una idea nova acabin morint i la generació que puja s'hi hagi aclimatat.” Així, les idees científiques desapareixen a la manera de les modes masculines del segle XVII; els vestits estil Lluís XIII desaparegueren quan els darrers ancians que havien estat joves sota seu hagueren traspasat.

Qui hagi meditat ben bé aquestes fórmules no dirà mai: “La Ciència afirma que...” La Ciència és muda; són els científics els qui parlen. El que diuen no és pas certament independent del temps, car, segons confessió de Planck, els partidaris de tal o tal altra manera de veure callen just al moment en què la mort els imposa silenci. Pel que fa als llocs, és veritat que els científics pertanyen a diferents països. Però els viatges, la correspondència i les comunicacions són tan fàcils i ràpides avui, en temps de pau, que els científics d'una mateixa especialitat, per bé que dispersos pel globus terrestre, constitueixen un minúscul poble on tothom es coneix, on cada u es troba al corrent de la vida privada de cada u, on circulen sens parar anècdotes que en altres bandes en diríem xafarderies. A les ciutats on n'hi ha molts, es veuen continuament, fora que estiguin barallats, i les seves dones gairebé només es veuen entre elles. Aquest poble és tancat; no s'hi pot pas entrar, des de fora. Ni que hom hagués estudiat durant vint anys els llibres dels científics, si no fos científic per professió, hi fóra un profà, en ciència; i les opinions dels profans no hi tenen cap crèdit, al poble, ningú no hi para la més mínima atenció, si

no és per manllevar-ne alguna fórmula que plagui i afalagui. Un lector cultivat, un artista, un filòsof, un pagès o un polinesi s'hi troben tots al mateix nivell, és a dir, absolutament fora de la ciència, i els científics mateixos en són fora per a totes les especialitats diferents de la seva. Rarament en surten, del poble; molts, fora de la seva especialitat, són limitats i poc cultes, o, si s'interessen per res a part del seu treball científic, és molt rar que, dins seu, posin aquest interès en relació amb el que tenen per la ciència. Els habitants del poble són propensos a l'estudi, brillants, excepcionalment dotats; ara bé, però, fins a l'edat en què l'esperit i el caràcter en gran part ja són formats, eren al liceu com els altres joves i s'hi nodrien de manuals mediocres. Mai cap d'ells no s'hi dedicà particularment a desenvolupar l'esperit crític. En cap moment de la vida no se'ls prepara particularment a posar el pur amor de la veritat per damunt dels altres mòbils; d'una disposició natural en aquest sentit, cap mecanisme d'eliminació no en fa una condició per a entrar al poble. N'hi ha, de mecanismes d'eliminació, entre ells els exàmens i els concursos, però no apunten pas a la intensitat o a la puresa de l'amor de la veritat. Aquest amor, el gust de l'exactitud i del treball ben fet, el desig de fer parlar d'un, la cobejança dels diners, de la consideració, de la reputació, dels honors, dels títols, les antipaties, les gelosies, les amistats, tots aquests mòbils i encara d'altres es barregen, en els habitants del poble, com en tots els homes, en proporció variable. Aquest poble, com tots els altres, és fet d'humanitat mitjana, amb desviacions cap amunt i cap avall. Té trets singulars; així, el fet de ser periòdicament trasbalsat per canvis de moda; aproximadament cada deu anys una generació nova s'hi entusiasma per noves opinions. Com en altres medis, la lluita de generacions i de persones hi produeix a cada moment una opinió mitjana. L'estat de la ciència en un moment donat no és altra cosa; és l'opinió mitjana del poble dels científics. Aquesta opinió, és veritat, es recolza en experiències; però es tracta sempre d'experiències executades en aquest poble, sense cap control exterior, amb aparells costosos i complicats que només es troben dins seu; experiències preparades, recomençades i rectificades pels únics habitants del poble, i sobretot interpretades només per ells, i això amb una llibertat de què les frases de Planck damunt citades en donen la mesura. No és pas veritat, doncs, que la ciència sigui una espècie d'oracle sobrenatural, deu de sentències certament diferents d'un any a l'altre però necessàriament cada cop més sàvies. Car és així com ens la representem comunament avui, i l'embriaguesa que experimentem en dir ben alt "La ciència diu que..." ni tan sols es refreda amb la certesa que d'aquí a cinc anys ja no ho dirà. N'hi ha per a pensar —a aquest respecte, com en d'altres— que l'actualitat té per a nosaltres valor d'eternitat. Valéry mateix ha parlat més d'un cop de la ciència com de la superstició comuna. Pel que fa als científics, són, ben entès, els primers a fer passar les seves opinions per sentències de què no en són responsables, de què no n'han de retre comptes, emanades d'un oracle. Aquesta pretensió és intolerable, car no és legítima. No n'hi ha cap, d'oracle, ans solament les opinions dels científics, que són homes. Afirment el que creuen haver d'afirmar, i en això tenen raó, però són ells els autors responsables de tot el que afirmen, i n'han de retre comptes. No els reten pas, aquests comptes; però fan un tort; primerament, es fan un tort a si mateixos, car tampoc no se'ls reten, aquests comptes, a si mateixos.

Han de retre comptes, abans que res, de la seva ruptura amb la ciència clàssica. No pas perquè això sigui una desgràcia. La ciència clàssica, arribada a l'apogeu i prenent-se capaç d'explicar-ho tot sense excepció, havia esdevingut intel·lectualment irrespirable, i és per això que Bergson, Einstein i tots els qui han foradat violentament aquest recinte clos han estat saludats com a alliberadors. D'altra banda, les nocions primeres de la ciència clàssica, inèrcia, moviment uniforme, força, acceleració, energia cinètica i treball, són

obscuras, si les considerem amb atenció. ¿No és singular que el moviment rectilini uniforme, en virtut del principi d'inèrcia el més simple de tots els moviments, només es pugui mesurar, pel que fa al temps, pel moviment diürn dels estels, un moviment circular, i que només es pugui representar per l'exemple d'una bola rodolant per un pla, moviment que conté una rotació? ¿No és singular que aquest moviment, que s'acompleix sense la intervenció de cap força, contingui una energia? ¿No és estrany que la noció de treball, manllevada a l'experiència humana, es defineixi de manera que un home, portant a coll cinquanta quilos durant cinc quilòmetres, no n'acompleixi cap? ¿I que, quan dos cossos idèntics recorren una mateixa distància rectilínia en un mateix temps, hi hagi treball en un cas i no pas en l'altre si el moviment de l'un no és uniforme i el de l'altre sí? N'hi trobaríem moltes altres, d'estranyeses.

Però, cosa més greu, la ciència clàssica havia pretès de resoldre les contradiccions —o més aviat les correlacions de contraris— que formen part de la condició humana, de les quals a l'home no li és permès de desfer-se'n. Havia cregut arribar-hi a base de suprimir-ne un dels termes. Per exemple, el continu i el discontinu ens són donats; pensem l'espai i el nombre enter; no podem passar d'un costat a l'altre d'un riu sense travessar-lo, i no coneixem intermediari entre el ferro i l'or. La física clàssica volgué suprimir el discontinu; prou calia, que hi topés, i en el seu propi centre, en la seva branca principal, en l'estudi de justament la noció d'energia que havia de servir per a aquesta supressió, és a dir, en la termodinàmica. Només concebem clarament transformacions susceptibles de reproduir-se en sentit contrari, i tanmateix estem sotmesos a un temps de curs irreparable; envellim, morim, la cendra no es torna fusta, ni el rovell ferro, i de manera general les coses fàcilment i ràpidament destruïdes és o bé impossible o bé llargament difícil de reconstruir-les o reemplaçar-les. La temptativa d'explicar un món d'aquesta mena per un d'àtoms sotmesos només a l'energia mecànica, que no comporta cap irreversibilitat, havia de ser impossible. La ciència clàssica només volgué tenir en compte la necessitat cega i abolir completament la noció d'ordre; aquesta reaparegué sota la disfressa de la probabilitat, que Boltzmann féu servir per a passar del reversible a l'irreversible; car, mirada de prop, només podem definir la feble probabilitat per un ordre. La ciència clàssica volgué, de la doble relació que subordina el conjunt a les parts i les parts al conjunt, només retornar-ne la primera, per semblar-li la segona, com la noció d'ordre, tacada de finalitat; i avui dia matemàtica, física i biologia s'orienten a l'estudi dels conjunts considerats com a tals. En si mateixos, aquests canvis són bons, car les esperances de la ciència clàssica eren alhora absurdes i impies. Absurdes, perquè no es pot raonablement esperar de retre compte d'un món on trobem contraris en correlació suprimint-ne un terme de cada dos; ni que aquest terme fos vist com una il·lusió, caldria encara retre compte de la il·lusió, i no es pot pas fer mitjançant el terme contrari; de les nocions donades a l'home, l'home no en pot suprimir cap, pot solament posar-les a lloc. I impies, perquè a l'home no li és pas permès, en aquesta terra, d'alliberar-se de les contradiccions, ans solament fer-ne un bon ús; com Plató bé sabia, tot el que la intel·ligència humana es pot representar conté contradiccions, que són la palanca per la qual s'eleva per damunt del seu domini natural.

El que és una desgràcia no és pas l'abandonament de la ciència clàssica, és la manera com s'ha abandonat. La ciència clàssica es creia, equivocadament, capaç d'un progrés il·limitat; topà amb els seus límits vora 1900; els científics, en comptes d'aturar-s'hi per contemplar aquests límits, pensar-hi, intentar de descriure'ls, de definir-los, de retre'n comptes, i de treure'n visions de conjunt, tiraren envant amb una furiosa embranzida, deixant la ciència clàssica rere seu. ¿Què té de sorprenent? ¿Que potser no els paguen per

anar sempre envant? No s'obté ni ascens, ni reputació, ni premi Nobel, aturant-se. A un científic brillantment dotat, li caldria, per a aturar-se voluntàriament, una espècie de santedat o d'heroisme; ¿i per què n'hauria de ser, de sant o heroi? Els homes de les altres professions, fora de rares excepcions, tampoc no en són. Els científics, doncs, corregueren envant, sense revisar res, perquè tota revisió hauria semblat un tornar enrere; afegiren, només. Quan toparen amb el discontinu, no renunciaren pas, per això, a reduir-ho tot a variacions d'energia; simplement, ficaren la discontinuïtat dins la mateixa energia, traient-li així tota significació, però continuaren posant-la al centre de tot estudi, sota l'efecte de l'embranchida adquirida en el curs dels segles anteriors. La dificultat d'establir, per mitjà de la noció de probabilitat, un pont entre el món que ens és donat i el món hipotètic i purament mecànic dels àtoms no els apocà pas; les conseqüències de la teoria dels quanta, que té la deu en l'estudi de la probabilitat, els dugué a ficar la probabilitat dins els mateixos àtoms. Així, les trajectòries de les partícules atòmiques ja no són necessàries, només probables, i la necessitat no és enlloc. Tanmateix, la probabilitat només es pot definir com una necessitat rigorosa, certes condicions de la qual són conegudes i les altres no; la noció de probabilitat, separada de la de necessitat, no té cap sentit. La probabilitat, així separada, només és el resum de les estadístiques, i l'estadística no es justifica per res, només per la utilitat pràctica; es dona la raó a mil fets contra un, per una mena de transposició del sufragi o del plebiscit. Només queda l'experiència bruta, llavors, i, això no obstant, la ciència, com tot esforç de pensament, consisteix a interpretar-la, l'experiència. A part d'això, mai no s'ha interpretat tant com avui; mai no s'han fet tantes hipòtesis; mai no ha estat permès de fer-ne amb una tal llicència.

Per estranya que pugui semblar, encara avui, l'expressió d'una tal incertesa, és poc clar que els científics puguin continuar avançant gaire temps, en aquestes condicions. Car ja no tenen gairebé res que els controli, en els seus passos de pensament. Gairebé no tenen més que l'àlgebra, que controla només com pot fer-ho un simple instrument a què hom es conforma per a manejar-lo, i que és un instrument molt adaptable. Hom s'equivoca en creure que l'experiència pot servir per a aquest ús, car tot pensament, comprenent-hi les creences als nostres ulls més absurdes, té per objecte l'experiència i hi troba un suport i una confirmació. El prestigi dels bruixots es recolza en l'experiència; una creença no experimentalment verificada no és viable en cap medi humà. Tot pensament és un esforç d'interpretació de l'experiència, interpretació per a la qual l'experiència no comporta ni model, ni regla, ni criteri; hi trobem les dades dels problemes, no pas la manera de resoldre'ls, ni tan sols la de formular-los. Aquest esforç té necessitat, com tots els altres, de ser orientat a alguna cosa; tot esforç humà és orientat; quan no va enlloc, l'home, resta immòbil. No se'n pot passar, dels valors. En tot estudi teòric, el valor té de nom veritat. Els homes fets de carn, en aquesta terra, sens dubte no poden tenir cap representació de la veritat que no sigui defectuosa; però els en cal una; una imatge imperfecta de la veritat no representable que vam veure, com diu Plató, a l'altre costat del cel.

Els savis del període clàssic tenien una representació de la veritat científica certament molt defectuosa, però en tenien una; i els d'avui no tenen en l'esperit cap cosa, ni que sigui vaga, llunya, arbitrària o impossible, a què es puguin girar anomenant-la veritat. Amb més raó, no tenen la imatge d'un camí que hi duguí, amb què compararien, per a controlar-lo, cada pas de pensament. Encara són empesos per l'impuls de les generacions anteriors i segueixen, amb velocitat adquirida, tot de direccions que avui ja no responen a res; però aquest impuls s'esgotarà. La llicència és una cosa que embriaga, i prou que ens n'hem sadollat, en tots els dominis, però la llicència absoluta atura amb molta més

seguretat que cap cadena. És de preveure, doncs, que en un temps força acostat, potser dues o tres generacions, potser menys, els científics s'aturaran.

És de preveure, no pas de témer. ¿Per què hauríem de desitjar per a la ciència un progrés sense obstacle? No en podem esperar cap goig, del desenvolupament de la tècnica, mentre no sapiguem impedir als homes de fer-la servir per al domini dels seus semblants i no de la matèria; pel que fa als nostres coneixements, el progrés científic no hi pot afegir res, car es reconeix avui que els profans no hi poden entendre, de ciència, i fins i tot els científics, fora de l'especialitat, hi són profans. Una aturada forçada potser obligaria els científics a fer un treball de recapitulació i revisió, a constituir, segons el model immortal deixat per Arquímedes, una axiomàtica de la físico-química; no pas per a fabricar cap coherència artificial, sinó per a fer honestament el balanç dels axiomes, els postulats, les definicions, les hipòtesis i els principis, sense ometre els implicats en la tècnica experimental, per exemple en l'ús de la balança. Un tal treball faria potser de la ciència un coneixement, deixant-ne aparèixer clarament les dificultats, les contradiccions i les impossibilitats que avui ens afanyem a dissimular sota solucions rere les quals la intel·ligència ja no pot percebre res. Però aquest treball caldria començar-lo aviat. Sense ell, l'aturada de la ciència pot provocar, no pas un renovellament, ans la desaparició de l'espirit científic de sobre la capa de la terra durant una colla de segles, com en fou el cas quan l'Imperi romà hagué mort la ciència grega.

Quelcom infinitament més preciós que la ciència s'hi troba compromès, en aquesta crisi; és la noció de veritat, que el segle XVIII i sobretot el XIX lligaren estretament a la ciència; ben erròniament, cert, però en conservem l'hàbit. La desaparició de la veritat científica ha fet desaparèixer, als nostres ulls, la veritat mateixa, acostumats com estem a prendre l'una per l'altra. Des que la veritat desapareix, tot seguit la utilitat n'ocupa el lloc, car l'home adreça l'esforç sempre a algun bé. Però, aquesta utilitat, llavors, la intel·ligència ja no té la qualitat de definir-la ni de jutjar-la, només té la llicència de servir-la. D'àrbitre que era, la intel·ligència esdevé serventa, i els desigs li donen ordres. A més, l'opinió pública esdevé mestressa sobirana dels pensaments, en comptes de la consciència, car l'home sotmet sempre els pensaments a un control superior, sigui en valor, sigui en poder. Som aquí, avui. Tot s'adreça a la utilitat, sense que ningú pensi a definir-la; l'opinió pública regna sobiranament, tant en el poble dels científics com en les grans nacions. És com si haguéssim tornat a l'època de Protàgores i els sofistes, l'època en què l'art de persuadir, de què eslògans, publicitat, propaganda per mitjà de reunions públiques, diaris, cinema i ràdio en són l'equivalent modern, feia el paper de pensament, regulava la sort de les ciutats, duia a terme els cops d'Estat. Així, el IXè llibre de la *República* de Plató sembla descriure els fets contemporanis. Però no és pas Grècia, el que avui és en joc, sinó el globus terrestre. I ens falten Sòcrates, Plató, Eudox, la tradició pitagòrica, l'ensenyament dels Misteris. Tenim la tradició cristiana, però res no pot fer, per nosaltres, mentre no hi torni a ser viva, en nosaltres.

De feia molt, ja, en tots els dominis, sense excepció, els guardes titulars dels valors espirituals els havien deixat degradar, per pròpia insolvència i sense pressió exterior. Una mena de por ens impedeix de reconèixer-ho, com si fent-ho ens arrisquéssim a atemptar justament contra aquests valors; però, ben lluny d'això, en el període potser molt llarg de dolor i humiliació en què ens hem ficat, només podrem retrobar un dia el que ens manca si sentim amb tota l'ànima fins a quin punt ens la mereixem, la nostra sort. Veiem la força de les armes asservir com més va més la intel·ligència, i el sofriment fa avui que aquest asserviment sigui sensible a tothom; però la intel·ligència ja s'havia deixat rebaixar

a l'estat de servitud, abans de tenir ningú a qui obeir. Si algú se'n va al mercat a exposar-se com a esclau, ¿té res d'estrany que trobi amo?

La tempesta que ens envolta ha desarrelat els valors, n'ha desfet la jerarquia, i els posa tots en qüestió per a pesar-los en la balança sempre errada de la força. Almenys nosaltres, tot aquest temps, posem-los, també nosaltres, tots en qüestió, cadascú pel seu compte, pesem-los dins nostre en el silenci de l'atenció, i desitgem que ens sigui acordat de, de la nostra consciència, fer-ne una balança justa.

Notes del traductor:

Aquest text, Simone Weil l'escrigué, a Marsella, el novembre del 1941. Fou publicat com a article al número 251 dels Cahiers du Sud, el desembre de 1942, amb el títol "Réflexions à propos de la théorie des quanta".

Ve a ser la continuació de l'assaig inacabat *La science et nous*.

- 1 Ací l'edició diu, erròniament, "d'aquesta alçada", en comptes de "de l'espai recorregut pel pla inclinat".
- 2 Ací l'edició diu, erròniament, "el pas d'un estat més probable a un de menys probable", en comptes de "el pas d'un estat menys probable a un de més probable".
- 3 Ací l'edició diu, ambigüament, "de relacions numèriques", en comptes de "de relacions entre nombres enters".