SCIENCA REVUO de Internacia Scienca Asocio Esperantista (BEOGRAD, Jugoslavio)	El Vol. 21 n-ro 2 (82) 5. 4. 1970.

501 : 850 (Dante)

A. P. Thewrewk*:

DANTE KAJ LA NATURSCIENCOJ

(la prelego en Internacia Somera Universitato, Helsinki, 1969)

Antaŭ kelkaj jaroj ankaŭ en mia lando ekflamis diskuto pri la problemo de la t, nomataj »du kulturoj«. Ĉu la homa kulturo disbranĉiĝis je du apartaj terenoj: nome la »humana« kaj la »naturscienca-teknika«? Aŭ, ĉu ekzistas eĉ pli multaj apartiĝantaj aŭ apartiĝontaj kulturoj?

La diskutojn partoprenis ankaŭ astronomoj, eĉ relative ne malmultaj. Vere, mia fakscienco estas tre taŭga ligilo inter la du flankoj de la homa kulturo. Ĉiu astronomo emfazis, ke la kulturo estas unueca, nedividebla-,malgraŭ ke ĝi havas du aŭ multajn flankojn. Mi mem apelaciis al la plej elstaraj genioj de la artoj, kiuj ĉiam opinis nedividebla la universalan homan kulturon, kaj tion respegulas mia verkaro.

Tiutempe zorgeme, astronomokule mi trastudis la verkojn de la granda mezepoka poeto itala: Dante. Kvankam mi konis ilin jam de jardekoj, nun mi falis el unu miro en la alian. Li estis por mi genio kiel poeto ĝis tiam, li iĝis antaŭ mi granda scienculo dum la astronomia studado de liaj verkoj.

Kial oni ne taksis lin laŭmerite en tiu rilato? Ĉi tiun demandon nun mi povas respondi per tio, ke liaj komentistoj estis plejparte nuraj literaturistoj ,sen seriozaj konoj natursciencaj. Estas vere inde kaj dece, ke la mondo ekkonu la konfeson de la granda poeto-natursciencul ankaŭ pri la sistemo de la materia mondo.

*

En la antikva epoko la grekaj scienculoj jam bone sciis, ke la Tero e stas globoforma, aparta korpo en la Universo, eĉ ties grandon ili mezuris tre sprite kaj ne tro malprecize. Laŭ ili, ĉiu astro turniĝas ĉirkaŭ la Tero laŭ cirkloformaj aŭ epicikloidaj obritoj. La Tero mem ne moviĝas, ne rotacias, kaj estas relative malgranda parto de la Universo-en kies centro ĝi troviĝas. Ĉi tiujn tezojn enhavas la fama verko »Almagest« de la greko Plolomeo (2-a jc. p. n. e.).

En la mezepoko oni forgesis la rezultojn de la antikvaj natursciencoj. La astronomia mondkoncepto montris denove la antaŭgrekan bildon: la Tero estas plata, ronda aŭ kvarangula parto de la Mondo, meze situas Jerusalemo, kaj nur la »supra« parto estas loĝebla.

Kiam en la komenco de la 14-a jarcento Pietro d'Abano — profesoro en la padova universitato — asertis, ke la Tero estas goloboforma, kaj ankaŭ sur la antipodaj regionoj vivas homoj, oni arestis lin kaj komencis eklezian proceson kontraŭ li. Feliĉe (ni povas diri) li mortis en la malliberejo en 1316, antaŭ ol suferi ŝtiparan morton. Ni povas konstati, ke ĉi tiu itala scienculo estis sekvanto de la fama taĝikdevena araba verkisto-scienculo Ibn Roŝd — pli konata kiel Averoes — laŭ kiu la scio superas la nuran kredon. kaj kiu preskaŭ materialisme komentis la verkaron de Aristotelo.

Pot unu jardeko, en 1327, la ekleziaj potenculoj bruligis sur ŝtiparo la aŭdacan scienculon de Florenco: Cecco d'Ascoli, kiu insistis pri la globa formo de la Tero.

La ĉefverko de la granda itala poeto Dante naskiĝis inter la tempopunktoj de la menciitaj du martirmortoj, kaj en lia Dia Komedio oni povas legi ĝuste tiun saman mondkoncepton, pro kiu liaj samlandanoj-samepokanoj estis mortpunitaj.

Kiamaniere priskribis la sentima Dante en siaj enciklopediaj verkoj la malpermesitan mondsistemon? Kian gradon de la natursciencaj konoj malkaŝas liaj verkoj-precipe la Komedio? Kaj de kiaj fontoj li povis ĉerpi astronomian scion? — Ĉi tiujn demandojn mi intencas nun respondi,almenaŭ tre skize.

Dante sendube finis la studojn de la »sep liberaj artoj«, inter kiuj troviĝis ankaŭ la matematiko kaj la astronomio. En la »naturfilozofio« li iĝis »magister«, do »majstro«. En la teologio li akiris la ŝtupon »laŭreato«, do rajtis prelegi en la universitatoj. Malgraŭ tio li akre distingis la kredon disde la kono.

La monumenta vizito-triopo de la Komedio estas tute trasorbigita per astronomiaj rilatoj. Kelkaj tekstopartoj neniel estas kompreneblaj sen detalaj klarigoj, komentoj. Sed—kiel mi jam menciis—la komentistoj ne estas samtempe literaturistoj-aŭ filozofoj, politikistoj, matematikistoj, juristoj, kaj—ne lastivce—ne estas astronomoj. Ne, ili bedaŭrinde pleje malproksimas de la natursciencoj, tial do en iliaj komentoj kaj glosoj oni povas trovi multe da miskomprenoj, eĉ eraroj rigarde el astronomia vidpunkto.

Ekzemple, Dante verkis tutan traktaton pri la formo kaj situo de la tero kaj de la akvo (Questio de Aqua et Terra. . . .). La hungara komentisto--cetere elstara literaturisto—skribas en siaj glosoj pri ĉi tiu verko: »Nature, la Tero estas anokraŭ ne globo, sed diskoforma, kiel entenas tion la mezepoka mondkoncepto, heredita de la antikva epoko«. Tiaj glosoj malkaŝas, ke la komentisto ne komprenis la intencojn de la granda poeto-scienculo. En tiu sia verko, nome, Dante parolas klare pri du hemisferoj de la Tero, kaj klopodas pruvi ,ke la surfaco de tiuj ambaŭ hemisferoj ĉie estas egaldistanca disde la terocentro. Ĉar—li argumentas—se unufulanke ĝi distancus 20 kaj transflanke nur 10 stadiojn ,tiam la pli grandamasa hemisfero subpremus per sia pezoforto la malpli grandan, ĝis la amasoj de ambaŭ egaliĝus, kaj ilia surfaco ĉie distancus 15 stadiojn de la terocentro.

Surprize erara estas do la rimarko de la fama itala dantologo Michele Barbi, kiu skribas en sia Dante-studo pri la astronomiaj-kosmologiaj konceptoj de Dante: ». . . La konoj de Dante en ĉi tiu temo ne superis la ĝeneralajn konojn de lia epoko.«

Ĉi tie mi intencas ekzameni el la Dia Komedio nur kelkajn partojn rilatantajn precipe al la astronomio.

La ĉefverko de la majstro estas la plej kompleksa ,plej preciza kosmologia priskribo, kiun ni konas el la mezepoko. La spaco de la Infero troviĝas en la interno de la Tero. La Purgatorio situas en la regiono antipoda al Jerusalemo sur la suda duonsfero de la Tero, kaj la Paradizo gvidas tra la surĉielaj sferoj ekde la sfero de fajro ĝis la Empireo. Do Dante trairis en sia trilogio la tuton de la Universo, de li elpenseblan. Ni haltadu ĉe ties kelkaj stacioj.

*

Laŭ Dante, en la interno de la Tero troviĝas naŭ terasoj funele strikti ĝantaj, kaj ili formas, ŝtupo post ŝtupo, la naŭ rondojn de la Infero. Dante kun sia gvidanto: la poeto Vergilio — descendas tra la centra puto ĝis la mezo de la Tero. Tie ili trovas la englaciiĝintan Luciferon. Tragrimpinte inter la glacio kaj la hara korpego, ili alvenas la transflankan duonsferon de la Terglobo.

Dante nepre devis multfoje kaj ĝisfunde trapensi ĉiujn detalojn kaj konsekvencojn de tiu—imagita vojaĝo. Li priskribas—preskaŭ laŭ la Newton-a mekaniko—la apartan proprecon kaj gravegan fizikan funkcion de la terocentro: ĝi estas laŭ li centro de la gravitaj fortoj. Kiam la romia poeto atingas alsupern ĝis la talio de Lucifero, jen, laŭ Dante, li turnante sin inter la glacio kaj la granda korpo:

»La kapon metis al la lok' de l'kruro
kaj grimpis, kiel kiu supre penas . . .«

(Inf. XXXIV. 79—80)

Do, dum lia pasado en la sama direkto, la malsupreniro fariĝis supreniro. Kiam Dante — postirinte lin — rerigardas, li havas la jenan vidaĵon:

»Mi levis la okulojn, kredis vidi
nun Luciferon kia mi lin lasis,
kaj — gambalsurpe vidis lin rigidi.
Kia konfuz' min tiam embarasis:
imagu tiu, kiu, hom' senscia,
ne scias, kian punkton mi transpasis . . .«

(Inf. XXXIV. 88—93)

Al lia demando Vergilio donas la sekvantan klarigon:

». . . Vi trovis vin je transe ĉe l'ekpaso
sed ĉe l'turniĝ' mi vin tra l'punkton portis,
kien gravitas ĉiu peza maso,
kaj nun, vi sur la hemisfero bordis
antipodanta al la Granda Seko,
sur kies kulm' la Homo iam mortis
naskita kaj vivinta ekster peko;
vi staras plande sur la eta sfero
interresponda ĝuste al Judeko,
Estas maten', dum transe 'stas vespero . . .«

(Inf. XXXIV. 109—118)

En la sciencpopularigaj verkoj estas ofte aplikata metodo, ke la aŭtoro roligas iun, al kiu — sed fakte al la leganto — li povas klarigi malfacile kompreneblajn ideojn de la temo. Tiun metodon jam Dante aplikas en la Komedio: li mem rolas tie la nescianton, kaj la klariganto estas Vergilio.

Dante kaj lia gvidanto atingas, elgrimpinte el la Infero, la transan, sudan duonsferon surfacon de la Tero ĉe granda monto, kiu estas — laŭ Dante — la Purgatorio. Li rakontas, ke tie estas nokto tiam, kiam maltranse estas tago. Sur la astroplena nokta ĉielo ne vidiĝas la Ĉaro — alinome la Granda Ursino. Kaj tie ni povas legi kelkajn versojn vere mirkonsternajn el astronomia vidpunkto:

«. . . Dekstren turninte nin, al la alia
poluso, ni kvar stelojn vidis, kiujn
neniu vidis krom l'unuaj homoj.
Ĝoji ŝajnis ĉielo pri l'flametoj;
no, norda regiono, vidvigita,
ĉar senigita je ties admiro! . . .«

(Purg. I. 22—27)

Laŭ la praa tradicio, la unuaj homoj: Adamo kaj Eva, vivis sude, en la Edeno; laŭ Dante, ili vivis sur la alta plataĵo de la Purgatoria monto. Tial li diras, ke nur unuaj homoj vidis ĝis tiam la belan stelokvaron, la fremdan, sudan konstelacion.

La hungara tradukinto kaj komentinto de la Komedio, la iama elstara poeto Babits, supozas en siaj glosoj, ke tiuj kvar steloj estas nur simbolaj: ili simbolas la kvar fundamentajn virtojn (prudento, justeco, modereco, frateco). La gloso ĉi-rilata en la traduko de Peterlongo jam mencias la konstelacion Suda Kruco, sed ne estas klare, ĉu ties konon ĝi atribuas al Dante, ĉar ankaŭ ĝi diras ĝin simbolo de la kvar virtoj. Sed ke Dante sciis ion pri steloj de la suda hemisfero, tion pruvas alia parto de la Purgatorio:

». . . Miaj okuloj frandis ĉielparton,
kie la steloj pleje malrapidas,
kiel la rado plej aksoproksime.
Kaj nun la Majstro: »Kion vi rigardas,
fil', en la alto?« Kaj mi: »Tri torĉetojn,
de kiuj tute brulas ĉi poluso.«
Kaj li al mi: »La klara stelokvaro
vidita en maten' jam malleviĝis,
kaj tri altiĝis en ilian lokon.« . . .«

(Purg. VIII. 85—93)

La »tri torĉetoj«, tri steloj, ne estas la Kredo, Espero kaj Amo, kiel la tekston klarigas la hungara komentinto kaj ankaŭ la komentinto de la traduko de Peterlongo — sed sendube temas tie pri la tri belaj, brilaj steloj de la suda ĉiela hemisfero, nome pri Kanopo, Aĥernaro kaj Fomalhaŭto. Ili, ĉiuj tri, vere tiam vidiĝas plej bone en la sutropikaj teroregionoj de la suda duonsfero, kiam la Suda Kruco descendas sub la horizonton. Nome, ĉi tiu konstelacio situas ne tre proksime de la suda ĉielpoluso, do ne estas ĉirkaŭpolusa konstelacio. Dante, laŭ sia rakonto, staras sur la monto de la Purgatorio, situanta precize antipode al Jerusalemo (Ciono), do sub la 33-a grado de la suda geografia latitudo. Vidate de tie ,la Suda Kruco fakte, de tago al tago malsupreniradas sub la horizonton.

Ankaŭ por tio estas sensenca kaj nekomprenebla la simbola interpreto de la menciitaj sep surĉielaj lumoj, ĉar la kvar ĉefvirtoj ne kontraŭas al la Kredo, Espero kaj Amo, do kial ili ne vidiĝus samtempe sur la sama ĉiela hemisfero? Kaj kial nur la unua homoparo estus vidinta la ĉefvirtojn?

El aliaj partoj de la Purgatorio evidentiĝas, ke Dante precize sciis, ke la taga irado de la Suno havas en la Sudo ĝuste la kontraŭan, direkton, ol vidate de sur la norda tera hemisfero:

»... Ni du nun kontraŭ l'orienta flanko
sidiĝis, el kie ni ĵus descendis,
ĉar ĝi maldekstre nian flankon sagis...«
Unue mi esploris subajn bordojn,
poste la sunon altan, kaj miregis,
ĉar ĝi maldekstre nian flankon sagis...«

(Purg. IV. 52—57)

Kaj Vergilio donas ties klarigon:

»... Se vi kompreni volas, kiel estas,
imagu enpensiĝe, ke Ciono
kaj nia monto sur la Ter' troviĝas,
kaj amabŭ havas saman horizonton,
malsaman duonsferon; do — la vojo,
kiun veturis Faeton' fatale,
vi vidos, ke ĉi tie devas pasi
ĉe unu flanko, tie ĉe l'alia,
se vi per klara intelekt' atentas.

(Purg. IV. 67—75)

Do: Dante — per buŝo de la romia poeto — tre precize klarigas al siaj legantoj la fundamentajn astronomiajn konojn, kiel vera sciencpopularigisto, kvazaŭ li dirus: jen kion oni devas scii pri la suda hemisfero, pri la antipodaj regionoj, kiuj ja devas ekzisti, ĉar la Tero nepre estas globo.

*

Dante raportas preskaŭ taglibre pri spertoj dum sia imagita vojaĝo — ofte indikante eĉ la horojn. Sed tiuj horindikoj diferencas de la niaj, parte tial, ke en la mezepokaj italaj urboj oni komencis kalkuli la horojn ekde la sunleviĝo, do printempe ekde la sesa horo:

»... Kaj jam el servistinoj de la tago
restis kvar poste, ĉe l' timon' la kvina...«

(Purg. XXII. 118—119)

Tio signifas, ke ekde la sesa horo jam pasis kvar horoj (tagservistinoj), kaj la kvina estis servanta ĉe l' timono de la sunoĉaro, do la tempo estis inter la deka kaj dekunua. Sekve la sesa horo — kiel ni ankoraŭ vidos — estis la tagmeza horo. Sed oni povas trovi ankaŭ horindikojn pli nekutimajn. Ekz-e:

»... pli ol kvindek gradojn jam altiĝis
la suno...«

(Purg. IV. 13—14)

signifas, ke tiam estis ĉirkaŭ la deka matene. Alifoje por la transkalkulo necesas eĉ pli da kaprompado:

»... La suno lasis la tagmezan cirklon
ĉe l'Taŭro kaj la nokton ĉe l'Skorpio...«

(Purg. XXV. 2—3)

Ĉi tio klarigas, ke laŭ Dante tiam estis Pasko en la jaro 1300. La »mezan cirklon«, do la meridianon la Suno jam transpasis, ĉe tiu punkto, kie tiam troviĝis la konstelacio Taŭro (Virbovo). Kontraŭflanke de tiu punkto, sur la alia hemisfero, do en Jerusalemo, fariĝis tiam noktmezo; tie la Skorpio staris en la meridiano. — La priskribita tempopunkto estas ĉ. la dua horo posttagmeze.

*

Estas nature, ke plej multe da astronomio-rilataj partoj troveblas en la tria scenejo de la Komedio: en la Paradizo. En ĉi tiu parto Dante travojaĝas la naŭ ĉielajn sferojn — de la monto de la Purgatorio ĝis la ĉielregno. Estas notinde, ke laŭ Sankta Aŭgusteno, la fama mezepoka episkopo de Hippo, homoj neniel povus vivi sur la alia flanko de la Tero — se ĝi ekzistus — ĉar por ili Jesuo ne mortis, kaj ne estus ĉielo super ilia kapo, en tiu ĉielo certe ne troviĝus la Paradizo, do ilia suprenleviĝanta animo post la morto neniel atingus la landon de la eterna beato.

Dante, sendube intence, tute neglektis ĉi tiun argumenton kontraŭ la ekzistebleco de la antipodanoj ,kvazaŭ li ne scius, ke li leviĝas en direkto tute kontraŭa ol iam Jesuo. Kaj ĉar la priskribo de la ĉiela vojaĝo ne koncernas nur la astronomion, sed tuŝas ankaŭ la la teologion, Dante bone sciis, ke la ekleziaj potencoj facile povos lin ataki. Tamen li priskribis — eĉ precize — la imagitan vojaĝon al la ĉielaj sferoj, riskante ĉiujn konsekvencojn. Sendube li sentis, ke lin devigas je tio la amo al la Vero, el kiu li — laŭ siaj vortoj — »senĉese sin nutris«.

En nia epoko, en la tempo de la unuaj gloraj paŝoj de la homaro al aliaj astroj, ni devas rekoni, ke la tria parto de la Komedio estas la unua, intence preciza, vere naturscienca priskribo de kosma vojaĝo tra la sunsistemo. Ni, posedante ekzaktajn konojn pri la ĉirkaŭtera kosma spaco, certe povas trovi ankaŭ eksmodiĝintajn ideojn-imagojn en tiu vojpriskribo. Sed tio neniel povas malpliigi nian omaĝon al la poeto-majstro, kiu pli precize trapensis kaj imagis la vidindaĵojn dum tiu kosma vojaĝo, ol ĉiu liatempa astronomo-fakulo.

Dante ,kune kun la beatiĝinta Beatrice traflugas laŭvice la sferojn ĉielajn. Post la sfero de la fajro sekvas tiu de la Luno, kaj poste ili leviĝas al la Dua Mondo: al la sfero de la planedo Merkuro. Laŭ Dante, ĝi estas la plej malgranda astro de la stelaro. Vere, ĉi tiu planedo havas la plej malgrandan dimension inter la naŭ.

La sekvanta sfero estas tiu de Venuso. Kaj nun, la poeto diras ion por ni kontserne surprizan. Laŭ li, ĉi tiu planedo

»... amindumas
la sunon jen ĉe l'unko, jen ĉe l'brovo ...«

(Par. VIII. 11—12)

Laŭ la komentistoj, Dante volis esprimi per tio, ke Venuso estas jen matenstelo, jen vesperstelo, do ĝi vidiĝas foje dekstre, foje maldektsre de la Suno. Sed la astronomo jam ĉi tie ne povas subpremi la konjekton, ke la poeto volis sciigi ion alian, nome ke la bela planedo Venuso iras sian orbiton ne ĉirkaŭ la Tero, sed ĉirkaŭ la Suno. Tiun konjekton plifortigas alia parteto de la Paradizo, kie Dante parolas pri sia beata, ĉiela amantino,

»... kiu beliĝis per Maria,
kiel la matenstelo per la Suno...«

(Par. XXXII. 107—108)

tio povas signifi, keVenuso ricevas de la Suno sian lumon, kaj troviĝas ĉiam en ĝia proksimeco.

La perfetkan pruvon ni trovas en la sekvanta tercino:

»... Vidon eltenis mi de via filo,
Hiperion', kaj ĉirkaŭ ĝi moviĝi
apude vidis Majan kaj Dionan...«

(Par. XXII. 142—144)

Estas do klare eldirite, ke Merkuro kaj Venuso moviĝas ĉirkaŭ la Suno, kaj ne, laŭ la Ptolomea sistemo, ĉirkaŭ la Tero. Klare, kaj tamen kaŝe: anstataŭ lanomo de la tri astroj, la poeto nomas iliajn mitologiajn patron aŭ patrinon: Heperiono estis patro de la diosuno Helio, Maja estis patrino de Merkuro-Hermeso, Diona estis patrino de Venusa-Afrodita.

(Estas menciinde, ke laŭ malcertaj grekaj fontoj en la praegipta mondkoncepto la du planedoj Merkuro kaj Venuso orbitiras ĉirkaŭ la Suno — ĉar ili neniam malproksimiĝas troe de ĝi.)

En la 5-a jarcento — do en la komenco de la mezepoko — denove aperis tiu sistemo monda ĉe Martianus Capella, sed ĝi ne iĝis vaste konata.

Estas notinde, ke nur pli ol 250 jaroj post Dante la fama dana astronomo Tycho Brahe elpensis sistemon, laŭ kiu la du planedoj Merkuro kaj Venuso iras orbiton ĉirkaŭ la Suno, ne ĉirkaŭ la Tero, sed la Suno ĉirkaŭiras kun siaj du satelito-planedoj la Teron. Tio okazis post apero de la grandioza verko de Kopernik; ĉi tiun Tycho Brahe do ne akceptis en ties tuto.

Laŭ Dante, la konusforma ombro de la Tero atingas la sferon de Venuso (Par. IX.118). La tera ombro fakte estas pli mallonga, sed la priskribita bildo montras, ke laŭ la opinio de Dante la Tero estas izolita, globoforma, ombroĵeta astro, krome la rektlinia propagiĝo de la lumo validas ankaŭ en la mondo de astroj, do ne ekzistas apartaj leĝoj ĉielaj kaj teraj. Depost la klasikaj grekaj scienculoj ĝis Dante eble neniu esprimis tion tiel klare, almenaŭ en la kristana Eŭropo.

Post Venuso Dante atingas la sferon de la Suno. Kaj dume li gvidas siajn legantojn ,kiel sperta sciencpopulariga astronomo:

»... Levu, leganto, al la altaj radoj
kun mi l'okulojn, rekte al la loko,
en kiu intertrafas sin du movoj...«

(Par. X. 7—9)

»... De tie, vidu, apartiĝas cirklo
oblikva, kiu, por mond-kontentigo,
suportas la planedojn...«

(Par. X. 13—15)

Temas kompreneble pri la surĉiela ekvatoro kaj la ekliptiko (sunovojo), kiuj intertrafas sin, renkontiĝante en du punktoj: en la ekvinoksaj — tagnoktegalecaj — punktoj. Fakte, la »oblikva cirklo« kvazaŭ surportas la planedojn, ĉar ĉiu planedo vidiĝas proksime al tiu cirklo, nome al la ekliptiko. Pri ĝi Dante parolas plu jene:

»... Se ne-oblikva estus tiu vojo,
multe da ĉielforto estus vana,
kaj preskaŭ ĉiu povo ĉe ni mortus.
Kaj se ĉu pli ĉu malpli ĝi devius
de la rektec', multege estus manka
la ordo monda supre kaj malsupre...«

(Par. X. 16—21)

Dante ankoraŭ ne sciis, ke la ŝajnan oblikvecon kaŭzas la situo de la teroakso. Se ĉi tiu starus perpendikle al la ekliptiko, sur la Tero mankus la sezonoj.

Foje Dante neatendite surprizigas siajn legantojn per kelkaj ŝajne negravaj, preskaŭ flankenmetitaj vortoj:

»... mi al ties loko
turniĝis, kiel al la stel' la nadlo...«

(Par. XII. 29—30)

Ŝendube temas tie pri la Polusa Stelo kaj la magneta montrilo. Ĉi lasta devenis el Ĉinujo, kaj pere de la araboj alvenis Eŭropon. Sed en la tempo de Dante ĝi ankoraŭ ne povis esti fame konata, do la poeto ne povis kalkuli je tio, ke la legantoj komprenas tiun ĉi duonfrazon lian.

La poeto flugas plue en la ĉielojn de Marso kaj Jupitero — kaj dume disŝutadas siajn ceterajn konojn, ekzemple:

»... La triangul' ne havas du obtuzajn...«

(Par. XVII. 15)

do la sumo de la anguloj de la triangulo havas 180 gradojn.

Post la sfero de la planedo Saturno, Dante alvenas la mondon de steloj. Li naskiĝis sub la signo de Ĝemeloj — do kiam la Suno troviĝis ĉe la konstelacio Ĝemeloj. De tie li retrorigardas al la Tero, Suno kaj al kvin planedoj:

»... Ĉiuj sep sferojn per rigard' mi trafis
ree kaj vidis nian globon tia,
ke mi ridetis pri l'aspekto aĉa...«

(Par. XXII. 133—135)

»... Kaj ĉiuj sep sin montris, kiom grandaj,
kiom rapidaj ili estas, kiel
ŝirmitaj ankaŭ per distanco ĝusta.
La bedon, tiom nin ferocigantan,
girante kun la Ĝemelpar' Eterna,
mi vidis tutan, montojn kaj profundojn...«

(Par. XXII. 148—153)

Do pri la Tero, kies aspekton li trovas tiel »aĉa« (malgranda, sensignifa) el la ĉiela alto, kaj kiun li tamen momas — kvazaŭ karese — »bedo«, li eldiras klare, ke ĝi estas globo.

Interesajn indikojn ni povas legi en la XXX-a Kanto:

»... Eble distance sesmil mejlojn ardas
la sesa hor', dum nia mondo klinas
la ombron preskaŭ jam horizontale,
kaj la profunda al ni cielmezo
fariĝas tia, ke jam kelkaj steloj
perdas videblon ĝis ĉi tiu fundo,
venas helega servistin' de l'suno
kaj pasas plu, ke la ĉiel' fermiĝas
de bril al brilo ĝis la stel' plej bela...«

(Par. XXX. 1—9)

Ĉi tie »nia mondo« estas la loko, kie ni troviĝas, tien nun alvenas la servistino de la Suno:laaŭroro, la tagiĝo; de ŝi la steloj paliĝas, malaperas unu post la alia, la ombroj ellongiĝas. Sesmil mejlojn distance de tiu punkto estas la ardanta tagmezo (ni vidis, ke la sesa horo tiam printempe signifas tagmezon). Inter tiuj du punktoj, distancaj inter si per sesmil mejloj, la tempo do diferencas ses horojn, t. e. kvarontagon. El tio sekvas, ke la kvadranto de la Tero-perimetro estas laŭ Dante 6000 mejloj, do la tuta perimetro longas 24.000 mejlojn. En aliaj verkoj Dante skribas, ke la diametro de la Tero estas 6500 mejlojn longa; el tio razultas ĉ. 20.400 mejloj por la tuta permietro, kaj ties kvadranto egulas nur 5100 mejlojn, ne 6000. Ĉi tiu pli granda nombro estas pli ĝusta ol la pli malgranda. Sed la samepokanoj de Dante ne konis tiun rezulton.

*

*

Fine mi devas okupiĝi pri la demando: de kiuj povis Dante lerni, alproprigi siajn astronomiajn konojn, kiuj parte eĉ superas tiujn de la tiutempaj fakuloj?

Inter la studoj de la mezepoka universitata »qadrivium« troviĝis ankaŭ la instruado de la kristanigita greka — aristotela-ptolomea — terocentra mondkoncepto. Dante konis la grekajn doktrinojn ne nur el unuopaj fontoj. Li parolas en sia proza verko »Convivio« (Regalo) pri la »nova« kaj pri la »malnova« tradukoj de Aristotelo. Entiu verko li skribas, ke laŭ la »nova« traduko la Lakta Vojo konsistas el vapornubaro aglomeriĝinta sub la stelaro; laŭ la »malnova« traduko ĝi estas aro de malgrandaj, aparte nevideblaj steloj. Kaj Dante opinias pli probabla la aserton de la »malnova« traduko, do la stelaran konsiston de la Lakta Vojo (tion oni ĝenerale opiniis la malkovraĵo de Galilei).

Krom la menciitaj, Dante konis anakŭ aliajn grekajn verkojn. Ekz. Plutarko en sia verko, titolita »De vizaĝo videbla en la Luno« skribis jenon: »Se 1000 talentoj malsuprenfalus al la centro de la Tero ,transpasus ĝin, kaj revenus...«. Aŭ: »Se estus eble, ke iu penetru ĝis la centro de la Tero, ties kapo kaj piedoj same kaj samtempe direktiĝus alsupre«. Ni pensu pri la terocentro en la fundo de la Infero de Dante.

En la lastaj jarcentoj de la mezepoko, Eŭropo lernis de la araboj. La kristanaj universitatoj estiĝis laŭ la modeloj de la maŭraj — hispaniaj — universitatoj. La araboj instruis la ĝustecon de la greka, ptolomea mondkoncerto — same kiel la kristanaj universitatoj. Sed dum la kristana Eŭropo opiniis la grekajn doktrinojn nur fikcioj, kaj sendis al ŝtiparo tiujn ,kiuj asertis ilin vere pravaj, la araboj ilin alproprigis, eĉ plievoluigis. Ekz. Averoes opiniis neprobabla la ptolomean terocentran mondkoncepton, kaj en la fino de sia vivo emfazis, ke iu certe trovos iam pli simplan — anstataŭ tiu komplikega sistemo.

Dante bone konis verkaron de la preskaŭ raciisma Aviceno kaj de la preskaŭ materialisma Averoes. Interesa kaj enpensiga estas tiu parto de la Infero ,kiam Dante parolas pri la nekristanaj saĝuloj kaj poetoj, atendantaj antaŭ la Infero, en ties Limbo. Laŭ li, inter Homero, Aristotelo kaj aliaj grekaj kaj romiaj eminentuloj trogiĝas tie ankaŭ du araboj: Aviceno kaj Averoes. Ankaŭ ĉi tio montras klare, ke Dante ne nur konis, sed ankaŭ rekonis kaj alte estimis tiujn du filozofojn-scienculojn.

Sed li konis ankaŭ aliajn fontojn arabajn. En siaj aliaj verkoj li parolas pri Alpetragio (Al-Batraki) kaj Alfragano (Al Ferghani). Laŭ ĉi lasta la diametro de la Tero estas 6500 mejlojn longa — kaj la itala poeto konis kaj akceptis ĉi tiun indikon.

Sed de kie povis koni Dante stelojn kaj konstelaciojn de la suda hemisfero?

La 13-a jarcenta fama vojaĝanto Marco Polo ne mencias la Sudan Krucon. En 1315 Guilleaume Adam, franca monaĥo faris grandan vojaĝon en Orienta Afriko, kaj atingis ankaŭ transekvatorajn regionojn. Elbe li raportis pri la tieaj surĉielaj vidindaĵoj. Sed pli verŝajne Dante ekkonis ion el travivaĵoj de samtempaj arabaj vojaĝantoj kaj komercistoj.

*

Sed ni ne serĉadu plu fontojn de la astronomiaj konoj de la itala genio. De kiuj ajn li lernis naturscienco^n, li mem devis ĝin trapensi kaj vesti en bildojn poeziajn — kaj priskribi kuraĝe kaj aŭdace ĉion, kion li opiniis vera.

Kaj tiujn preskaŭ senkompare vastajn konojn la Komedio eldiras tute ne ostente, parade montrante, sed kvazaŭ kaŝe. Oni havas impreson, ke Dante intence verkis tiamaniere: li volis, ke nur konantoj de la progresaj astronomiaj tezoj komprenu liajn pensojn, aludojn, duonfrazojn, Li mem ja skribis, ke volante kompreni liajn versojn, oni sidadu sur benko kaj bone akrigu sian menson.

Sendube ne estas hazarde, ke ĉiuj tri partoj de la Dia Komedio finiĝas per la sama vorto: »steloj«. Krom ties poezieco, krom simbolo de alten strebanta animo, Dante kvazaŭ volis per tio atentigi ankaŭ pri la gravaj astronomiaj indikoj, kaŝitaj en la trilogio.

*

Ankaŭ el ĉi tiu skiza — tute ne kompleta konigo povis evidentiĝi, ke la astronomia mondkoncepto de Dante estis pli evoluinta, pli trapensita kaj pli progresa ol ĝenerale la tiutempaj teorioj — kaj ke liaj verkoj estas trasorbigitaj per natursciencaj, precipe astronomiaj koncernaĵoj. Pro tio, la komentistoj de Dante neniel povas fari kompletan studon pri la itala genio, se ili apartenas nur al la »humana« flanko de la kulturo. Kaj ne nur la komentistoj, sed ankaŭ la legantoj devas havi kelke da natursciencaj konoj, ĉar ili ne povas plezuri pri ĉiuj belaĵoj de la Komedio.

La partoprenantoj de la diskuto pri la »du kulturoj« ĉiuj devus atente trastudi la verkaron de Dante, konanto de la tiatempa tuta naturscienco: li donis ja brilegan ekzemplon al la poetoj kaj al la scienculoj, kiamaniere oni devas — eĉ estas devigata — vidi kaj vidigi la tuton de la homa kulturo en nedisigebla unueco.

SCIENCA REVUO de Internacia Scienca Asocio Esperantista (BEOGRAD, Jugoslavio)	El Vol. 21 n-ro 2 (82) 5. 4. 1970.

523.84.002-61

DUOBLAJ SISTEMOJ KAJ INTERNA STELSTRUKTURO

(D. J. Martinov, Moskva, Sovetunio)

(La artikolo estas verkita lau materialoj de prelego farita la 11-an de majo 1966-a dum solena kunsido de la Scienca konsilantaro de la Ŝtata Astronomia Instituto P. K. Ŝternberg, dediĉita al la tago de 60-jareco kaj 40-jara scienc-pedagogia kaj socia agado de P-ro D. J. Martinov)

La teorio de la interna strukturo de la steloj komencis disvolviĝi nur antau 100 jaroj. Direkta eksperimenta kontrolo de la teorio ne estas ebla ĉar internaĵo de la steloj estas ne observebla. Tial oni devas per nerektaj rimedoj fari perobservan kontrolon de la teorio de la stelstrukturo. Estas grave klarigi ĉu la teoriaj prognozoj akordiĝas kun la observataj valoroj de la maso, radio kaj stelsurfaca temperaturo. Se la akordiĝo mankas, ekzistas eraro en la teorio. Se la akordiĝo evidentiĝas, la teoriulo povas kun pli granda certeco disvolvi plue la teorion, provante trovi novajn dependojn inter la observataj karakterizaĵoj de la steloj.

Harmonia kombino de la observataj karakterizaĵoj de la steloj kaj de la teoriaj konceptoj pri ilia strukturo kaj evoluo, certe atestas favore pri la teorio. Sed tio ne estas ankorau ĉio. Estas bezonataj pli rektaj kriterioj por la kontrolo. La plej bonajn kriteriojn ni trovas esplorante la duoblajn stelojn (pere de spektraj au fotometriaj metodoj). precipe tiujn kies komponentoj estas proksimaj unu de la la alia.

La duoblaj steloj estas grava fonto de informoj pri la fizikaj karakterizaĵoj de la steloj. Nur ili sole permesas kalkuli masonde steloj sen suplementaj hipotezoj. En duoblaj sistemoj de steloj proksimaj unu al la alia, kiam la rigardo-radio kuŝas preskaŭ en la ebeno de la orbito, estas observeblaj reciprokaj eklipsoj de la stelo. Analizo de la brilvariado de la eklipsataj steloj dum la minimumoj permesas kalkuli la dimensiojn de la komponentoj, ilian mezan densecon, kliniĝon de la rigardlinio al orbita ebeno; kaj el la spektraj observoj oni povas kalkuli mason de la steloj.