

OSIANDROVA EPISTEMOLOGIJA ASTRONOMIJE

Matjaž Vesel

Prvotisk Kopernikovega dela *O revolucijah nebesnih sfer* se, če zanemarimo naslovno stran, začne z besedilom, ki ima naslov *Bralcu o hipotezah tega dela*. Osnovna poanta tega kratkega in nepodpisanega nagovora je, da je heliocentrična in geokinetična teza, ki jo v delu zagovarja »avtor«, zgolj matematična oziroma astronomska »hipoteza«, s pomočjo katere je mogoče lažje izračunavati položaje nebesnih teles, ki pa ne odraža dejanske fizične realnosti vesoljnega ustroja – kar je v očitnem nasprotju s Kopernikovim temeljnim namenom, podati resnično *forma mundi*, resnično »obliko« sveta. Danes vemo, da avtor tega besedila ni Kopernik, temveč protestantski teolog in ljubiteljski poznavalec matematičnih znanosti Andreas Osiander.¹ Ravno tako je danes znano, da njegovo besedilo ni izraz njegovega zagrizenega nasprotovanja znanosti,² temveč prej obratno – z njim skuša Osiander obraniti Kopernikovo delo pred napadi »peripatetikov in teologov«. Manj jasno pa je, kakšno epistemologijo astronomije, s katero naj bi se Kopernik ubranil pred omenjenimi

¹ Osiander se v *Ad lectorem* sklicuje na »avtorja tega dela«, se pravi na avtorja dela *O revolucijah*, na podlagi česar lahko vsak pozornejši bralec vidi, da avtor nagovora ni Kopernik. To pomeni, da Osiander svojega besedila ni skušal podtakniti kot Kopernikovega. Vzrok, da je besedilo *Ad lectorem* ostalo nepodpisano, je najverjetneje v tedanji napeti versko-politični situaciji med protestantizmom in rimsko-katoliško cerkvijo. Osiander je s tem, da se ni podpisal, hotel Koperniku pravzaprav prihraniti težave. Osiandrovo avtorstvo je razkril Kepler v leta 1560 napisanem delu *Apologia pro Tychone contra Ursum*, ki pa je ostalo neobjavljeno do leta 1858. Prim. J. Kepler, *Apologia pro Tychone contra Ursum*, v: N. Jardine, *The Birth of History and Philosophy of Science. Kepler's 'A Defence of Tycho against Ursus' with Essays on its Provenance and Significance*, str. 96, kjer Kepler navaja, da je v njegovem izvodu Kopernikovega dela *O revolucijah* pri nagovoru bralcu Hieronymus Schreiber zapisal, da je avtor nagovora Andreas Osiander: »Juvabo laborantem Ursum, fuit ejus praefationis author, si nescis, Andreas Osiander, ut Hieronymj Schreiberj Noribergensis (ad quem Schonerj quaedam praefationes extant) manus in meo exemplarj visenda testatur.«

² O tem prim. npr. B. Wrightsman, »Andreas Osiander's Contribution to the Copernican Achievement«.

napadi, v tem besedilu pravzaprav zagovarja Osiander. V nadaljevanju bomo skušali umestiti Osiandrovo besedilo v kontekst epistemološke problematike 16. stoletja in pokazati, da Osiander ni »instrumentalist« (ali »fiktionalist«) v modernem pomenu besede, kot se ga običajno razume.³

1. Ekvivalenca astronomskih modelov

Iz dveh ohranjenih odlomkov Osiandrovih pisem Koperniku in Retiku⁴ z dne 20. aprila 1541, je razvidno, da je Kopernik v danes izgubljeni korespondenci z Osiandrom najverjetneje izrazil strah pred napadi »peripatetikov in teologov«. Osiander je zato predlagal, naj Kopernik razglasi svojo tezo, »da se Zemlja giblje, Sonce pa je negibno v sredi vesolja«, za eno izmed možnih astronomskih »hipotez«, s čimer jih bo pomiril in celo pridobil na svojo stran. Tako Osiander v pismu Retiku piše:

Peripatetiki in teologi bodo zlahka zadovoljni, če bodo slišali, da lahko obstajajo različne hipoteze za isto pojavno gibanje [nebesnih teles]; da so te hipoteze postavljene, ne ker bi bilo zagotovo take, temveč ker urejajo izračunavanje pojavnih in sestavljenih gibanj tako ustrezno, kot je to le mogoče; da je mogoče, da se lahko kdo drug domisli drugačne hipoteze; da lahko nekdo zasnuje ustrezen sistem nekdo drug pa še bolj ustreznega, medtem ko oba sistema proizvedeta iste pojave gibanja; da je vsakdo svoboden, da domisli bolj ustrezne hipoteze, in da mu je treba, če uspe, čestitati. Tako bodo odvrnjeni od trmaste obrambe in jih bo pritegnila lepota raziskave; najprej bo izginilo njihovo nasprotovanje, potem bodo zaman iskali resnico s svojimi lastnimi sredstvi in prešli na stran avtorja.⁵

³ Prva – vsaj kolikor je nam znano –, sta Osiandrov nagovor postavila v specifičen kontekst razumevanja astronomije v 16. stoletju P. Barker in B. R. Goldstein, v članku »Realism and Instrumentalism in Sixteenth Century Astronomy: A Reappraisal«. Prim. tudi P. Barker, »The Role of Religion in the Lutheran Response to Copernicus«.

⁴ Oba odlomka je v *Apologia pro Tychone contra Ursum* zabeležil Kepler. Ker sta ta dva odlomka vse, kar je ostalo ohranjeno, N. Jardine opozarja, da gre mogoče za Keplerjeva izvlečka. Gl. N. Jardine, *The Birth of History and Philosophy of Science*, str. 152, op. 79.

⁵ »Peripathetici et Theologi facile placabuntur, si audierint, ejusdem apparentis motus varias esse posse hypotheses, nec eas afferj, quod certo ita sint, sed quod calculum apparentis et compositij motus quam commodissime gubernet, Et fieri posse, ut alius quis alias hypotheses excogitet et imagines his aptas, ille aptiores, eandem tamen motus apparentiam causantes, ac esse unicuique liberum, imo gratificaturum si commodiores excogitet, ita a vindicandi severenitate ad exquirendj illecebras advocatj ac provocatj, primum erunt aequiores, tum frustra quaerentes pedibus in authoris sententiam ibunt.« Nav. po:

Kot je mogoče razbrati iz tega odlomka, Osiander meni, da je mogoče isto pojavno gibanje nebesnih teles pojasniti z različnimi »hipotezami«, da te »hipoteze« niso nujno resnične (da, z drugimi besedami, lahko ne ustrezajo dejanskemu stanju stvari), da so »hipoteze« ustrezne, dokler omogočajo pravilne izračune položajev nebesnih teles, in da je mogoče poleg obstoječih domisliti tudi druge, ki so lahko celo boljše od obstoječih. V pismu Koperniku Osiander nekoliko podrobneje razkrije, kaj ima v mislih z možnostjo, da je mogoče iste položaje nebesnega telesa pojasniti z dvema različnima, a enako dobrima, »hipotezama«:

O hipotezah sem vedno menil, da niso člani vere, temveč osnove za izračun, tako da, tudi če so napačne, to ni pomembno, če le natančno podajajo pojave gibanj [nebesnih teles]; kdo nam bo namreč zagotovil, ali pride do neenakomernega gibanja Sonca zaradi epicikla ali zaradi ekscentra, če sledimo Ptolemajevim hipotezam, ko pa je to lahko zaradi obeh. Zato se zdi primerno, da se tega dotakneš v predgovoru. Tako boš namreč pomiril peripatetike in teologe, katerih nasprotovanja se bojiš.⁶

Gibanje Sonca je torej mogoče – »če sledimo Ptolemajevim hipotezam« –, pravilno napovedati oziroma izračunati s pomočjo različnih hipotez: njegovo neenakomerno gibanje je mogoče namreč pojasniti tako s »hipotezo« epicikla ali pa s »hipotezo« ekscentra. V obeh primerih, najsi se Sonce giblje po ekscentru ali po epiciklu, dobimo popolnoma iste položaje – in to mora astronomu zadoščati. Astronom ne more vedeti, ali je Sonce v tem ali onem položaju zaradi gibanja po ekscentru ali pa zaradi gibanja po epiciklu, ki je umeščen na koncentričen krog. Isti primer v podporo možnosti različnih hipotez, s katerimi lahko astronomija pojasni isto pojavno gibanje, navaja Osiander tudi v sklepnem delu besedila *Ad lectorem de hypothesibus huius operis*, na podlagi česar izpelje sklep glede dometa in nalog astronomije in filozofije:

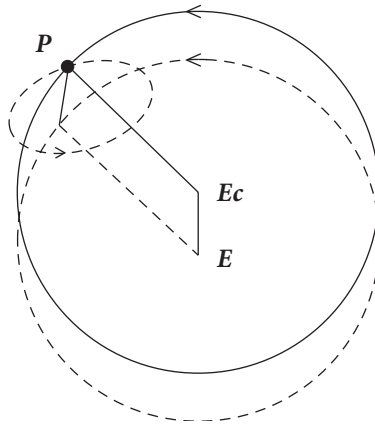
Ker pa se včasih za eno in isto gibanje ponujajo različne hipoteze (tako kot v primeru gibanja Sonca ekscentričnost in epicikel), bo astronom

J. Kepler, *Apologia pro Tychone contra Ursum*, v: N. Jardine, *The Birth of History and Philosophy of Science*, str. 98.

⁶ »De hypothesibus ego sic sensj semper, non esse articulos fidej, sed fundamenta calculj, ita ut, etiamsj falsae sint, modo motuum *phainomena* exacte exhibeant, nihil referat; quis enim nos certiores reddet, an solis inaequalis motus ratione Epicyclj, an ratione Eccentriciatis contingat. Si Ptolemaej hypotheses sequamur, cum id possit utrumque. Quare plausibile fore videretur, si hac de re in praefatione nonnihil attingeres. Sic enim placidiores redderes peripatheticos et Theologos, quos contradicturos metuis.« Nav. po: *ibid.*, str. 97.

najmočnejše poprijel tisto, ki je kot najlažja za dojetanje. Filozof bo nemara zahteval podobnost resnici; kljub temu pa nobeden ne bo dojel ali posredoval karkoli gotovega, razen če mu [to] ne bo razodeto od Boga (*divinitus*).

Osiandrov primer, da je mogoče gibanje Sonca, »če sledimo Ptolemajevim hipotezam«, pojasniti tako z modelom ekscentra kot z modelom epicikla na deferentu, ki je koncentričen z Zemljo, je bil znan že v antiki, pravzaprav ga obravnava Ptolemaj v tretji knjigi *Almagesta*.⁷ Na poenostavljeni skici, ki združuje model ekscentra in epicikla, je videti takole:

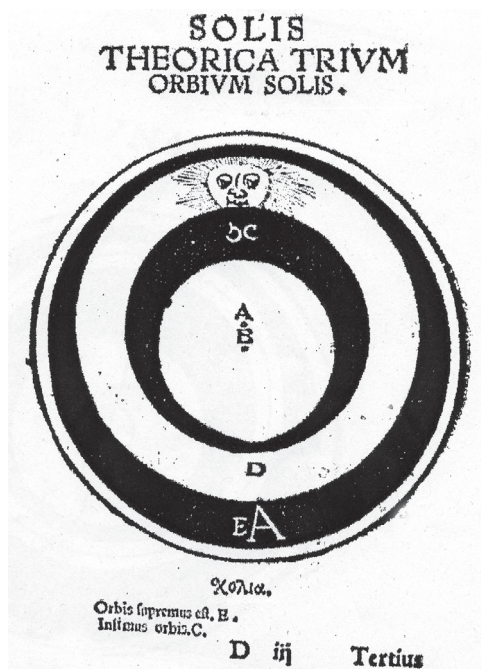


Polna krožnica predstavlja ekscenter, prekinjena pa deferent in epicikel. Planet se začne gibati na točki, kjer ekscentrični krog seka epicikel. Če se ekscenter in deferent gibljeta v eno smer, epicikel pa v nasprotno z isto hitrostjo, se planet vrne v isto točko P v istem času, ne glede na to ali se giblje po ekscentru ali po deferentu in epiciklu; v obeh primerih doseže isto točko v istem času.

Ta skica dobro prikazuje možnost pojasnjevanja gibanja Sonca – ali, če posplošimo, drugih nebesnih teles –, z dvema različnima »hipotezama«, prikriva pa neko dejstvo, ki je za astronomsko in kozmološko razumevanje »neba« v šestnajstem stoletju bistveno, in ki v posledici zahteva specifično razumevanje Osiandrove epistemologije astronomije. Planeti se namreč po splošno sprejetem prepričanju tedanjega časa ne gibljejo v praznem prostoru niti sami od sebe, temveč so gibani oziroma jih gibljejo nebesne sfere

⁷ Prim. G. J. Toomer, *Ptolemy's Almagest* III, 3, str. 141–153, in O. Pedersen, *A Survey of the Almagest*, str. 134–144.

oziroma sferične lupine (*orbes*), v katere so umeščeni.⁸ Materija teh sfer in planetov je nevidna nebesna substanca, peti element oziroma eter. Po vzoru Ptolemajevih *Planetarnih hipotez*,⁹ v katerih je Ptolemaj zamenjal dvodimenzionalne modele iz *Almagesta* z mehanizmom tridimenzionalnih sferičnih lupin, so namreč tudi astronomski učbeniki poznega srednjega veka in renesanse t. i. *theorica*-žanra predstavljali modele posameznih planetov kot kombinacijo tridimenzionalnih sferičnih lupin, ki so pravi vzrok gibanja posameznega planeta. Ekscentrični krog, ki predstavlja gibanje Sonca, je v *theorica*-literaturi, denimo v *Theoricae novae Planetarum Georgii Purbachii Germani ab Erasmo Reinholdo Salvedensi auctae* ..., ki so izšle leta 1542, predstavljen s tremi sferami ali sferičnimi lupinami (*orbes*):¹⁰



Notranja površina notranje sferične lupine (C) in najbolj zunanja površina zunanje sferične lupine (E), sta koncentrični z Zemljo, ki je središče

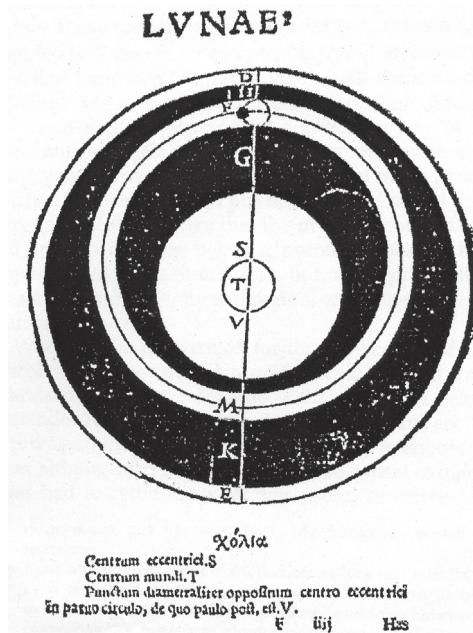
⁸ O tem prim. N. Swerdlow, »Pseudoxia Copernicana: or, Inquiries Into Very Many Received Tenets and Commonly Presumed Truths, Mostly Concernig Spheres«; P. Barker, in B. R. Goldstein, »Realism and Instrumentalism in Sixteenth Century Astronomy: A Reappraisal«; M. Vesel, »Kopernik in *orbes*«.

⁹ Gl. B. R. Goldstein, »The Arabic Version of Ptolemy's Planetary Hypotheses«.

¹⁰ Skica po: P. Barker, »The Role of Religion in the Lutheran Response to Copernicus«, str. 76.

sveta (B). Zunanja površina notranje sferične lupine in nekoliko debelejša notranja površina zunanje sferične lupine imata za središče isto ekscentrično točko, ki je v določeni razdalji od Zemlje (A). Ti dve površini določata ekscentrično sferično lupino enakomerne debeline (D), v katero je umeščeno Sonce. Ker sferične lupine krožijo okoli premerov, ki potekajo skozi središče vesolja, je pot Sonca enaka ekscentričnemu krogu iz dvodimenzionalnega modela. Vendar pa prinaša ta model glede na prvega nekaj novega: *vzrok* gibanja nebesnega telesa je v tem primeru jasen – to je gibanje sferičnih lupin.

Ker Ptolemaj ni mogel pojasniti gibanj vseh nebesnih teles samo z ekscentričnim modelom, je moral v določenih primerih na ekscentrični krog dodati tudi epicikel. Tudi te modele je mogoče spremeniti v tridimenzionalne modele kombinacij sferičnih lupin, pri čemer je epicikel zamenjan s sfero enakega premera, vanjo pa je vstavljen planet. Model za Luno je v istih *Theoricæ* takšen:¹¹



Mala epiciklična sfera (*sphaerula*, F) se giblje v ekscentrični sferični lupini M, ki jo določata notranja in zunanja sferična lupina (v tem modelu G in K). Gibanje, ki ustreza rotaciji epicikla, je posledica gibanja te sfere.

V primeru Sonca, če se zopet vrnemo k Osiandrovemu primeru, so *theoricæ* uporabljale ekscentričen model. Vendar pa bi lahko isti rezultat dosegli

¹¹ Tudi to skico povzemamo po: *ibid.*, str. 77.

tudi, če bi uporabili model, v katerem bi na z Zemljo koncentričen krog postavili epicikel. To pa pomeni, da je imela astronomija na razpolago dva modela, ki oba enako dobro napovedujeta gibanje nebesnega telesa. Ta možnost alternativnih modelov je, dokler ostanemo na ravni predikativne astronomije in dvodimenzionalnih predstavitev tirnic poti nebesnih teles, neproblematična. Težava nastopi, (če in) ko so modeli razumljeni tridimenzionalno in realistično, kot *vzroki* teh gibanj, se pravi tako, kot so jih razumeli v Kopernikovem in Osiandrovem času. V tem primeru se namreč zastavi vprašanje, kateri model od dveh možnih je dejanski vzrok gibanja nebesnega telesa. Ali je vzrok gibanja Sonca ekscentrični ali epiciklični model realnih sfer?

2. Epistemologija znanosti: vzročna razlaga

To vprašanje nas pripelje k drugi točki iz Osiandrovega *Nagovora bralcu*, ki je potrebna pojasnila. Osiander v tem besedilu namreč med drugim pravi tudi, da je naloga astronoma, da izdelava hipoteze, ne pa vzroke pojavnega gibanja nebesnih teles, in to pojasni skrajno lapidarno: »kajti resničnih [vzrokov] ne more doseči z nobenim razmislekom (*nulla ratiōne*, ali: »na noben način«, »z nobenim sklepanjem«, ipd.). Ta trditev zahteva najmanj dve pojasnili. Prvič, zakaj naj bi astronom sploh iskal *vzroke* pojavnega gibanja nebesnih teles oziroma kaj sploh pomeni iskati in podati vzroke. Drugič, zakaj po Osiandru astronom tega ne more storiti *nulla ratiōne*.

Osiandrovo omenjanje vzrokov v tem kontekstu ni nič nenavadnega. Temelji na Aristotelovem idealu znanosti iz *Drugih analitik*,¹² kjer Aristotel razlikuje med dvema vrstama dokazovanj: dokazovanjem dejstva (ti. silogizem dejstva) in dokazovanjem razloga zakaj (ti. silogizem vzroka) oziroma med dokazovanjem *to hoti* in *to dioti*. Medtem ko se v *to hoti* dokazovanju dokazuje, *da* nekaj je, je treba v *to dioti* dokazovanju pojasniti vzrok oziroma razlog, *zakaj* nekaj je.¹³ V dokazovanju *to hoti* (dokazovanju dejstva) napredujemo iz zaznavnih pojavov, ki so bolj znani za nas, da bi vzpostavili načela, počela, ki so bolj znana po sebi. Če pa želimo podati razlago »zakaj«, mora biti *explanandum*

¹² Prim. Aristotel, *Druge analitike* I, 2, 71b17–72b4; I, 13, 78a23 isl.

¹³ Prim. V. Kalan, *Dialektika in metafizika pri Aristotelu*, str. 109: »Da nekaj je, eksistenca ali bivanje neke stvari je osnova raziskovanja. Če namreč nekaj ne biva, je nesmiselno sleherno nadaljnje proučevanje [...]. Vendar *to hoti* pri Aristotelu ne pomeni le *factum brutum*, temveč tudi bitno veljavnost nekega bistvenega spoznanja. Zato Aristoteles tudi lahko govori o 'silogizmu dejstva' [...]. Drugo, kar se išče, je vzrok stvari. Besedica *dioti* izraža način vzročne zveze: *dia touto, hoti* = 'skozi to, da ... ali *di'hoti* – zato, ker ...', 'zakaj?' [...]. Poznavanje vzroka ali razloga daje silogizem vzroka [...].«

silogistično izpeljan iz prvotnih načel, ki so resnična, prvotna, neposredna, bolj znana, so prej in vzrok sklepov.¹⁴ Argument, ki sledi iz njih, tako zagotovi *to dioti* dokaz. V srednjem veku in renesansi je bilo za ti dve vrsti dokazovanj v rabi več različnih poimenovanj – *demonstratio quia* in *demonstratio propter quid*; dokazovanje z učinkov na vzroke in z vzrokov na učinke; *a posteriori* in *a priori* dokazovanje, analiza in sinteza, itd. –, hkrati pa je potekala tudi precej živahna razprava, kako natančno je treba razumeti Aristotelove zahteve.¹⁵ Detajli te izjemno zanimive razprave, ki je bila živa tudi še v času Galileia Galileia (Galileo v svojem mladostnem *De motu* argumentira v tem pojmovnem okviru),¹⁶ nas tu seveda ne zanimajo, obče razumevanje Aristotelove zahteve glede znanstvenega dokazovanja je dovolj dobro razvidno – če navedemo primer iz dela protestantskega avtorja –, iz Melanchtonove *Initia Doctrinae Physicae* iz leta 1549:

Aristotel na splošno odgovarja, da sta dve poti poučevanja; ena napreduje od vzrokov k učinkov oziroma tistega, kar je prvotnejše v naravi k posledicam, tako kot geometer najprej govori o trikotnikih in kasneje o štirikotnikih.

Druga sledi iz učinkov in znakov k vzrokom oziroma iz tistega, kar je v naravi kasnejše, k predpostavkam, tako kot zdravnik presodi, da ima telo vročico, iz znakov, otrdelosti, toplote, utripanja žile (*motu arteriae*) [...]. Tako je večji del fizikalnega nauka vzpostavljen iz izkustva, v katerem smo večinoma vodeni iz učinkov in znakov k vzroku. Tako kot, ker vidimo, da se Sonce giblje z najbolj gotovo zakonitostjo, pritrujemo, da Sonce ni zgrajeno iz par, ki se dvigujejo iz zemlje. Kajti te pare, ki jih izpušča zemlja, so v zraku razpršene na različne načine.¹⁷

¹⁴ Prim. *Druge analitike* I, 2, 71b19–25: »Če je védenje tako, kot smo predpostavljali, mora apodiktično védenje temeljiti na stvareh, ki so resnične in prvotne in neposredne, so bolj znane in so prej in so vzroki za sklep; kajti tako so počela lastna temu, kar je treba dokazati. Lahko obstaja sklep brez teh pogojev, vendar ne more biti dokaz; kajti ne prinaša sadov védenja.« Nav. po: J. Barnes, *Aristotel*, str. 43. O Aristotelovi teoriji dokaza prim. J. Barnes, »Aristotle's Theory of Demonstration«.

¹⁵ O razvoju razprave v srednjem veku in zgodnji moderni znanosti gl. W. A. Wallace, *Causality and Scientific Explanation*, vol. I.

¹⁶ Prim. *ibid.*, str. 176–184.

¹⁷ Melanchton, *Initia doctrinae physicae*: »Aristoteles generaliter respondet, duas esse vias doctrinarum, alias procedi a causis ad effectus, seu ab iis quae natura priora sunt ad consequentia, ut prius dicit geometer de triangulis, postea de quadrangulis. [...] Alias proceditur ab effectibus et signis ad causas, seu ab iis quae natura posteriora sunt ad praecedentia, ut medicus ex signis, rigore, calore, motu arteriae, iudicat corpus laborare febris [...]. Ita doctrina physica magna ex parte extracta est ex experientia, in qua plerunque ducimur ab effectibus et signis ad causas. Ut quia videmus perpetuo moveri Solem certissima lege, adfirmus Solem nen esse accensum vaporem terra editum. Nam hi vapores e

Pol stoletja pred Melanchtonom je Agostino Nifo v svojem komentarju *Fizike* (1504) branil dvojni postopek (iz učinkov k vzroku in iz vzrokov k učinkom) naravoslovnih znanosti proti očitku krožnosti z natančnejšim opisom celotnega postopka:

Nedavni avtorji hočejo, da so štiri vrste poznavanj. Prva je poznavanje učinka prek čutil ali opazovanja. Drugo je odkritje vzroka prek učinka, ki je pridobljeno z *demonstratio signi*. Tretje je poznavanje istega vzroka skozi *negotiatio* uma, iz česar, skupaj s prvimi, toliko naraste poznavanje vzroka, da je vredno postati srednji izraz *demonstratio simpliciter*. Zadnje je poznavanje istega učinka *propter quid* skozi tako gotov vzrok, da je srednji izraz [silogizma].¹⁸

Klasično in polno razvito različico znanstvene metode, ki temelji na omejenih distinkciji, je nekoliko kasneje formuliral padovanski aristotelik Jacopo Zabarella,¹⁹ ki – tako kot Melanchton – govori o dveh znanstvenih metodah:²⁰ demonstrativni, ki jo imenuje *demonstratio propter quid* (tudi *demonstratio potissima*), in rezolutivni, ki jo imenuje *demonstratio quia* (tudi *sylogismus a signo*), pri čemer identificira postopek od učinka k vzroku kot *demonstratio quia*, postopek od vzroka k učinku pa kot *demonstratio propter quid*.²¹ Po Zabarelli je demonstrativna metoda (*demonstratio propter quid*) primerna za matematične znanosti, za naravoslovje pa je značilna rezolutivna metoda (*demonstratio quia*), saj moramo pri raziskovanju narave, zato ker so nam vzroki pojavov neznani, začeti z raziskovanjem učinkov. Vendar pa je rezolutivna metoda konec koncev podrejena demonstrativni, saj je njen namen odkritje prvih počel, načel, na podlagi katerih v nadaljevanju z demonstrativno metodo dokažemo učinke. V *De regressu*²²

terra exhalantes varie sparguntur in aere.« Nav. po P. Barker in B. R. Goldstein, *op. cit.*, str. 244–245, op. 22.

¹⁸ »Recentiores volunt esse quatuor notitias. Prima est effectus per sensum, aut observationem. Secunda est inventio causae per effectum, quae quidem demonstratione signi habetur. Tertia est eiusdem causae per intellectus negotiationem, ex qua cum prima crescit notitia causae in tantum, ut digna sit effici medium demonstrationis simpliciter. Ultima est eiusdem effectus notitia propter quid per talem causam sic certam, ut sit medium.« Nav. po: N. Jardin, »Epistemology of the Sciences«, str. 688.

¹⁹ Povzemamo po H. Mikkeli, *An Aristotelian Response to Renaissance Humanism: Jacopo Zabarella on the Nature of Arts and Sciences*, str. 83.

²⁰ Ti dve metodi sta po njem tudi edini, ki sploh obstajata. Metode so za Zabarelloumska sredstva, ki napredujejo iz znanega, da bi proizvedla vedenje o neznanem. Prim. H. Mikkeli, *op. cit.*, str. 83.

²¹ *Ibid.* str. 86.

²² V nadaljevanju povzememo W. A. Wallace, *Causality and Scientific Explanation*, vol. I, str. 144–151. Prim. tudi H. Mikkeli, *op. cit.*, str. 97 isl.

skuša Zabarella pokazati, kako sta ti dve metodi povezani in združeni v enoten proces – *regressus* –, za katerega meni, da je edina pravilna metoda naravoslovnih znanosti. Celoten postopek ima tri korake, saj pride med korakom *demonstratio quia* in korakom *demonstratio propter quid* do vmesnega koraka, ki obe dokazovanji medsebojno poveže. Ta vmesni korak med dokazovanjem iz učinka k vzroku in od vzroka k učinku nas mora pripeljati do razločne vednosti vzroka, ki je v prvem koraku poznan zgolj zmedeno. Pri tem vmesnem »delu« (*labor*), ki so ga nekateri imenovali *negotiatio intellectus*, Zabarella pa ima raje izraz *mentalis consideratio*, je treba opraviti dve stvari. Prvič, treba je vedeti, da vzrok obstaja (*quod est*), kar nas pripravi do odkritja tega, kaj je (*quid sit*). Druga stvar, ki nam pomaga, da razločno poznamo vzrok, in brez katere bi prva ne zadoščala, pa je primerjava odkritega vzroka z učinkom, preko katerega je bil ta vzrok sploh odkrit. Tako postopoma drugo za drugo spoznavamo stanja te stvari, dokler končno ne spoznamo, da je ta stvar vzrok tega učinka.

Idealno bi torej raziskava vsakega učinka morala potekati v treh korakih. Začne se *a posteriori*, tj. s preučevanjem učinka, na podlagi česar se določi možne vzroke. To privede, v Zabarellini terminologiji, do »zmedenega« poznavanja vzroka, saj se lahko v tem koraku za en učinek navede več možnih vzrokov. Iz tega širokega polja možnih vzrokov pa je treba v nadaljevanju, v postopku imenovanem na različne načine (*negotiatio intellectus*, *consideratio mentalis*, *meditatio*), ugotoviti, kateri vzrok izmed vseh možnih je pravi, in vreden nadaljnje obravnave. Dokazovanje se zaključi z *a priori* ali *propter quid* dokazovanjem (ali *demonstratio potissima*), s katerim se pokaže, da natanko ta vzrok proizvede ta učinek. V tem koraku se premaknemo od jasnega poznavanja vzroka, do jasnega poznavanja učinka.

3. Epistemologija astronomije: problem dostopa do neba

Kaj pomeni ta splošna zahteva po vzročni pojasnitvi učinka *a priori* za astronomijo, natančneje, za astronomske modele, s katerimi pojasnjuje gibanja nebesnih teles?

Vzemimo tudi tokrat kot primer Agostina Nifa in njegovo delo *Aristotelis Stagiritae De caelo et Mundo libri quatuor e Graeco in Latinum ab Augustino Nipho Suessano conversi, et ab eodem etiam praeclara neque longe omnibus aliis in hac scientia resolutiore aucti expositione*, ki ga datira s 15 oktobrom 1514.²³ Nifo v njem

²³ Ker nam original ni dostopen, Nifa povzemamo po prevodu P. Duhema iz *Sozein ta phainomena*, str. 55–56. Duhem sicer ni najbolj zanesljiv prevajalec, vendar se nam zdi, da v tem primeru ni zagrešil kake večje napake. Duhem Nifa prevaja po izdaji, ki je izšla leta 1549 v Benetkah, *apud Hieronymum Scotum*, 2. knjiga, fol. 82, col. c in d.

uporablja terminologijo vzročnega dokazovanja natanko na primeru epiciklov in ekscentrov.

Po Nifu obstajajo tri vrste dokazov: 1) dokaz z znaki – to pomeni, da iz učinka, ki nam je poznan, sklepamo na vzrok tega učinka; 2) dokaz samo z vzrokom – v tem primeru iz vzroka, do katerega smo se dokopali na podlagi poznavanja njegovega učinka, izpeljemo učinek; 3) dokaz z vzrokom in bistvom skupaj, ki se imenuje tudi dokaz v strogem pomenu besede – v tem primeru začnemo z vzrokom, ki nam je že znan (takšno je geometrijsko dokazovanje).²⁴

Nifo torej zopet predstavi shemo, ki jo že poznamo. Če se omejimo na prvi dve vrsti dokazov, ki sta relevantni za »naravoslovje«, dobimo znan postopek. Na podlagi preučevanja učinkov – v primeru, ki nas zanima, so to pojavnostna gibanja nebesnih teles –, sklepamo na njihove vzroke. Potem ko na podlagi preučevanja učinkov odkrijemo vzroke, se pot sklepanja obrne: na podlagi vzrokov sklepamo na učinke. Vendar pa po Nifu dokaz obstoja ekscentrov in epiciklov ne sodi v nobeno od teh treh vrst dokazov. Iz učinkov, to je pojavnih gibanj nebesnih teles, lahko v tem primeru sicer sklepamo na vzroke, to je na ekscentre in epicikle, vendar pa je nemogoče obrniti smer sklepanja, se pravi v sklepanje iz vzrokov na učinke, saj bi v tem primeru na podlagi neznanega (ekscentrov in epiciklov) sklepali k znanemu (pojavnostno gibanje nebesnih teles). Tisto, kar nam je znano, so namreč pojavi, tisto, kar nam je neznano, pa ekscentri in epicikli. Ali kot pravi Nifo sam:

Iz pojavnih gibanj se je prav lahko pomakniti k ekscentrom in epiciklom, nemogoče pa je iti v nasprotno smer, kajti gibali bi se iz neznanega k znanemu, saj so pojavi tisto, kar nam je znano, ekscentri in epicikli pa tisto, kar nam je neznano.²⁵

Po Nifu pa dober dokaz dokazuje, da ta vzrok nujno zahteva ta učinek in obratno. Ob predpostavki obstoja ekscentrov in epiciklov sicer sledijo opazovani pojavi in so tako na neki način rešeni. Vendar pa obratno ne drži. Če začnemo s pojavi, obstoj ekscentrov in epiciklov ne sledi z nujnostjo, temveč zgolj provizorično – dokler ne odkrijemo boljšega vzroka. Ta vzrok mora zadovoljiti oba kriterija: iz njega morajo slediti pojavi in on sam mora nujno izhajati iz njih. Torej se motijo tisti, pravi Nifo, ki začenjajo s propozicijo, ki je lahko rezultat mnogih vzrokov, in se definitivno odločijo v prid samo enega od teh. Pojavi so namreč lahko rešeni s hipotezama ekscentra in epicikla, lahko pa jih rešimo tudi z drugimi hipotezami, ki še niso bile odkrite.

²⁴ Nifo svoj argument v veliki meri povzema po Averroesu.

²⁵ Prev. po: P. Duhem, *op. cit.* str. 56.

Osnovna poanta tega odlomka je, da je za dokaz obstoja ekscentrov in epiciklov nujno potrebno, da ne more obstajati nobena druga hipoteza, s katero je mogoče »rešiti pojave«. Rečeno drugače, tudi Nifo v konkretnem primeru ekscentrov in epiciklov zahteva, da *demonstratio quia* izpostavi možni vzrok pri pojasnjevanju učinka, da v nadaljevanju izločimo edinstveni vzrok, in potem z dejanskim in edinstvenim vzrokom dokazujemo *propter quid*. Ker pa je mogoče za en učinek navesti več vzrokov, ker je mogoče pojave rešiti tako s »hipotezo« ekscentrov in epiciklov kot z drugimi »hipotezami«, »ki še niso bile odkrite«, je nemogoče izvesti korak *propter quid* dokazovanja. Nifo torej trdi, da obstoja ekscentrov in epiciklov ni mogoče dokazati na način, ki ga zahtevajo znanstveni standardi. To ne pomeni, da Nifo zanika obstoj nebesnih sfer – sam je bil zagovornik koncentrično urejenega sistema nebesnih sfer –, temveč zgolj to, da bi bilo v tem primeru mogoče na podlagi učinkov z gotovostjo sklepati na vzroke in na podlagi možnih vzrokov z nujnostjo sklepati na učinke. To pa pomeni, da za obstoj ekscentrov in epiciklov ni podan zadosten dokaz.

Problem astronomije šestnajstega stoletja je, če nekoliko posplošimo, v tem, da enostavno ne ve za gotovo, kot pravi Melanchton v *Initia doctrinae physicae*, katera »orodja« (*machinae*), se pravi, katera kombinacija *orbes* premika nebesna telesa:

[...] poslušalec naj razume, da so si Geometri izmislili izdelavo tolikšnega števila sfer, da bi lahko pokazali zakone gibanj planetov in [njihovih obhodnih] časov, tako ali drugače, in ne ker so na nebu takšna [in ne drugačna] orodja, četudi je soglasje, da [tam] so nekakšne sfere.²⁶

Na nebu torej *so* nekakšne sfere, ne moremo pa dokazati, ali so takšne ali drugačne, ker »so nam«, kot pravi Nifo, »neznane«. Toda zakaj so nam neznane? Zakaj astronom ne more iz dokazovanja *quia* postopoma preiti na dokazovanje *propter quid*? V čem se astronomija razlikuje od drugih naravoslovnih znanosti?

Astronomovo izhodišče je opazovanje položajev nebesnih teles in na tej podlagi predlaga različne vzroke, s katerimi jih je mogoče pojasniti. Vendar pa lahko iste položaje nebesnih teles pojasni z različnimi modeli. Kot smo videli Nifo izpostavlja opozicijo med ptolemajskimi modeli (epicikel in ekscent-

²⁶ Melanchton, *Initia doctrinae physicae* (13, col. 244) »[...] auditor, ut fabricationem tot orbium et epicycli sciat a Geometris excogitatam esse, ut motuum leges et tempora utcunque ostendi possint, non quod tales sint machinae in caelo, etsi aliquos esse orbes, consentaneum est.« Nav po: P. Barker in B. R. Goldstein, *op. cit.*, str. 235.

ter) in »še neodkritimi hipotezami«, obenem pa je sam zagovornik aristotel-sko-averroistične koncentrične ureditve nebesnih sfer, Osiander pa opozicijo znotraj ptolemajske tradicije med ekscentrom in epiciklom na deferentu. Da se astronom kot astronom ne more odločiti za enega izmed možnih vzrokov, da ga *regressus* ne pripelje do edinega in resničnega vzroka – partikularne kombinacije sferičnih lupin, ki je dejanski vzrok gibanja posameznega nebesnega telesa –, pa je krivo banalno dejstvo: nima dostopa do neba. Kar astronomu preprečuje, da bi odkril resnične vzroke učinkov, je nemožnost vzpeti se na nebo in pogledati, katera kombinacija sfer je dejansko odgovorna za gibanje planeta. Glede tega je popolnoma jasen Keplerjev učitelj Mihael Maestlin,²⁷ ki v eni od tez o astronomskih hipotezah, ki jih je zagovarjal v Heidelbergu, pravi naslednje:

Sodimo, da je treba začeti raziskovanje nebesnih krogov in sfer *a posteriori*, to je iz partikularnih pojavov gibanj, za katere je videti, da izpričujejo splošno enakost izkustva; ne pa *a priori*, kajti nihče se ne more vzpeti v eterično območje, kjer bi vse osebno videl.²⁸

Ker se »nihče ne more vzpeti v eterično območje«, se astronom ne more odločiti za posamezen dejanski vzrok, tako da bi lahko potem pojasnili gibanje nebesnega telesa *a priori* oziroma z *demonstratio propter quid*. Kar astronomiji preprečuje podati *a priori* razlago nebesnih pojavov in jo prisiljuje, da ostaja v domeni *a posteriori* dokazovanja, je njena »zemeljskost«. Vendar to ne pomeni, da je *načeloma* nemogoče podati *propter quid* dokaz, temveč zgolj to, da astronomija v pogojih, v katerih deluje, *demonstratio quia* ne more spremeniti v *demonstratio propter quid*. Astronom enostavno nima zadostnih informacij, ki bi mu omogočile povezavo med enim in drugim dokazom.

²⁷ Maestlinova formulacija težave je kristalizacija dolge tradicije. Na podobne težave je opozarjal že Aristotel v *O nebu* II, 12, 292a14–17: »Pri obravnavanju teh vprašanj bi bilo koristno, če bi premogli več modrosti, čeprav so oporne točke pičle, ker nas do pojavov, povezanih z zvezdami, loči velikanska oddaljenost.«

²⁸ Mihael Maestlin, *De astronomiae hypothesibus*, questio. »[...] Anne tales circuli & orbis reuera in coelo existant, an vero mera figmenta Mathematica sint.«

»Thesis I. Inuestigationem Circolorum & Orbium coelestium censemus a posteriori inchoandam esse, hoc est, ab apparentijs motuum particularibus, quae vniversali experientiae aequalitatis reclamare videntur: non autem a priori, siquidem in aetheream regionem nemo ascendere potest, qui omnia coram spectet.« Nav. po: Ch. Methuen, »Maestlin's Teaching of Copernicus. The Evidence of His University Textbook and Disputations«, str. 240, op. 39 in 40.

4. Osiander v kontekstu

Osiandrov nagovor bralcu dobi v tem kontekstu popolnoma drugačen pomen od običajnega instrumentalističnega branja. Osiander namreč na nekoliko bolj skop način pove popolnoma isto zgodbo:

Astronomu lastna [naloga] je namreč zbrati zgodbo nebesnih gibanj s skrbnim in umetnosti primernim opazovanjem; nato premisliti in izdelati njihove vzroke oziroma hipoteze (*causas earundem seu hypotheses*) – kajti resničnih [vzrokov] ne more doseči z nobenim razmislekom (*nulla ratiōne*) –, ob predpostavki katerih lahko na podlagi načel geometrije pravilno izračuna gibanja le-teh, tako v prihodnosti kot v preteklosti.²⁹

Astronom mora torej začeti s pojavi (učinki, *a posteriori*, z analizo, ...), tj. zabeležiti mora »zgodbo nebesnih gibanj«, nato premisliti in izdelati »hipoteze« teh gibanj, in na koncu pravilno izračunati položaje nebesnih teles v preteklosti in prihodnosti. Ti »hipotezi« iz drugega koraka sta lahko, če ostanemo pri primeru gibanja Sonca in pri Ptolemajevih »hipotezah«, ali ekscenter ali epicikel. Vendar pa astronom ne more odkriti »pravih vzrokov« (*cum veras [causas] assequi nulla ratiōne possit*), saj na podlagi tistega, ker mu je bolj znano (pojavi, učinki), je pa po naravi drugotnejše, ne more izpeljati dejanskega vzroka. Da bi lahko z gotovostjo in nujnostjo, ki jo zahteva dokaz *propter quid*, zatrdil, da Sonce giblje epicikel ali ekscenter, mu namreč manjka dostop do neba. V primeru, da bi se astronom lahko vzel na nebo, bi lahko videl, ali je za gibanje Sonca odgovorna ekscentrična sfera ali epicikel na koncentrični sferi. Če bi videl, da Sonce naokoli nosi koncentrična sfera, bi lahko podal vzročni dokaz gibanja Sonca. Ker pa tega ne more, se mora omejiti na izdelavo »hipotez«, ki jih je mogoče izdelati na podlagi opazovanj nebesnih pojavov.

Zaradi tega te »hipoteze« niso nujno resnične, niti ni nujno, da so verjetne. Edino, kar je za astronomijo pomembno, je, da omogočajo izračune, ki se ujemajo z opazovanji. Osiander navede v podporo tej tezi primer Venerinega epicikla:

Niti ni nujno potrebno, da bi bile te hipoteze resnične, celo ne, da so verjetne (*verissimiles*), zadošča že samo to eno, da izkazujejo račun, ki se ujema z opazovanji; razen če ne bi bil kdo tako zelo nevešč v geometriji in optiki, da bi imel Venerin epicikel za verjeten (*pro verisimili*) ali da bi

²⁹ A. Osiander, »Bralcu o hipotezah tega dela«, str. 13.

verjel, da je le-ta vzrok, da ona včasih predhodi (*praecedat*) Soncu za 40 stopinj in več, včasih [pa mu] sledi. Kdo namreč ne vidi, da ob tej predpostavki nujno sledi, da bi se premer [te] zvezde pojavil v *perigeiu* več kot štirikrat, telo samo pa več kot šestnajstkrat večje kot v *apogeiu*, čemur vendar nasprotuje izkušnja vseh obdobij.³⁰

Osiander se v podporo tezi o »absurdnosti« astronomskih »hipotez« sklicuje na splošen očitek ptolemajski teoriji, ki zadeva epicikel planeta Venere. Po Ptolemaju ima Venera največji epicikel od vseh planetov (tričetr premera njenega deferenta), saj se Venera, kot je ugotovljeno z opazovanji, od Sonca ne oddalji za več kot 45 stopinj na vsaki strani. Če naj bi »hipotezo« Venerinega epicikla imeli za resnično, bi morala Venera izkazovati ogromno razliko v jakosti svetlobe, česar pa ni mogoče opaziti. V primeru, da bi bil njen epicikel resničen ali vsaj verjeten, bi morali videti svetlobo Venere v »prizemlju« vsaj šestnajstkrat večjo kot takrat, ko je v »odzemlju«, njen premer oz. njeno telo pa vsaj štirikrat. Ker »temu nasprotuje izkušnja vseh obdobij«, ker te variacije ni opazil ali zabeležil noben astronom, mora Venerin epicikel veljati zgolj za »hipotezo«. ³¹

Na podlagi tega bi mogoče lahko celo sklepali, da je Osinader »instrumentalist« v sodobnem pomenu besede, da ne verjame v obstoj epiciklov oz. epicikličnih modelov realnih sfer, ki so vzroki gibanj nebesnih teles. Vendar pa nas v nasprotno prepriča tako sočasni epistemološki kontekst, o katerem smo že govorili, kot tudi nadaljevanje besedila. To, da je ob opazljivem dejstvu, da se jakost Venerine svetlobe ne glede na njeno »prizemeljskost« ali »odzemeljskost« ne spreminja, ne govori proti obstoju realnih epicikličnih modelov, temveč zgolj proti uporabi epicikla v konkretnem primeru Venere – pa še to zgolj v primeru, da bi imela astronomija nalogo podati realne vzroke gibanj nebesnih teles. Ker pa astronomija tega ne more, ker astronomija ne ugotavlja »resničnih vzrokov«, temveč zgolj »hipoteze«, s pomočjo katerih lahko dovolj dobro izračunava položaje nebesnih teles, je uporaba epicikla v primeru Venere, kljub »absurdnosti« dopustna:

Zadosti je namreč jasno, da ta umetnost v celoti in sploh (*penitus et simpliciter*) ne pozna vzrokov pojavnih neenakosti gibanj (*apparentium inequalium motuum causas*). In če izmisli kakšne, umišljajoč si, da je zagotovo izumila zelo številne, kljub temu s tem izmišljanjem nikakor ne doseže

³⁰ *Ibid.*

³¹ Po Wrightsmanu tudi Kopernik napoveduje približno iste variacije, torej v Osiandrovih očeh njegova teorija ni nič bolj resnična kot Ptolemejeva, oziroma ima isti status: status »hipoteze«. Prim. tudi A. Koyré, *The Astronomical Revolution*, str. 98, op. 10.

tega, da bi kogarkoli prepričala, da je [v resnici] tako, temveč samo, da pravilno vzpostavlja račun.³²

»*Ta* umetnost« torej ne pozna »vzrokov« in »*ta* umetnost« si izmišlja številne vzroke, ki pa niso resnični, »*ta* umetnost« zgolj vzpostavlja pravilen izračun, »*ta* umetnost« uporablja različne »hipoteze«. Osiander »instrumentalistično« – rečeno zelo pogojno – razumevanje pojasnjevanja gibanja nebesnih teles omeji samo na astronomijo, ki je zavezana zgolj nalogi napovedovanja položajev nebesnih teles in odvezana tega, da bi se ukvarjala z ontološkim statusom svojih »hipotez«. Vendar pa to ni posledica splošno sprejetega »instrumentalizma«, temveč tega, da astronomija pri dokazovanju astronomskih modelov, ne more zadovoljiti kriterijem, ki jih pred njo postavlja splošno sprejeta epistemologija naravoslovnih znanosti. To ne pomeni, da za Osiandra načeloma, v principu na nebu sploh ni nobenih realnih sfer (med njimi tudi kombinacij, ki dajejo epiciklični model), ki so vzroki gibanja nebesnih teles. »Hipoteze«, s katerimi operira astronomija, niso načeloma vse neresnične, niso vse čiste fikcije, problem je v tem, da astronom, na podlagi podatkov, ki jih ima, ne more vedeti, katere so resnične in katere ne.

Astronom se tako za posamezno »hipotezo« odloči na podlagi »lahkosti za dojetje«, filozof pa že mora stremeti k temu, da so »hipoteze« resnične ali vsaj verjetne. Če obstajata dve astronomski »hipotezi«, s katerima je mogoče enako dobro pojasniti gibanje Sonca, kot sta to znana modela ekscentra in epicikla na deferentu, se astronomija pri izbiri med njima odloča po kriteriju »lahkosti za dojetje«, filozofija pa po »podobnosti resnici«. Skratka: nekatere »hipoteze« so zagotovo resnične ali vsaj »podobne resnici«, problem je v tem, da ne astronom ne filozof ne moreta z gotovostjo vedeti katere – ta gotovost bi jima bila lahko posredovana samo od Boga:

Kar pa se včasih za eno in isto gibanju ponujajo različne hipoteze (tako kot v primeru gibanja Sonca ekscentričnost in epicikel), bo astronom najmočnejše poprijel tisto, ki je tako rekoč najlažja za dojetje. Filozof bo nemara zahteval podobnost resnici; kljub temu pa nobeden ne bo dojel ali posredoval karkoli gotovega, razen če mu [to] ne bo razodeto od Boga (*divinitus*).³³

Osiander torej meni, da se je do resničnih vzrokov gibanja nebesnih teles sveda mogoče dokopati, vendar le ob posredovanju Boga. Edino Bog, lahko

³² A. Osiander, *op. cit.*

³³ *Ibid.*

sklepamo, namreč ve, kako je ustvaril vesolje oziroma, če se omejimo na naš primer, ali je vzrok gibanja Sonca ekscenter ali epicikel na deferentu. Na drugačen način je pol stoletja pred Osiandrom podobno tezo izpostavil tudi Wojciech iz Brudzewa v svojem komentarju Peurbachovih *Theoricae novae planetarum*: »Ali ti ekscentri resnično obstajajo v sferah planetov, ne ve nihče od smrtnikov, razen če jih ne naredimo, ravno tako kot epicikle, za razglašene z razodetjem duhov (kot pravijo nekateri).«³⁴ Ker niti filozof niti astronom ne moreta priti do ničesar gotovega, nadaljuje Osiander, je treba dopustiti, da postanejo znane tudi Kopernikove »hipoteze«, med katere je vključena tudi teza o gibanju Zemlje in mirovanju Sonca v središču sveta:

Dopustimo torej, da postanejo tudi te nove hipoteze, ki niso v ničemer bolj verjetne od starih, znane, zlasti ker so hkrati občudovanja vredne in lahke, in ker prinašajo s seboj ogromen zaklad najbolj učenih opazovanj. Nihče pa naj – od tega, kar sodi k hipotezam –, ne pričakuje od astronomije karkoli gotovega, kajti ta sama ne more dati ničesar takšnega; da ne bi, če bi stvari, ki so bile izmišljene za drug namen, imel za resnične, odšel od te discipline bolj bedast kot takrat, ko se je je lotil. Bodi zdrav.³⁵

Na podlagi vsega tega bi Osiandra težko imeli za instrumentalista (oziroma fikcionalista) v sodobnem pomenu besede, torej za nekoga, ki nasprotuje realistični interpretaciji znanosti in znanstvenih hipotez,³⁶ kot je to storil P. Duhem v slavnem in izjemno vplivnem delu *Sozein ta phainomena*. Osiander – ravno tako kot tudi celotna linija avtorjev, ki jih navaja Duhem³⁷ –, ne za-

³⁴ Wojciech de Brudzewo, *Commentariolum super Theoricas novas planetarum Georgii Purbachii* ... A. D. 1480: »Qui quidem ecentrici an veraciter existant in sphaeris planetarum, nemo mortalium novit, nisi fateamur illos (ut nonnulli aiunt), similiter et epicyclos, revelatione spirituum propalatos.« Nav. po: N. Jardin, »Epistemology of the Sciences«, str. 699, op. 58. Za ostale avtroje, ki zagovarjajo isto tezo, gl. P. Barker in B. R. Goldstein, *op. cit.*, str. 248–250.

³⁵ Osiander, *op. cit.*

³⁶ O tem, kako sta »instrumentalizem« in »realizem« vstopila v zgodovino znanosti, prim. G. Freudentahl, "‘Instrumentalism’ and ‘Realism’ as Categories in the History of Astronomy: Duhem vs. Popper, Maimonides vs. Gersonides".

³⁷ Prim. P. Duhem, *op. cit.*, str. 79. Osiandrov predgovor naj bi bil »odmev tiste tradicije v zgodovini astronomije, ki je nenehoma protestirala proti realizmu Adrasta iz Afrodisijade in Teona iz Smirne, arabskih fizikov, italijanski averroistov in ptolemajcev, Kopernika in Retika« in tako (str. 106) »odmev grške tradicije, ki se prek Geminosa, Ptolemaja in Proklosa razteza od Pozidonija do Simplikija [...], odmev Maimonidesove kritike in ravno tako pariške tradicije, ki se je rodila s poučevanjem Tomaža Akvinskega ter Bonaventure in nadaljevala z Janezom iz Janduna in Lefévrom d’Etaplesom.«

stopa stališča, da so znanstvene teorije koristne in da jih znanstveniki upravičeno uporabljajo, četudi so entitete, s katerimi operirajo načeloma fiktivne. Nasprotno, Osiander, tako kot velika večina avtorjev, ki jih Duhem postavi v isto linijo z Osiandrom, ne misli, da je *načeloma* nemogoče podati vzročni *propter quid* dokaz za položaje nebesnih teles. Niti antična³⁸ niti srednjeveška in renesančna tradicija nista bili »instrumentalistični« v sodobnem pomenu besede, temveč predstavljajo avtorji, ki jih ima Duhem za instrumentaliste, značilno verzijo tistega, kar so skozi stoletja imeli za Aristotelovo zahtevo po dokazovanju v znanosti. Osiandrovo razglašanje astronomskih »hipotez« za zgolj »osnove za izračune«, je »odmev« specifične zgodovinske situacije, ki je imela specifične zahteve glede znanstvenega dokazovanja na sploh in specifične rešitve za te zahteve v primeru astronomije. Če mora astronom reševati fenomene (*sozein ta phainomena* oziroma *salvare apparentias*), to ne pomeni, da meni, da epicikli, ekscentri, koncentri in druge astronomske »hipoteze« sploh ne obstajajo, temveč zgolj to, da astronom ne more *nulla ratione* ugotoviti, katera od teh »hipotez« je resnični vzrok nebesnih gibanj, in da mu zaradi tega ni treba skrbeti za to, katera »hipoteza« je resnična in katera ne. Rečeno drugače, Osiander ne trdi, da »hipoteza«, kot je Kopernikova, ni (ali lahko ni), resnična, temveč da ne more biti *pokazano*, da je resnična. Ali, rečeno še drugače, Osiander ne trdi, da ta ali ona teorija ni resnična, temveč, da za tehnične razloge za katere hipoteze služijo, »ni treba, da so resnične ali celo verjetne«, da bi koristno služile v te namene.³⁹ Ugotavljanje, katera izmed »hipotez« je resnični (ali »verjetni«) vzrok »neenakomernega gibanja nebesnih teles«, je zato v domeni filozofije, ki pa tudi ne more dati definitivnega odgovora. To pa ne pomeni, da je astronomija (sploh pa ne filozofija) razumljena *in principio* instrumentalistično. Prej obratno – tudi astronomija bi morala podati vzročno razlago nebesnih pojavov z *demonstratio propter quid*, vendar tega, zaradi specifičnih razlogov, ne more. Toda, če bi bila astronom ali filozof Bog, ali če bi jima »duhovi« razkrili, kako je na nebu, bi to lahko storila – in tudi morala storiti.

³⁸ Za natančno in izčrpno kritiko Duhemove interpretacije grških avtorjev gl. G. E. R., Lloyd, "Saving the Apperances."

³⁹ Prim. tudi B. Wrightsman, *op. cit.*, str. 235–236.

Literatura

- Aristotel, *O nebu*, prev. P. Češarek, spremna študija in opombe M. Vesel, Založba ZRC, Ljubljana 2004.
- Barker, P. in Goldstein, B. R., "Realism and Instrumentalism in Sixteenth Century Astronomy: A Reappraisal", *Perspectives on Science* 6 (1998), str. 232–258.
- Barker, P., "Constructing Copernicus", v: P. Barker (ur.), *New Foundations in the History of Astronomy, Perspectives on Science* 10 (2002), str. 208–27.
- Barker, P., "Copernicus and the Critics of Ptolemy", *Journal for the History of Astronomy* 30 (1999), str. 343–358.
- Barker, P., "Copernicus, the Orbs, and the Equant", *Synthese* 83 (1990), str. 217–223.
- Barker, P., "The Role of Religion in the Lutheran Response to Copernicus", v: M. J. Osler (ur.), *Rethinking the Scientific Revolution*, Cambridge University Press, Cambridge 2000, str. 59–88.
- Barnes, J., "Aristotle's Theory of Demonstration", v: J. Barnes, M. Schofield in R. Sorabji (ur.), *Articles on Aristotle, I. Science*, Duckworth, London 1975, str. 65–87.
- Barnes, J., *Aristotel*, Aristej, Šentilj 1999.
- Duhem, P., *Sozein ta phainomena*, Vrin, Pariz 1990.
- Freudentahl, G., "'Instrumentalism' and 'Realism' as Categories in the History of Astronomy: Duhem vs. Popper, Maimonides vs. Gersonides", *Centaurus* 45 (2003), str. 227–248.
- Goldstein, B. R., "The Arabic Version of Ptolemy's Planetary Hypotheses", *Transactions of the American Philosophical Society* 57 (4/1967).
- Jardin, N., "Epistemology of the Sciences", v: C. B. Schmitt (ur.), *The Cambridge History of Renaissance Philosophy*, Cambridge University Press, Cambridge 1988, str. 685–711.
- Jardine, N., *The Birth of History and Philosophy of Science. Kepler's 'A Defence of Tycho against Ursus', with Essays on Its Provenance and Significance*, Cambridge University Press, Cambridge 1984.
- Kalan, V., *Dialektika in metafizika pri Aristotelu*, Mladinska knjiga, Ljubljana 1981.
- Kopernik, N., *O revolucijah nebesnih sfer, prva knjiga*, prevod opombe in spremna študija M. Vesel, Založba ZRC, Ljubljana 2003.
- Koyré, A., *The Astronomical Revolution. Copernicus – Kepler – Borelli*, Dover, New York 1992.
- Krafft, F., "Physikalische Realität oder mathematische Hypothese? Andreas Osiander und die physikalische Erneuerung der antiken Astronomie durch Nicolaus Copernicus", *Philosophia naturalis* 14 (1973), str. 243–75.

- Lloyd, G. E. R., "Saving the Appearances", *Classical Quarterly* 28 (1978), str. 202–222.
- Methuen, Ch., "Maestlin's Teaching of Copernicus. The Evidence of His University Textbook and Disputations", *Isis* 87 (1996), str. 230–247.
- Mikkeli, H., *An Aristotelian Response to Renaissance Humanism: Jacopo Zabarella on the Nature of Arts and Sciences*, SHS, Helsinki 1992.
- Mittelstrass, J., *Die Rettung der Phänomene*, Walter de Gruyter, Berlin 1962.
- Osiander, A., »Bralcu o hipotezah tega dela«, v: N. Kopernik, *O revolucijah nebesnih sfer, prva knjiga*, Založba ZRC, Ljubljana, str. 12–15.
- Pedersen, *A Survey of the Almagest*, Odense University Press, Odense 1974, str. 134–145.
- Ptolemaj, *Almagest*, v: G. J. Toomer, *Ptolemy's Almagest*, Princeton University Press, Princeton 1998.
- Swerdlow, N. M., "Pseudoxia Copernicana: or, Inquiries into very Many Received Tenets and Commonly Presumed Truths, Mostly Concerning Spheres", *Archives internationales d'histoire des sciences* 26 (1976), str. 108–58.
- Vesel, M., »'Forma mundi': Kopernikov predgovor h knjigam *O revolucijah*; drugič«, *Filozofski vestnik* 24 (1/2003), str. 121–136.
- Vesel, M., »Kopernik in 'orbis'«, *Filozofski vestnik* 26 (1/2005), str. 7–28.
- Vesel, M., »'Mathemata mathematicis scribuntur': Kopernikov Predgovor h knjigam *O revolucijah*; prvič«, *Filozofski vestnik* 23 (3/2002), str. 7–23.
- Vesel, M., »Revolucije Kopernikovih 'Revolucij'«, v: N. Kopernik, *O revolucijah nebesnih sfer, prva knjiga*, Založba ZRC, Ljubljana 2003.
- Wallace, W. A., *Causality and Scientific Explanation*, vol. I. in II., University of Michigan Press, Ann Arbor 1972.
- Westman, R. S., "The Astronomer's Role in the Sixteenth Century: A Preliminary Study", *History of Science* 18 (1980), str. 105–147.
- Westman, R. S. (ur.), *The Copernican Achievement*, University of California Press, Berkeley 1975.
- Westman, R. S., "Proof, Poetics, and Patronage: Copernicus's Preface to 'De revolutionibus'", v: D. C. Lindberg in R. S. Westman (ur.), *Reappraisals of the Scientific Revolution*, Cambridge University Press, Cambridge 1990, str. 167–206.
- Westman, R. S., "The Melanchton Circle, Rheticus, and the Wittenberg Interpretation of the Copernican Theory", *Isis* 66 (1975), str. 165–93.
- Westman, R. S., "Three Responses to the Copernican Theory: Johannes Praetorius, Tycho Brahe, and Michael Maestlin", v: R. S. Westman (ur.), *The Copernican Achievement*, University of California Press, Berkeley 1975.
- Wrightman, B., "Andreas Osiander's Contribution to the Copernican Achievement", v: R. S. Westman (ur.), *The Copernican Achievement*, University of California Press, Berkeley/Los Angeles 1975, str. 213–243.