

ETAPE ZNANSTVENE KOZMOLOGIJE*

Alexandre Koyré

Gospod Masson-Oursel nam je pravkar predstavil koncepcije sveta, po katerih človek in svet tvorita nedeljivo enoto, nista ločena in si ne nasprotujeta. Prav gotovo imamo v tem, čemur rečemo znanost – in kozmološka znanost – opraviti z neko popolnoma drugačno držo, z nekim nasprotjem med človekom v svetu in svetom, v katerem živi.

Če bi vzel naslov svojega prispevka dobesedno: znanstvene kozmologije, torej tiste, ki ločitev, in torej dehumanizacijo, kozmosa priženejo do konca, prav zares ne bi imel povedati kaj pomembnega in bi moral takoj začeti z moderno dobo, najbrž z Laplaceom. Kvečjemu bi pod krinko prazgodovine lahko spomnil na koncepcije prvih obdobj grške astronomije, astronomije Aristarha s Samosa, Apolonija, Hiparha; to pa zato, ker so bili kozmološki pojmi, celo tisti, ki jih imamo za znanstvene, zelo redko – skoraj nikoli – neodvisni od pojmov, ki to niso – namreč filozofskih, magičnih in religioznih pojmov.

Ne pri Ptolemaju, ne pri Koperniku, ne pri Keplerju in celo ne pri Newtonu teorija kozmosa ni bila neodvisna od teh drugih pojmov.

Torej bom razumel izraz »znanstvene kozmologije« precej širše, tako da bo lahko zajel nauke mislecev, ki sem jih navedel.

Znanstvene kozmološke teorije nas nujno pripeljejo v Grčijo, saj se zdi, da se je v Grčiji prvič v zgodovini pojavilo nasprotje med človekom in kozmosom, ki vodi v dehumanizacijo slednjega. Nedvomno ni bilo nikoli popolno in v velikih metafizikah, kot sta Platonova in Aristotelova, imamo celo v samem pojmu kozmosa opraviti z idejami o popolnosti, redu, harmoniji, ki ga pre-

* Besedilo, predstavljeno 31. maja 1948 na »Quatorzième Semaine de Synthèse«, *Revue de Synthèse*, Albin Michel, Pariz, nova serija, zv. 29, julij–dec., str. 11–22. [Prev. po: A. Koyré, »Les étapes de la cosmologie scientifique«, v: *Études d'histoire de la pensée philosophique*, Gallimard, Pariz 1971, str. 87–98.]

predajo, ali s platonskim pojmom vladavine sorazmerja tako v kozmičnem kot v družbenem in človeškem, torej s poenotujočimi koncepcijami.

A zdi se mi, da se je prav tu v vsakem primeru rodilo preučevanje kozmičnih pojavov, takih kot so in zaradi njih samih.

Nedvomno bi se lahko vprašali, ali ne bi morali seči še bolj nazaj v času in ali ne bi morali postaviti začetka znanstvene astronomije in kozmologije ne v Grčijo, ampak v Babilonijo. Po mojem obstajata dva razloga, zakaj tega ne storimo. Eden izhaja iz dejstva, da se Babilonci niso nikoli osvobodili astrobiologije, ki jo je omenil gospod Masson-Oursel, in da je Grčiji to uspelo storiti (mogoče je tudi, da astrobiologija v Grčiji ni bila nikakršen izvoren pojav, ampak, nasprotno, pozen pojav, precej kasnejši kot izvor astronomije). Drugi razlog je manj zgodovinski: izhaja prav iz našega pojmovanja znanosti in znanstvenega dela. Če bi priznali neko določeno ultrapozitivistično in ultrapragmatistično koncepcijo, bi morali nedvomno reči, da so začeli Babilonci; pravzaprav so oni opazovali nebo, določili položaj zvezd in naredili njihove kataloge, ko so dan za dnem beležili položaje planetov. Če to skrbno počnete nekaj stoletij, imate na koncu kataloge, ki vam razkrijejo periodičnost planetarnih gibanj in vam za vsak dan v letu omogočajo predvideti položaj zvezd in planetov, ki jih vidite, ko opazujete nebo. To je za Babilonce zelo pomembno, ker je zaradi astrologije od tega predvidevanja položaja planetov odvisno predvidevanje dogodkov, ki se bodo zgodili na Zemlji. Če sta torej predvidevanje in napovedovanje enaka znanosti, potem ni nič bolj znanstvenega kot babilonska astronomija. Če pa v znanstvenem delu vidimo predvsem teoretsko delo in če verjamemo – kot jaz – da ni znanosti, kjer ni teorije, bomo odklonili babilonsko znanost in rekli, da ima znanstvena kozmologija svoje začetke v Grčiji, ker so Grki prvič zasnovali in formulirali intelektualno zahtevo teoretske vednosti: *rešiti pojave*, torej formulirati teorijo, ki razlaga opazljivo danost, kar je nekaj, česar Babilonci niso nikoli storili.

Vztrajam pri besedi »opazljivo«, kajti gotovo je, da je prvi pomen slavnega izraza *σώζειν τὰ φαινόμενα*: razložiti pojave, jih rešiti, torej razkriti podležečo realnost, pod očitnim neredom neposredne danosti odkriti pravo, urejeno in intelegibilno enotnost. Ne gre samo zato – kot nas uči napačna pozitivistična interpretacija, ki je zelo pogosta – da jih povežemo preko nekega izračuna, da bi prispeli do napovedi: gre zares za to, da odkrijemo neko globljo realnost, ki o njih poda razlago.

To je tista stvar, ki je precej pomembna in ki nam omogoča razumeti bistveno razmerje med astronomskimi in fizikalnimi teorijami, ki ga zgodovinarji pogosto zanemarijo. Kajti dejstvo je, da so bila velika odkritja – ali velike revolucije v astronomskih teorijah – vedno povezana z odkritji ali spremembami fizikalnih teorij.

Ne morem orisati, niti zelo na kratko ne, te zgodovine, ki je bila izjemno strastna in poučna. Preprosto bi rad označil nekatere etape matematizacije realnega, kar je pravo astronomovo delo.

Rekel sem že, da se je začela z odločitvijo odkriti intelegibilen red pod neurejenim videzom. Tako pri Platonu najdemo zelo jasno ubeseditev zahtev in predpostavk teoretične astronomije: zvesti gibanja planetov na pravilna in krožna gibanja. Ta program je skoraj izpeljal njegov učenec Evdoks, izpopolnil pa ga je Kalip. Ta dva sta pravzaprav zamenjala nepravilno gibanje tavajočih zvezd z urejenimi gibanji homocentričnih sfer, torej takih, ki so vstavljene druga v drugo.

Veliko so se norčevali – sedaj se manj – iz te grške obsedenosti s krožnim, te želje zvesti vsa nebesna gibanja na krožna gibanja. Kar zadeva mene, ne vem, kaj bi bilo tu smešnega ali neumnega: rotacijsko gibanje je tip pravega in popolnoma izjemnega gibanja, edinega, ki se v končnem svetu večno odvija brez sprememb in prav to so iskali Grki: nekaj, kar bi se večno odvijalo ali ponavljalo. Eternalizem je nekaj zelo značilnega za znanstveno mentaliteto Grkov. Grški teoretiki nikoli ne govorijo o izvoru stvari, če pa že, na zavestno zelo mitičen način. Zdi se, da se ideja, da je krožno gibanje *naravno* gibanje, paradokсно potrjuje danes: Sonce se vrti, meglice se vrtijo, elektroni se vrtijo, atomi se vrtijo, vse se vrti. Kako zanikati, da je to nekaj popolnoma »naravnega«?

Vrnimo se sedaj k tistim, ki so poskušali predstaviti nebesna gibanja kot rezultat vstavljenih sfer, ki se vrtijo druga v drugi. Precej dobro jim je uspelo, razen pojava, ki se ni dal dobro razložiti – zelo pomembno je, da vidimo, kakšno pozornost so Grki posvetili potrebi zares razložiti pojav – namreč spremembe v svetlosti planetov, ki so bili včasih zelo svetli, včasih pa ne, kar je dejstvo, ki ga ne moremo razložiti drugače, kot da priznamo, da se njihova oddaljenost od Zemlje spreminja.

To dejstvo je zahtevalo neko novo razlagalno teorijo, teorijo o epiciklih in ekscentrih, ki jo je izdelala predvsem aleksandrijska šola, Apolonij, Hiparh in Ptolemaj.

Med ti dve teoriji se umešča izjemen posrednik: prvovrsten genij, Aristarh s Samosa, postavi kot pojasnjevalno hipotezo dvojno gibanje Zemlje okoli Sonca in okoli same sebe. Precej nenavadno je, da mu ni nihče sledil. Zdi se, da je imel samo enega učenca. Plutarh pravi: »Aristarh je postavil to teorijo kot hipotezo in Selevk jo je potrdil kot resnico.« Besedilo je pomembno, ker potrjuje željo Grkov in razložek, ki so ga naredili med preprosto računsko hipotezo in fizikalno resnično hipotezo: odkritje resnice.

Aristarh ni bil uspešen in ne ve se zakaj. Včasih menijo, da je ideja gibanja Zemlje premočno nasprotovala verskim koncepcijam Grkov. Mislim, da so

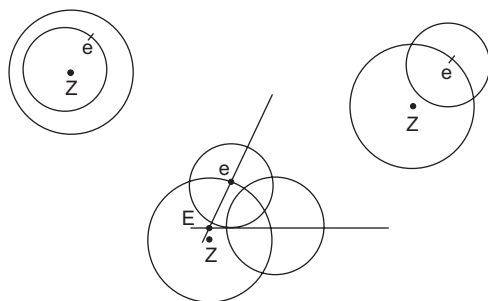
Aristarhov neuspeh določili drugi razlogi, nedvomno isti, ki so po Aristotelu in Ptolemaju vse do Kopernika nasprotovali vsaki hipotezi, ki ni bila geocentrična: gre za nepremagljivost *fizikalnih* ugovorov gibanju Zemlje. Rekel bi, da obstaja neka nujna povezava med stanjem fizike in stanjem astronomije. Antični astronomiji se je krožno (rotacijsko) gibanje Zemlje v prostoru zdelo – moralo se je zdeti – kot da nasprotuje nespornim dejstvom in da oporeka dnevni izkustvi, na kratko, kot fizikalna nemožnost. Še druga stvar je ovirala sprejetje Aristarhove teorije, namreč neizmerna velikost njegovega univerzuma. Kajti če so Grki priznali, da je univerzum precej velik v primerjavi z Zemljo – celo zelo velik! – so se jim dimenzije, ki jih je predpostavila Aristarhova hipoteza, vseeno zdele preveč nepojmljive. Predpostavljam, da je bilo tako, kajti v sedemnajstem stoletju se je številnim pametnim glavam še vedno zdelo nemogoče priznati take razsežnosti. Dejali so tudi – in to je nekaj, kar je čisto razumno – da če bi se Zemlja vrtela okrog Sonca, bi to videli z opazovanjem zvezd stalnic, ker pa ni mogoče vzpostaviti nobene paralakse, se torej Zemlja ne vrti. Priznati, da je nebesni svod tako velik, da paralaks zvezd stalnic ni mogoče opaziti, se je zdelo v nasprotju z zdravim razumom in znanstvenim duhom.

T. i. astronomija epiciklov dolguje svoj izvor velikemu matematiku Apoloniju, razvila pa sta jo Hiparh in Ptolemaj. Svetu je vladala vse do Kopernika in celo še dolgo po njem. Predstavlja enega največjih prizadevanj človeške misli.

Včasih so o Ptolemaju govorili grdo in ga poskušali očrniti v primerjavi z njegovimi predhodniki: menim, da brez razloga. Ptolemaj je naredil, kar je mogel. Če si ni izmislil astronomskih idej svoje dobe, jih je pa razvil; na občudovanja vreden način je izračunal elemente sistema. In če je zavrnil Aristarhov nauk, je to storil iz znanstvenih razlogov.

Na hitro si pogledjmo to teorijo. Dobro so vedeli, da razdalja planetov do Zemlje ni vedno enaka, torej so se planeti na svoji poti morali Zemlji približevati in se od nje oddaljevati. Poleg tega je bilo treba razložiti nepravilnosti njihovih gibanj – zdaj se zdi, da gredo naprej, zdaj se ustavijo, zdaj gredo nazaj – tako so si predstavljali, da se ne vrtijo le po enem krogu, ampak po dveh ali treh, na prvem krogu je očrtan manjši krog ali pa je veliki krog postavljen na manjšega. Nosilni krog se imenuje deferent, nošeni krog epicikel. Da bi poenostavili mehanizem, pa bi lahko tudi zamenjali nosilni krog in nošeni epicikel z enim samim krogom, ki pa mora biti glede na Zemljo razsrediščen, se pravi, če je Zemlja na točki Z, se veliki krog ne vrti okrog Zemlje, ampak okrog točke, ki ji je ekscentrična. Oba načina predstavitve nebesnih gibanj sta popolnoma ekvivalentna in ju je mogoče kombinirati. Epicikel lahko na primer mirno postavimo na ekscenter.

Če postavimo kroge drugega na drugega in jih vrtimo z različnimi hitrostmi, lahko zarišemo katerokoli zaključeno krivuljo. Če jih imamo zadostno število, lahko tudi narišemo, karkoli hočemo: celo ravno črto ali gibanje po elip-si. Očitno je, da je včasih treba nabrati precejšnje število krogov, kar zaplete izračune, ampak to je v teoriji vedno dovoljeno.



Teorija epiciklov je koncepcija take izjemne matematične globine in moči, da je bila potrebna vsa genialnost grških matematikov, da so jo lahko postavili.

V tej teoriji je bila ena sama točka, eno samo dejstvo, ki ga je bilo težko sprejeti: da se število krogov ne bi povečevalo v neskončnost, se je moral Ptolemaj odreči načelu enakomernega krožnega gibanja ali, natančneje, našel je navidezen način, kako uskladiti sprejetje tega načela z nemogućnostjo, da bi mu dejansko sledili. Rekel si je, da bi se lahko rešili iz tega tako, da bi priznali, da je gibanje enakomerno, a ne glede na središče samega kroga – krogi se ne vrtijo enakomerno glede na svoja središča – ampak glede na neko določeno notranjo ekscentrično točko, točko, ki ji je rekel *ekvant*.

To je bila zelo resna stvar, kajti če opustimo načelo enakomernega krožnega gibanja, opustimo fizikalno razlago pojavov. Prav od Ptolemaja naprej naletimo na prelom med matematično astronomijo in fizikalno astronomijo.

Pravzaprav so filozofi in kozmologi še naprej priznavali, da so gibanja nebesnih teles posledica enakomernih gibanj telesnih sfer in hkrati vztrajali pri vrednosti te koncepcije z vidika fizike, matematični astronomi pa so odgovarjali, da jih fizikalni problem ne zadeva in da je njihov cilj določiti položaje planetov, ne da bi se ukvarjali z mehanizmom, ki jih vodi na mesto, ki ga določa izračun.

Sam menim, da se je Ptolemaj odločil za ta prelom med fizikalno astronomijo in matematično astronomijo, ker je verjel astrologiji, in ker je bilo, tako z astrološkega kot tudi praktičnega vidika, pravzaprav brez pomena vedeti, kako planeti fizikalno in realno dospejo do tega mesta. Pomembno je znati izračunati njihove položaje, da bi iz njih znali izpeljati astrološke posledice.

Ob tem problemu se ne morem ustavljati, čeprav je pomemben in razhajanje med obema astronomijama obstaja še zelo dolgo: pravzaprav do Kopernika in Keplerja. Arabski astronomi so v srednjem veku zelo razumno

poskušali vzpostaviti enotnost, tako da so zamenjali Ptolemajeve čisto matematične kroge s sferami ali telesnimi oblami. Krščanski svet jim je sledil. Navajam velikega astronoma Peurbacha, ki mu je uspelo postaviti model planetarnih gibanj (ne da bi ob tem mogel zvesti planetarna gibanja na enakomerne revolucije) in z relativno zelo majhnim številom materialnih sfer razložiti vsa njihova gibanja.

Velika revolucija, ki je prestavila Zemljo iz središča univerzuma in jo porinila v prostor, je bolj nedavna; poleg tega je zelo težko razumeti motive, ki so vodili Kopernikovo misel. Gotovo ga je po eni strani vodil fizikalni motiv. Nemožnost fizikalne, mehanične razlage ptolemajske astronomije, tega slavnega ekvanta, ki je na nebo vpeljal neenakomerno gibanje, se mu je zdela zares nesprejemljiva; tudi njegov učenec Retik nam pravi, da je velika prednost nove astronomije v dejstvu, da nas osvobaja ekvantov, da nam torej končno podaja koherentno podobo kozmične realnosti in ne dveh podob, eno filozofov in drugo matematičnih astronomov, ki se, vrh tega, ne skladata.

Poleg tega je ta nova podoba poenostavila splošno strukturo univerzuma, ko je razložila – in lahko vidite, da gre vedno za isto težnjo: raziskovanje intelegibilne koherentnosti realnega, ki razloži nered čistega pojava – očitne nepravilnosti planetarnih gibanj, ko jih je zvedla na čiste irealne »videze«; pravzaprav se te očitne nepravilnosti (ustavitve, retrogradacije itn.) najpogosteje izkažejo za sekundarne učinke, namreč projekcije gibanj same Zemlje na nebu.

Tretja prednost te teorije je bila sistematična povezava, ki jo je vzpostavila med nebesnimi pojavi, ker je videze, torej podatke iz opazovanj, ki zadevajo različne planete, vsaj deloma razložila z enim samim dejavnikom, namreč gibanjem Zemlje. Iz tega je bilo torej lahko enostavneje sklepati o pravih in realnih gibanjih.

Kako je Kopernik prišel do svoje koncepcije? To je težko reči, ker to, kar nam sam pove, ne pelje k njegovi astronomiji. Pravi nam recimo, da je našel pričevanja, ki zadevajo stare avtorje, ki so poskušali razložiti stvari drugače kot Ptolemaj, ti so namreč predlagali, naj bo Sonce v središču gibanj notranjih planetov (Venere in Marsa), in da si je rekel, da bi lahko poskušali storiti isto za druge.

A to bi vodilo v astronomije take vrste, kot jo je razvil za njim Tycho Brahe. Nenavadno je torej ugotoviti, da tega nihče ni poskušal bolj zgodaj, pred Kopernikom. To je nekaj, kar bi moralo logično biti med Ptolemajem in Kopernikom. To, kar nam pokaže znanstvena misel, ni čisto logično. Da bi razumeli njen razvoj, je treba upoštevati tudi zunajlogične dejavnike. Tako eden od razlogov – najbrž najgloblji – velike reforme astronomije, ki jo je vodil Kopernik, sploh ni bil znanstveni.

Sam menim, da se Kopernik ni ustavil na stopnji Tycha Braheja – če sprejmemo, da je o tem sploh razmišljal – iz estetskega razloga, ali metafizičnega, zaradi harmonije. Sonce je bilo vir svetlobe in svetloba je tisto, kar je na svetu najlepšega in najboljšega, zdelo se mu je, da se prilagaja umu, ki vlada svetu in ga ustvarja, ko postavi to svetilo v središče univerzuma, ki ga mora razsvetljevati. Kopernik to izrecno pove in mislim, da ni razloga, da ne bi verjeli njegovemu oboževanju Sonca; poleg tega je tako velik astronom, kot je Kepler, tisti, ki je zares uveljavil moderno astronomijo, še veliko bolj oboževal Sonce kot Kopernik.

Ne morem si kaj, da ne bi omenil Tycha Braheja, čigar astronomski sistem, ki bi se moral pojaviti pred Kopernikom, je natančen ekvivalent Kopernikovega, s to razliko, da Tycho Brahe trdi, da je Zemlja nepremična in da se Sonce, z vsemi planeti, ki se vrtijo okoli njega, vrti okoli Zemlje.

Kakšne razloge je imel, da je tako nazadoval v primerjavi s Kopernikom? Menim, da sta ga spodbujali dve zelo različni vrsti razmisleka: na eni strani njegova religiozna prepričanja, ki mu niso dovolila sprejeti nauka, ki bi nasprotoval *Svetemu pismu*, in na drugi nemožnost priznati gibanje Zemlje s fizikalnega vidika. Zato je vztrajal pri fizikalnih ugovorih temu gibanju, pri čemer je imel sicer popolnoma prav: fizikalnih ugovorov gibanju Zemlje ni bilo mogoče ovreči pred znanstveno revolucijo sedemnajstega stoletja.

Spregovoriti moram še o Keplerju, čigar delo tudi ni popolnoma znanstveno in ki ga je globoko navdihovala ideja harmonije, ideja, da je Bog uredil svet po zakonih matematične harmonije; tu je za Keplerja ključ do strukture univerzuma. Kar zadeva mesti, ki ju je pripisal Soncu in Zemlji, je seveda kopernikanec, in to iz istega razloga kot Kopernik: Sonce zanj predstavlja Boga, to je vidni Bog univerzuma, simbol Boga stvarnika, ki se izraža v ustvarjenem univerzumu, prav zato mora biti v njegovem središču.

Na tej metafizični osnovi Kepler postavi svoje znanstveno delo, ki tako v namenih kot v rezultatih precej preseže Kopernikovo. Pravzaprav je cilj, ki si ga prizadeva doseči Kepler, zelo ambiciozen in zelo moderen: vzpostaviti (ali natančneje uvesti) hoče enotnost znanstvene koncepcije sveta, enotnost med fiziko in astronomijo. Veliko astronomsko delo, Keplerjevo temeljno delo, posvečeno planetu Marsu, se imenuje *Astronomia nova Αίτιολογίητος seu physica coelestis (Nova astronomija ali nebesna fizika)*.

Keplerjevo razmišljanje vodi ideja vzročne razlage: če je Sonce v središču sveta, gibanja planetov v razmerju do njega niso urejena na geometričen ali optičen način – kot pri Koperniku – ampak tudi na fizikalen in dinamičen način. Kepler si tako ne prizadeva najti le astronomske koncepcije, ki bo omogočila urediti in »rešiti« pojave, ampak tudi fizikalno koncepcijo, ki bo s fizikalnimi vzroki omogočila razložiti realno gibanje nebesnih teles v svetu.

Zato v predgovoru v *Astronomio novo* vztraja pri nujnosti združitve nebesne in zemeljske fizike, pri dejstvu, da Sonce ni preprosto središče sveta in da ni omejeno na razsvetljevanje, ob tem pa bi dopustili, da zunaj in neodvisno od njega delujejo gibalni mehanizmi planetov, od katerih je vsak zase popoln, ampak da mora fizično vplivati na gibanja zvezdnih teles.

Na žalost nimam časa, da bi vam še kaj več povedal o strukturi Keplerjeve misli in tehnični dodelavi njegove doktrine. Nenavadno in zabavno je, da Kepler v dedukciji slavnih zakonov, ki nosijo njegovo ime in ki jih pozna ves svet, namreč da se nebesna telesa gibljejo po elipsah in da so površine, ki jih preplavijo njihovi vektorski žarki, sorazmerne s časom, naredi dvojno napako. A napake se izravnavajo, tako da se njegova dedukcija izkaže za pravilno prav zaradi te dvojne napake.

Najbrž je Kepler od začetka hotel najti novo rešitev za problem planetarnih gibanj, nebesno fiziko, vzročno astronomijo (*Αἰτιολογῆτος*), in zato ni poskušal – kar je bilo mogoče storiti – potem ko je ugotovil, da je realna Marsova pot eliptična, reproducirati te elipse z neko razporeditvijo krogov, ampak je mehanizem krogov, sfer ali obel, ki so vodile in nosile planete, takoj zamenjal z idejo o neki magnetni sili, ki izhaja iz Sonca in usmerja njihova gibanja.

Če na splošno pogledamo razvoj astronomske misli, bi lahko rekli, da je bila najprej prisiljena odkriti realnost zvezdnih gibanj, ki leži pod neredom videza. Zato so Grki uporabili edina matematična in fizikalna sredstva, ki jim jih je omogočilo stanje znanstvenih vednosti njihovega obdobja, torej idejo naravnega krožnega gibanja, odkoder izhaja potreba razložiti opazna gibanja s postavljanjem krožnih gibanj enega na drugega in njihovim kopičenjem. Ptolemajev neuspeh se je končal z nujnostjo preobrazbe same fizike in astronomiji je s Keplerjem in še bolj z Newtonom šele uspela ta utemeljitev z novo fiziko.

O tem razvoju bi lahko prav tako razmišljali skozi vidik preučevanja dimenzije univerzuma. Dejal sem, da je bil grški univerzum, grški (in srednjeveški) kozmos končen; nedvomno je bil precej velik – glede na dimenzije Zemlje – ampak ne dovolj velik, da bi bila lahko v njem gibajoča se Zemlja, Zemlja, ki se vrti okrog Sonca. Konceptija nujne končnosti zvezdnega univerzuma, vidnega univerzuma, je popolnoma naravna: *vidimo* nebesni svod; o njem lahko razmišljamo, kot da je zelo daleč, izjemno težko pa je priznati, da ga ni in da so zvezde razporejene po prostoru brez reda, brez glave in repa, na neverjetnih in različnih razdaljah druga od druge. To pomeni resnično intelektualno revolucijo.

Ugovori neskončnosti in celo prekomerni razširitvi univerzuma so precej prepričljivi: najdemo jih v vsej zgodovini astronomije. Tako je Tycho Brahe ugovarjal Koperniku, da je v njegovem sistemu razdalja med Soncem in zvez-

dami *najmanj* sedemstokrat večja od razdalje med Soncem in Zemljo, kar se mu je zdelo popolnoma nesprejemljivo in v nasprotju z danostmi opazovanja (brez teleskopov). Podobno Kepler, ki je priznaval orbitalno gibanje Zemlje in ki je bil posledično prisiljen razširiti dimenzije našega univerzuma v takem obsegu, da je lahko razložil odsotnost paralaks zvezd stalnic, ni mogel priznati neskončnosti sveta. Nebesni svod ali naš nebesni svet zanj ostaja nujno končen. Nebesni svet je ogromen, njegov premer je šestmilijonkrat večji od zemeljskega, a je končen. Neskončnost sveta je metafizično nemogoča. Poleg tega se mu zdi, da je ne uveljavlja noben znanstven razmislek.

Giordano Bruno je skoraj edini, ki je to priznal, ampak prav Bruno ni ne astronom ne znanstvenik, je metafizik, čigar vizija sveta prehiteva vizijo znanosti njegovega časa. Kajti samo z Newtonom, nedvomno iz znanstvenih razlogov, ker klasična fizika, galilejska fizika, postulira neskončnost univerzuma in identičnost realnega prostora in geometričnega prostora, a tudi iz teoloških razlogov, se potrjuje neskončnost zvezdnega univerzuma.

Prevedla Valerija Vendramin