

## O VPLIVU FILOZOFSKIH KONCEPTOV NA RAZVOJ ZNANSTVENIH TEORIJ\*

Alexandre Koyré

V razpravi, ki smo jo pravkar slišali, nam je gospod Philip Frank<sup>1</sup> razložil, da razlogov za ali proti sprejetju določenih znanstvenih teorij ni mogoče vedno zvesti na razmišljanje o *tehnični* vrednosti teorije, se pravi, na njeno zmožnost, da nam ponudi koherentno razlago pojavov, ki jih obravnava, ampak je sprejetje pogosto odvisno od številnih drugih dejavnikov.

Tako denimo v primeru kopernikanske astronomije ni bilo treba izbirati samo med preprostejšo teorijo nebesnih gibanj in neko drugo, bolj zapleteno, ampak tudi med fiziko, ki se je zdela preprostejša (Aristotelova fizika), in neko drugo, ki se je zdela bolj zapletena, med zaupanjem čutnemu zaznavanju – kar je tako dobro opazil Bacon<sup>2</sup> – in zavrnitvijo le-tega v prid neke teoretične spekulacije itn.

Popolnoma se strinjam z gospodom Frankom. Obžalujem samo, da ni šel dovolj daleč in da v svoji analizi ni govoril o vplivu filozofske podstrukture ali »horizonta« vzporednih teorij. Pravzaprav sem globoko prepričan, da je bila vloga te »filozofske podstrukture« izjemnega pomena in da je bil vpliv filozofskih konceptov na razvoj znanosti prav tako velik kot vpliv znanstvenih konceptov na razvoj filozofije. Lahko bi navedli številne primere tega vpliva. Enega najboljših, ki vam ga bom na kratko predstavil, nam je dalo postkopernikansko obdobje znanosti, obdobje, ki ga imamo navadno za obdobje *izvorov moderne znanosti*, se pravi znanosti, ki je v evropski misli prevladovala, *grosso modo*, skoraj tri stoletja, od Galileia do Einsteina in Plancka ali Nielsa Bohra.

---

\* Predavanje na zborovanju American Association for the Advancement of Science v Bostonu, 1954; cf. *The Scientific Monthly*, 1955. [Prev. po: A. Koyré, »De l'influence des conceptions philosophiques sur l'évolution des théories scientifiques«, v: *Études d'histoire de la pensée philosophique*, Gallimard, Pariz 1971, str. 253–269.]

<sup>1</sup> *The Scientific Monthly*, 1955.

<sup>2</sup> Na podlagi tega Bacon zavrne kopernikanizem.

Torej mi ni treba razlagati, da imam to izpustitev Philipa Franka za zelo resno in velikega obžalovanja vredno. Toda, če smo čisto odkriti, je precej običajna. Kajti, če veliko govorimo o vplivu znanstvene misli na razvoj filozofskih konceptov, in to upravičeno, saj je očiten in gotov – spomniti se je samo treba imen, kot so Descartes, Leibniz, Kant – pa, nasprotno, govorimo veliko manj, ali skoraj nič, o vplivu filozofije na razvoj znanstvene misli. Razen če, kot včasih počnejo pozitivistično usposobljeni zgodovinarji, se ta vpliv ne omenja zato, da bi nas poučili, da je filozofija že od nekdaj dejansko vplivala na znanost in v njej celo prevladovala ter da natanko temu antična in srednjeveška znanost dolguje svojo sterilnost. Po znanstveni revoluciji sedemnajstega stoletja pa se je znanost uprla tiraniji te domnevne *regine scientiarum* in njen napredek je sovpadel prav z njeno čedalje večjo osvoboditvijo in postavitvijo na trdno empirično podlago. Osvoboditev se ni zgodila na mah – joj, pri Descartesu in celo Newtonu še vedno najdemo ostanke metafizične spekulacije in treba je bilo počakati na devetnajsto stoletje, ali celo dvajseto, da so popolnoma izginili – toda vseeno se je zgodila, po zaslugi Bacona, Augusta Comta, Ernsta Macha in dunajske šole.

Določeni zgodovinarji so šli še dlje in govorijo nam, da znanost kot taka – vsaj moderna znanost – v osnovi ni bila nikoli zares povezana s filozofijo. Tako nam gospod E. Strong v svojem dobro znanem delu *Procedure and Metaphysics* (Berkeley, 1936) razlaga, da filozofski predgovori in uvodi velikih ustvarjalcev moderne znanosti v njihova dela najpogosteje niso nič drugega kot vljudnostne ali predpisane geste, izrazi konformističnega strinjanja z duhom časa, in da celo tam, kjer razkrivajo iskrena in globoka prepričanja, niso nič bolj pomembni, nič bolj povezani s *postopki*, se pravi s pravim delom teh velikih osebnosti, kot njihova religiozna prepričanja ...

Gospod E. A. Burt, avtor slavnega dela *Metaphysical Foundations of Modern Physical Science* (London, 1925), je skoraj edini, ki priznava pozitiven vpliv in pomembno vlogo filozofskih konceptov pri razvoju znanosti. A tudi gospod Burt v njih ne vidi nič drugega kot podporo, gradbene odre, ki učenjaku pomagajo oblikovati in formulirati njegove znanstvene koncepte in ki jih je mogoče odstraniti, ko je teoretična konstrukcija dosežena, in jih prihodnje generacije tudi dejansko odstranijo.

Torej, ne glede na to, kakšne so paraznanstvene ali ultraznanstvene ideje, ki so vodile kakega Keplerja, Descartesa, Newtona ali celo Maxwella proti odkritjem, so konec koncev le malo pomembne ali sploh ne. Šteje le dejansko odkritje, postavljen zakon, zakon planetarnih gibanj, ne pa harmonija sveta, ohranitev gibanja in ne božanska nespremenljivost ... Kot je rekel Heinrich Herz: »Maxwellova teorija, to so Maxwellove enačbe.«

Lahko bi rekli, da imajo po gospodu Burtu metafizične podstrukture ali

temelji v razvoju znanstvene misli vlogo, podobno vlogi, ki jo imajo v njej podobe po epistemologiji Henrija Poincaréja.

To bi že znalo biti zanimivo. Sam menim, da o podobah ne bi smeli preveč slabo govoriti. Kar me pravzaprav preseneča, ni to, da se ne ujemajo natančno s teoretično realnostjo ... nasprotno, preseneča me, da se ujemajo tako dobro in da znanstvena domišljija – ali intuicija – ustvarja tako lepe, da tako globoko prodre v področja (to vidimo vsak dan znova) – v atom in celo njegovo jedro – ki so se zanjo spočetka zdela popolnoma zaprta. Tako vidimo, da se k podobam vračajo celo tisti – kot Heisenberg – ki so jih najprej popolnoma zavrgli.

Dopustimo torej, skupaj z gospodom Burttom, da filozofski razmisleki niso nič drugega kot gradbeni odri ... Ker le redko vidimo, da bi hiše postavljali brez njih, nas Burttova primerjava lahko pripelje do zaključka, ki je diametralno nasproten njegovemu, namreč, da so ti gradbeni odri absolutno potrebni, da konstrukcijo podpirajo in jo omogočajo.

Znanstvena misel jih nedvomno lahko *post factum* zavrže. A morda le zato, da jih nadomesti z drugimi. Ali pa jih pusti zdrseti v pozabo, v nezavedno stvari, o katerih ne razmišljamo več – kot o slovničnih pravilih, ki jih pozabimo sprti, ko se učimo jezika, in ki izginajo iz zavesti v istem trenutku, ko v njej najbolj prevladujejo.

In če se vrnemo h gospodu Strongu, dovolj očitno je, da Faradayevega dela ne moremo več razlagati z njegovo pripadnostjo obskurni sekti sandemancev, kot tudi ne Gibbsovega z njegovim prezbiterjanstvom, Einsteinovega z judaizmom ali dela Louisa de Broglieja z njegovim katolicizmom (nepremišljeno bi bilo zanikati *vsak* vpliv, poti duha so namreč tako čudaške in tako ne-logične!); in prav mogoče je, da filozofsko-teološke trditve velikih učenjakov sedemnajstega in osemnajstega stoletja pogosto niso vredne prav nič več kot analogne trditve naših sodobnikov, ki trdijo, da so našli svetlobo v dialektičnem materializmu ali genialnih delih velikega Stalina. A to prav gotovo ne drži vedno. Preprosto – ali vsaj mogoče – bi bilo na primer pokazati, da velika bitka, ki prevladuje v prvi polovici osemnajstega stoletja, bitka med Leibnizom in Newtonom, v končni fazi izvira iz teološko-metafizične opozicije in da to ni opozicija dveh nečimrnosti ali celo dveh tehnik, ampak popolnoma preprosto dveh filozofij.<sup>3</sup>

Zgodovina znanstvene misli nas torej uči (poskusil bom vsaj to pokazati):

---

<sup>3</sup> Cf. moje delo *From the Closed World to the Infinite Universe*, Baltimore, 1957. [Slov. prev.: *Od sklenjenega sveta do neskončnega univerzuma*, prev. B. Kante, ŠKUC in FF, Ljubljana 1988.]

- 1) da znanstvena misel ni bila nikoli popolnoma ločena od filozofske misli;
- 2) da so velike znanstvene revolucije vedno določali preobrati ali spremembe filozofskih konceptov;
- 3) da se znanstvena misel – govorim o fizikalnih znanostih – ne razvija *in vacuo*, ampak je vedno v nekem okviru idej, temeljnih načel, aksiomatskih dokazov, o katerih običajno menimo, da so lastne filozofiji.

S tem seveda nočem zanikati pomena odkritja novih dejstev in ne pomena tehnike, pa tudi ne avtonomije in celo avtologije razvoja znanstvene misli. Ampak to je neka druga zgodba, o kateri danes ne nameravam govoriti.

Vprašanje, ali je bil vpliv filozofije na razvoj znanstvene misli dober ali slab, po pravici rečeno, *ali* nima velikega pomena, ker sem pravkar potrdil, da je prisotnost nekega razpoloženja in filozofskega okvira nepogrešljiv pogoj za sam obstoj znanosti, *ali* pa ima globok pomen, ker bi nas pripeljalo do problema napredka – ali propada – same filozofije.

Pravzaprav, če bi odgovorili, da imajo dobre filozofije dober vpliv in slabe manj dobrega, bi padli med Scilo in Karibdo, ker bi bilo treba vedeti, katere so dobre ... In če bi sodili po njihovih sadovih, kar je precej naravno, bi morda prišli v neke vrste začarani krog, kar nam je pokazal Descartes v nekem podobnem primeru.

Poleg tega se je treba varovati prenašnjih sodb – kar je bilo včeraj občudovanja vredno, danes morda ne bo, in, nasprotno, kar je bilo včeraj smešno, danes morda sploh ne bo. Zgodovina nam kaže primere takih *corsi e ricorsi*, ki so zares neverjetni, in če nas v nobenem primeru ne uči *ἐποχή*, nas prav gotovo uči previdnosti.

Lahko bi mi kdo ugovarjal – opravičujem se, ker se tako dolgo ustavljam pri uvodnih mislih, dejansko se mi zdijo zelo pomembne – da četudi bi imel prav, če bi torej dokazal, in do sedaj sem to samo trdil, da je razvoj filozofske misli vplival na razvoj znanstvene misli in je ni oviral, bi to veljalo samo za preteklost, nič pa nas ne bi naučilo o sedanjosti ali prihodnosti.

Skratka, edini poduk zgodovine bi bil, da iz nje ne moremo potegniti nobenega poduka. Poleg tega, kaj je zgodovina, predvsem zgodovina znanstvene ali tehnične misli? Pokopališče napak ali celo zbirka *monstra*, ki so jih upravičeno odrinili v ropotarnico in ki so dobri le za uničenje. *A graveyard of forgotten theories* ali celo poglavje iz *Geschichte der menschlichen Dummheit*. Tak odnos do preteklosti – ki je sicer bolj odnos tehnika kot velikega misleca ustvarjalca – je, priznajmo, precej običajen, ni pa čisto neogiben. In še manj upravičen. Dokaj običajno je, da se tistemu, ki s stališča sedanjosti ali celo prihodnosti, proti kateri je obrnjen v svojem delu, pogleda preteklost – preteklost, ki je že davno *presežena* – stare teorije zdijo kot nerazumljive pošasti,

smešne in skažene. Ker se vrača v toku časa, jih pravzaprav sreča v trenutku njihove smrti, ostarele, izsušene, otrdele. Vidi *Lepo čeladarico*, kot nam jo je predstavil Rodin. Samo zgodovinar jo najde v najlepši in najbogatejši mladosti, v vsem sijaju svoje lepote, samo zgodovinar, ko poustvarja razvoj znanosti in mu sledi, zgrabi teorije preteklosti ob njihovem rojstvu in z njimi doživlja ustvarjalni zagon *misli*.

Obrnimo se torej k zgodovini.

Znanstvena revolucija sedemnajstega stoletja, dobe rojstva moderne znanosti, ima tudi sama dokaj zapleteno zgodovino. Ker sem jo obravnaval v vrsti del, si bom tu dovolil biti kratek. Opisal jo bom torej z naslednjima potezama:

- a) uničenje kozmosa, torej zamenjava končnega sveta ter Aristotelovega in srednjeveškega hierarhično urejenega sveta z neskončnim univerzumom, ki ga povezujeta identičnost sestavnih elementov in enotnost njegovih zakonov;
- b) geometrizacija prostora, torej zamenjava Aristotelovega konkretnega prostora (celote »mest«) z abstraktnim prostorom evklidske geometrije, ki bo odslej razumljen kot realen.

Lahko bi dodali – ampak to pravzaprav sledi iz povedanega – zamenjava koncepta gibanja-stanja z gibanjem-procesom.<sup>4</sup>

Aristotelovi kozmološki in fizikalni koncepti so v splošnem na zelo slabem glasu. Po moje je to mogoče razložiti predvsem:

- a) z dejstvom, da se je moderna znanost rodila v opoziciji z Aristotelovo in v boju z njo;
- b) z zgodovinsko tradicijo in vrednostnimi sodbami zgodovinarjev osemnajstega in devetnajstega stoletja, ki vztrajajo v naši zavesti. Tem, za katere so bili newtonski koncepti ne le resnični, ampak celo očitni in naravni, se je sama ideja končnega kozmosa zdela smešna in absurдна. Mar se niso norčevali iz Aristotela, ker je svetu pripisal določene dimenzije, ker je mislil, da se telesa lahko gibljejo, ne da bi jih vlekle ali potiskale zunanje sile, ker je menil, da je krožno gibanje neka vrsta posebej pomembnega gibanja in ker ga je poimenoval naravno gibanje!

Danes vemo – nismo pa še *sprejeli* in *priznali* – da vse to morda ni bilo tako smešno in da je imel Aristotel bolj prav, kot si je sam mislil. Predvsem se zdi, da je krožno gibanje dejansko posebno razširjeno v svetu in posebej pomembno; vse se obrača in vrti, galaksije in meglice, zvezde, sonca in planeti, atomi in elektroni ... zdi se, da celo fotoni niso izjema v tem pravilu.

---

<sup>4</sup> [*Mouvement-état, mouvement-processus*. Op. prev.]

Kar pa zadeva spontano gibanje teles – od Einsteina naprej dobro vemo, da lokalna ukrivljenost prostora lahko povzroči tovrstna gibanja, prav tako vemo, ali mislimo, da vemo, da naš univerzum nikakor ni neskončen – čeprav nima meja, nasprotno od tega, kar je mislil Aristotel – in da zunaj tega univerzuma ni absolutno ničesar, prav zato ker ni nekega »zunaj« in ker je ves prostor »notri«.

Prav to nam pravi Aristotel, ki na razpolago ni imel virov riemannovske geometrije in ki se je omejil na trditev, da zunaj sveta ni *ničesar*, ne *polnega* ne *praznega*, in da so vsa mesta, se pravi *ves prostor*, v *notranjosti* ali notri.<sup>5</sup>

Aristotelaska koncepcija ni matematična koncepcija – tu je njena šibkost, a tu je tudi njena moč – to je metafizična koncepcija. Aristotelov svet nima geometrične ukrivljenosti; je, če lahko temu tako rečemo, metafizično ukrivljen.

Ko nam današnji kozmologi poskušajo razložiti strukturo einsteinovskega ali posteinsteinovskega sveta, skupaj z njegovim prostorom, ki je ukrivljen in končen, čeprav brez meja, nam skoraj vedno pravijo, da so to precej težki matematični koncepti in da jih tisti med nami, ki nimamo potrebne matematične izobrazbe, ne bomo mogli razumeti, kot je treba. Kar je nedvomno res. A vendarle je precej zabavno omeniti, da so srednjeveški filozofi, ko so laikom ali svojim učencem razlagali Aristotelovo kozmologijo, govorili nekaj podobnega, namreč, da imajo opravka z zelo težkimi metafizičnimi koncepti in da jih tisti, ki nimajo zadostne filozofske izobrazbe in ki se ne morejo dvigniti nad geometrično misel, ne bodo mogli razumeti in bodo kar naprej zastavljali (neumna) vprašanja, kot na primer: kaj je zunaj sveta? Ali tudi: kaj bi se zgodilo, če bi skozi zadnjo površino nebeškega svoda porinili palico?

Realna težava aristotelске koncepcije je v nuji umestiti evklidsko geometrijo v notranjost neevklidskega univerzuma, v metafizično ukrivljen in fizikalno diferenciran prostor. Priznajmo si, da to Aristotela ni zaposlovalo. Kajti geometrija zanj ni bila temeljna znanost o realnem, ki bi izražala njegovo bistvo in globoko strukturo; to je bila abstraktna znanost in le pomagalo za fiziko, znanost o tem, kar je.

Zaznavanje in ne matematična spekulacija, izkustvo in ne geometrično razmišljanje *a priori* – to je bil zanj temelj prave znanosti realnega sveta.

Nasprotno pa je bila situacija veliko težja za Platona, ki je poskušal povezati idejo kozmosa s poskusom ustvariti svet nastajanja, gibanja in teles, izhajajoč iz praznine ali čistega prostora ( $\chi\acute{\omega}\rho\alpha$ ), ki je popolnoma in v celoti

<sup>5</sup> Cf. »Le vide et l'espace infini au XIV<sup>e</sup> siècle«, *Archives d'histoire doctrinale et littéraire du Moyen Age*, 1949. Gl. A. Koyré, *Études d'histoire de la pensée philosophique*, Gallimard, Pariz 1971, str. 37 sl.

geometriziran. Izbira med tema dvema koncepcijama – kozmičnega reda in geometričnega prostora – je bila neogibna, čeprav se je zgodila zelo pozno, prav v sedemnajstem stoletju, ko so ustvarjalci moderne znanosti vzeli geometrizacijo prostora zares in morali zavriniti koncepcijo kozmosa.

Popolnoma jasno se mi zdi, da te revolucije, ki je nadomestila kvalitativni svet zdrave pameti in vsakdanjega življenja z arhimedovskim svetom postvarjene geometrije, ni mogoče razložiti z vplivom bogatejšega ali večjega izkustva, kot so ga imeli stari – Aristotel – na voljo.

Pravzaprav, kot je že pred časom pokazal P. Tannery, se je aristotelska znanost, prav zato, ker je temeljila na čutnem zaznavanju in je bila realno *empirična*, bolje ujemala z obćim *izkustvom* kot znanost Galileia in Descartesa. Konec koncev težka telesa *naravno* padajo navzdol, ogenj se *naravno* usmerja navzgor, Sonce in Luna vzhajata in zahajata, vržena telesa se neskončno ne gibljejo premočrtno ... Inercijsko gibanje gotovo ni stvar izkustva, ki mu pravzaprav vselej oporeka.

Očitno neskončnost prostora ne more biti predmet izkustva. Neskončnega, kot je pripomnil že Aristotel, ni moč preiti niti podati. V primerjavi z večnostjo je milijarda let kot nič, v primerjavi z neskončnostjo prostora svetovi, ki so nam jih razkrili teleskopi – tudi tisti na Palomarju – niso večji kot svetovi Grkov. Torej je neskončnost prostora bistveni element aksiomatične podstrukture moderne znanosti; implicirana je v njenih zakonih gibanja, še posebej v zakonu inercije.

Končno, »izkustva«, na katera se sklicujejo pobudniki moderne znanosti, in še zlasti njihovi zgodovinarji, ne *dokazujejo* ničesar, ker: a) taka, kot so – to sem pokazal v svoji študiji o merjenju pospeška v sedemnajstem stoletju<sup>6</sup> – so vse prej kot natančna; b) da bi bila veljavna, zahtevajo hipotezo o neskončnem; in c) morala nam bi domnevno pokazati obstoj nečesa – inercijskega gibanja – ki ga nihče ne le ne more opazovati in ga tudi nikoli ne bo mogel, ampak ki je poleg tega popolnoma in absolutno nemogoče.

Rojstvo moderne znanosti soobstaja z neko preobrazbo – mutacijo – filozofske držje, z nekim preobratom vrednosti, pripisane intelektualni vednosti, v primerjavi s čutnim izkustvom, z odkritjem pozitivnega značaja pojma neskončnega. Prav tako je popolnoma primerno, da je bila infinitizacija univerzuma – »prelom kroga«, kot je temu rekla Miss Nicolson,<sup>7</sup> ali »razpok sfere«, kot temu raje rečem sam – delo čistega filozofa, Giordana Bruna, in da ji je iz znanstvenih – empiričnih – razlogov divje oporekal Kepler.

<sup>6</sup> »An Experiment in Measurement«, *American Philosophical Society Proceedings*, 1953.

<sup>7</sup> *The Breaking of the Circle*, Evanston, 1950. Cf. mojo *From the Closed World to the Infinite Universe*.



Nedvomno Giordano Bruno ni zelo velik filozof. Je klavrn znanstvenik. In razlogi, ki nam jih podaja v prid neskončnosti prostora in intelektualnega primata neskončnega, niso preveč prepričljivi (Bruno ni Descartes). A vendarle to ni edini primer – obstajajo številni, ne le v filozofiji, pač pa tudi v čisti znanosti: spomnimo se na Keplerja, Daltona ali celo Maxwella – kjer napačno sklepanje, torej nepravilne premise, vodi v izjemno pomembne rezultate.

Revolucija sedemnajstega stoletja, ki sem ji nekoč rekel »Platonovo povračilo«, je bila pravzaprav učinek neke povezave – povezave Platona z Demokritom. Kakšna čudna povezava! Pri moji veri, se v zgodovini zgodi, da se sultan poveže s krščanskim kraljem – sovražniki naših sovražnikov so naši prijatelji – ali, če se vrnemo v zgodovino filozofsko-znanstvene misli, kaj je bolj čudnega kot bolj nedavna zveza Einsteina in Macha?

Demokritovi atomi v Platonovem – ali Evklidovem – prostoru: dobro razumemo, da je Newton potreboval boga, da je lahko ohranil povezavo med sestavnimi elementi svojega univerzuma. Prav tako dobro razumemo tudi nenavaden značaj tega univerzuma – vsaj *mi ga* dobro razumemo; devetnajsto stoletje je bilo nanj preveč navajeno, da bi lahko videlo vso nenavadnost – katerega materialni elementi, predmeti neke teoretične hipoteze, so potopljeni v nujno in večno nebit, predmet neke apriorne vednosti, absolutnega prostora, *ne da bi ta vplival nanje*. Prav tako razumemo strogo implikacijo tega absolutnega ali *teh* absolutov – absolutnega prostora, časa, gibanja – ki so strogo nespoznavni, razen s čisto mislijo, z relativnimi danostmi – relativnim časom, prostorom, gibanjem – ki so nam edino dostopne.

Moderna znanost, newtonska znanost, je nerazdružljivo povezana s koncepti absolutnega prostora, absolutnega časa, absolutnega gibanja. Newton, ki je bil prav tako dober metafizik kot fizik ali matematik, je to dobro uvidel. Prav tako tudi njegova velika učenca MacLaurin in Euler ter največji med njimi, Laplace: samo na teh temeljih so *Axiomata seu leges motu* veljavna in celo smiselna.

Poleg tega nam je protidokaz priskrbela zgodovina. Zadošča citirati Hobbesa, ki ne sprejema obstoja prostora, ločenega od teles, in tako ne razume nove, galilejske, kartezijske koncepcije gibanja. Ampak Hobbes je morda slab primer. V matematiki ni ravno močan. John Wallis ni nekoč zaman dejal, da bi bilo enostavneje naučiti gluhonemega govoriti kot dopovedati doktorju Hobbesu pomen geometričnega dokaza. Leibniz, čigar matematični genij je *nulli secundus*, je boljša priča. Toda, čudna stvar, v tej dinamiki je Hobbes Leibnizov vzor. To pa zato, ker Leibniz, tako kot Hobbes, ni nikoli priznal obstoja absolutnega prostora in torej ni mogel razumeti pravega pomena načela inercije. To je bil morda nekakšen *blessing in disguise*: kako bi si sicer lahko sicer zamislil načelo minimalnega delovanja? Končno bi lahko na-



vedli samega Einsteina: jasno je, da negacija absolutnega gibanja in prostora v einsteinovski fiziki takoj pripelje s sabo negacijo načela inercije.

A vrnimo se k Newtonu. Pravi nam, da je mogoče, da v svetu ni niti enega telesa, ki bi resnično mirovalo, in da ga poleg tega ne bi mogli razločiti od telesa v enakomernem gibanju. Prav tako je res, da ne moremo in nikoli ne bi mogli – čeprav se zdi, da je Newton to nekako upal – določiti absolutnega (enakomernega) gibanja nekega telesa, njegovega gibanja v razmerju do prostora, ampak samo njegovo relativno gibanje, se pravi gibanje v razmerju do drugih teles v absolutnem gibanju – kolikor gre za enakomerna gibanja in ne za pospeške – o katerem vemo prav tako malo kot o tistem prvega telesa. Ampak ugovor pojmom absolutnega prostora, časa, gibanja se ne skriva tu; to je, nasprotno, neizprosna posledica njihove strukture. Poleg tega je jasno, da je v newtonskem svetu neskončno nemogoče, da bi telo kdaj absolutno mirovalo, in prav tako nemogoče, da bi bilo kdaj v enakomernem gibanju. A newtonska znanost mora uporabljati te pojme.

V newtonskem svetu in newtonski znanosti – nasprotno od tega, kar je mislil Kant, ki ju ni prav razumel, a s svojo napačno interpretacijo odprl pot novi epistemologiji in metafiziki, mogočim temeljem neke nenevtonske znanosti – niso pogoji vednosti tisti, ki določajo pogoje pojavne biti predmetov te znanosti – ali bivajočih stvari – ampak, nasprotno, objektivna struktura biti določa vlogo in vrednost naših zmožnosti spoznavanja. Ali, če uporabimo staro Platonovo formulacijo: v newtonski znanosti in newtonskem svetu merilo stvari ni človek, ampak Bog. Newtonovi nasledniki so lahko to pozabili, lahko so bili prepričani, da ne potrebujejo več hipoteze o Bogu, odslej nepotrebne gradbenega odra za konstrukcijo, ki je stala sama zase, a so se zmotili; brez božje podpore se je newtonski svet izkazal za nestabilnega in krhkega. Za prav tako nestabilnega in krhkega kot Aristotelov svet, ki ga je nadomestil.

Interpretacija zgodovine in strukture moderne znanosti, ki sem jo očrtal, ni *communis opinio doctorum*, vsaj ne še, a zdi se mi, da bo to postala. A nismo še tam. Pravzaprav je najpogostejša interpretacija precej drugačna. Še vedno je to pozitivistična, pragmatistična interpretacija.

Zgodovinarji pozitivističnega nagnjenja ob Galileievem in Newtonovem delu radi poudarjajo njun eksperimentalni, empiristični, fenomenološki vidik ali plat; njuno odpoved iskanja vzrokov v prid iskanja zakonov, opustitev vprašanja *zakaj* in nadomestitev z vprašanjem *kako*.

Ta interpretacija seveda ni brez zgodovinskih temeljev; vloga izkustva, natančnejše eksperimenta, v zgodovini znanosti je očitna; dela Gilberta, Galileia, Boyla itn. so polna hvalnic plodnosti eksperimentalnih metod v nasprotju s sterilnostjo spekulacije. In kar zadeva raziskovanje zakonov, ki ima prednost

pred raziskovanjem vzrokov: vsi poznamo slavni odlomek iz dela *Discorsi*, v katerem nam Galilei razlaga, da bi bilo *nekoristno* in odvečno razpravljati o vzročnih teorijah težnosti, ki jih predlagajo njegovi sodobniki in predhodniki, ker nihče ne ve, kaj je težnost – ki je samo beseda – in da bi se bilo veliko bolje zadovoljiti z vzpostavitvijo matematičnega zakona prostega pada.

In vsi poznamo tudi odlomek iz nič manj slavnega dela *Principia*, v katerem nam Newton, glede iste težnosti, ki je medtem postala univerzalna privlačna sila, pravi, da do sedaj ni mogel odkriti vzroka »lastnosti težnosti [izhajajoč] iz pojavov« in da o tem ne »dela« razlagalnih hipotez, »kajti tistemu, kar ni deducirano iz pojavov, moramo reči hipoteze, in za hipoteze, tako fizične kot metafizične, mehanične ali [tiste, ki postavljajo] okultne kvalitete, ni prostora v eksperimentalni filozofiji. V tej filozofiji so posamezne propozicije izpeljane iz pojavov in nato posplošene z indukcijo«. Z drugimi besedami, razmerja, ugotovljena z izkustvom, preko indukcije postanejo zakoni.

Ni presenetljivo, da se velikemu številu zgodovinarjev in filozofov ta na zakone osredotočeni,<sup>8</sup> fenomenološki, z eno besedo pozitivistični, vidik moderne znanosti zdi kot njeno bistvo, ali vsaj kot njen *proprium*, in da ga zoperstavljajo realistični in deduktivni znanosti srednjega veka in antike.

Tej interpretaciji pa bi le želel ugovarjati:

- a) v težnjo moderne znanosti osredotočati se na zakone ne gre dvomiti, poleg tega je bila izjemno plodna, ko je učenjakom osemnajstega stoletja omogočila, da so se posvetili matematičnemu študiju temeljnih zakonov newtonovskega univerzuma – študiju, ki doseže svoj vrh v občudovanja vrednem delu Lagrangea in Laplacea – čeprav je treba po pravici povedati, da so enega teh zakonov, namreč zakon privlačnosti, oni spremenili v *vzrok* in *silo* – njegov *fenomenološki* značaj je precej manj očiten; zakoni, ki vzročno niso razloženi, ali jih ni mogoče razložiti, pravzaprav povezujejo  $\nu\eta\tau\acute{\alpha}$  in ne  $\phi\alpha\iota\nu\acute{o}\mu\epsilon\nu\alpha$ . To pravzaprav niso telesa našega skupnega izkustva, ampak abstraktna telesa, delci in atomi newtonskega sveta, ki so *relata* ali *fundamenta* matematičnih razmerij, ki jih je vzpostavila znanost;
- b) pozitivistična samointerpretacija in samoomejevanje znanosti nikakor nista moderno dejstvo. Vzpostavili so ju že Schiaparelli, Duhem in drugi in sta skoraj stari toliko kot sama znanost in kot vse (ali skoraj vse) stvari so ju izumili Grki. Cilj astronomske znanosti, so razlagali aleksandrinski astronomi, ni odkriti pravega mehanizma gibanj planetov, ki ga sicer niti ne moremo spoznati, ampak le reševati pojave,  $\sigma\acute{\omega}\zeta\epsilon\iota\nu\ \tau\acute{\alpha}\ \phi\alpha\iota\nu\acute{o}\mu\epsilon\nu\alpha$ , s kombiniranjem, na empirični osnovi opazovanj,

<sup>8</sup> [Legaliste. Op. prev.]

sistema sfer in namišljenih gibanj – matematična zvijača – kar nam omogoči izračunati in *napovedati* položaje planetov v skladu s prihodnjimi opazovanji.

V to pragmatistično in pozitivistično epistemologijo se zateče Osiander (leta 1543), da bi z njo zakril revolucionaren vpliv kopernikanskega dela. In natanko tej napačni pozitivistični interpretaciji tako divje ugovarjajo veliki utemeljitelji moderne astronomije, Kepler, ki je postavil *AITIOΛΟΓΕΤΟΣ* celo v naslov svojega velikega dela o Marsu,<sup>9</sup> pa tudi Galilei in celo Newton, ki je, kljub svojemu slavnemu *hypotheses non fingo*,<sup>10</sup> v *Matematičnih načelih filozofije narave* postavil znanost, ki ni le realistična, ampak celo vzročna.

Kajti, čeprav se je – začasno ali celo dokončno<sup>11</sup> – odpovedal raziskovanju *mehanizma produkcije* privlačnosti, čeprav je celo zanikal fizično realnost tega delovanja na daljavo, jo je kljub vsemu postavil kot *realno* – transfizično – silo, ki podpira »matematično silo« njegove konstrukcije. Prednik pozitivistične – fizikalne – znanosti ni Newton. Prednik je Malebranche.

Pravzaprav newtonska drža, ki se odpoveduje fizikalni razlagi privlačnosti in jo postavlja kot dejstvo transfizikalnega delovanja, nima smisla s pozitivističnega vidika. S tega vidika trenutno delovanje na daljavo, kot sta nam razložila nekoč Ernst Mach in nedavno M. P. W. Bridgman, ni sporno: zahtevati časovno ali prostorsko kontinuiteto, pomeni biti omejen s predsodki.

Nasprotno so tako Newton kot njegovi najboljši nasledniki delovanje na daljavo – skozi praznino – vedno imeli za nekaj nemogočega in torej nesprijemljivega in prav to prepričanje, kot sem pravkar omenil, ki se je lahko sklicevalo na avtoriteto samega Newtona, je zavestno navdihovalo delo Eulerja, Faradaya, Maxwella in končno Einsteina.

Dobro vidimo, da to ni pozitivistična drža, ampak, prav nasprotno, drža *matematičnega realizma*, ki leži v izvoru fizike polj, tega novega ključnega koncepta znanosti, katere izjemen pomen nam je tako dobro pokazal Einstein.

Torej se mi zdi mogoče vsaj začasno zaključiti, da nam preučevanje zgodovine kaže:

- a) da je pozitivistična opustitev – resignacija – samo pozicija umika, ki traja samo nekaj časa, in da čeprav človeški duh v iskanju vednosti tu in tam zavzame to držo, je nikoli ne sprejme – vsaj tega še nikoli ni

<sup>9</sup> *Astronomia nova AITIOΛΟΓΕΤΟΣ sive Physica Coelestis, tradita Comentariis de motibus stellae Martis*, 1609.

<sup>10</sup> Cf. moj prispevek »Hypothèse et expérience chez Newton«, *Bulletin de la Société française de Philosophie*, 1956, in I. B. Cohen, *Newton and Franklin*, Philadelphia, 1956.

<sup>11</sup> Dokončno, kolikor gre za raziskovanje razlage *mehanike* privlačnosti; začasno, kolikor bi se lahko omejilo na delovanje *nemehaničnih* – električnih – sil, ki se izmenoma odbijajo in privlačijo.

storil – kot definitivno in dokončno; slej ko prej neha po sili razmer iz tega delati krepost in slaviti svoj poraz. Slej ko prej se vrne na delo in se loti iskanja nekoristne ali nemogoče rešitve problemov, ki se jim je razum odrekel, in poskuša najti vzročno ali realno razlago zakonov, ki jih je postavil in sprejel.

- b) da filozofska drža, ki se *na dolgi rok* izkaže za dobro, ni drža pozitivističnega ali pragmatističnega empirizma, ampak, nasprotno, matematičnega realizma. Na kratko, ne drža Bacona ali Comta, ampak Descartesa, Galileia in Platona.

Mislim, da bi lahko, če bi imel čas, predstavil popolnoma vzporedne primere razvoja, pripeljane z drugih področij znanosti. Lahko bi na primer sledili razvoju termodinamike po Carnotu in Fourierju – znano je, da so prav Fourierjeva predavanja navdihnili Augusta Comta – in videli, kaj je nastalo v Maxwellovih, Boltzmannovih in Gibbsovih rokah, ne da bi pozabili na Duhemov odziv – ki je tako značilen v svojem popolnem neuspehu.

Lahko bi preučevali razvoj kemije, ki je kljub – popolnoma »smiselnim« – nasprotovanjem velikih kemikov nadomestila *zakon* določenih razmerij z atomistično in strukturalistično koncepcijo skrite realnosti in prav tu našla razlago zakona.

Lahko bi analizirali zgodovino periodnega sistema, ki nam jo je pred nekaj časa predstavil moj kolega in prijatelj G. Bachelard kot popoln primer »koherentnega pluralizma«, in videli, kaj je nastalo v rokah Rutherforda, Moseleya in Nielsa Bohra.

Ali celo zgodovino načel ohranjanja, metafizičnih načel, če so obstajala, načel, za vzdrževanje katerih moramo tu in tam postulirati bivajoče stvari – kot je *neutrino* – ki jih nismo opazovali ali jih celo ni bilo mogoče opazovati v obdobju njihove postulatije in katerih obstoj se zdi, da ima en sam cilj, namreč ohranjanje veljavnosti dotičnih načel.

Menim celo, da bi prišli do popolnoma analognih zaključkov, če bi preučevali zgodovino znanstvene revolucije našega časa – menim, da to počasi postaja mogoče.

Nedvomno je filozofska meditacija navdihnila delo Einsteina, o katerem bi lahko rekli, kot za Newtona, da je bil prav toliko filozof kot fizik. Popolnoma jasno je, da je njegovo odločno, celo strastno, zanikanje absolutnega prostora, absolutnega časa, absolutnega gibanja – zanikanje, ki v določenem pomenu nadaljuje tisto, ki sta ga Huygens in Leibniz nekoč zoperstavila istim konceptom – temelji na metafizičnem načelu.

Seveda niso absoluti sami na sebi tisti, ki jih obsojamo. V Einsteinovem svetu in einsteinovski znanosti obstajajo absoluti – skromno jim rečemo nespremenljivke ali konstante – kot je hitrost svetlobe ali skupna energija uni-

verzuma, ki bi kakega newtonca stresli od groze, ampak samo absoluti, ki ne temeljijo na naravi stvari.

Nasprotno, tako absolutni čas kot absolutni prostor, realnosti, ki ju je Newton sprejel brez omahovanja – ker jih je lahko oprl na Boga in utemeljil v Bogu – za Einsteina postaneta slepili brez konsistence in brez pomena, ne zato, kot se je včasih reklo, ker ju je nemogoče opreti na človeka – tudi kantovska interpretacija se mi zdi napačna, tako kot pozitivistična interpretacija – ampak ker so to prazni okviri, brez vsake povezave s tem, kar je v njih. Za Einsteina, kot za Aristotela, sta čas in prostor v univerzumu, ne pa univerzum v njiju. To pa zato, ker ni neposrednega fizičnega delovanja na daljavo – niti Boga, ki bi lahko zapolnil praznino – ker je čas povezan s prostorom in ker gibanje vpliva na stvari, ki se gibljejo. A če ni več Boga, tudi ni več človeka, narava je tista, ki je merilo vseh stvari, kolikor so.

In zato relativnostna teorija – tako slabo poimenovana – potrjuje prav absolutno vrednost zakonov narave, ki so taki – in morajo biti tako formulirani – da so prepoznavni in resnični za vsak spoznavajoči subjekt. Subjekt, se razume, je končen in imanenten svetu, to ni transcendenten subjekt kot Newtonov Bog.

\*

Obžalujem, da tu nisem mogel razviti nekaterih svojih pripomb o Einsteinu. Menim, da sem o njih povedal dovolj, da sem pokazal, da trenutna interpretacija – pozitivistična – njegovega dela nikakor ni ustrezna, in da sem dal slutiti globoki smisel njegovega odločnega nasprotovanja nedeterminizmu kvantne fizike. Tu spet ni subjektivnih preferenc ali miselnih navad, tu so filozofije, ki si nasprotujejo, in s tem je mogoče razložiti, zakaj se tako danes kot v Descartesovem času knjiga fizike začne s filozofsko razpravo.

Kajti filozofija – morda ne tista, ki jo danes poučujejo na fakultetah, ampak enako je bilo v Galileievem in Descartesovem času – je ponovno postala korenina, katere deblo je fizika in katere sad je mehanika.

*Prevedla Valerija Vendramin*